

PREFEITURA MUNICIPAL DE NATAL

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO FAZENDA E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO – SEMPLA

FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA TERRA POTIGUAR - FUNDEP

RELATÓRIO AMBIENTAL SIMPLIFICADO – RAS



ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO

NATAL

2009

PREFEITURA MUNICIPAL DO NATAL

Prefeita

MICARLA DE SOUZA

**SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO FAZENDA E TECNOLOGIA DA
INFORMAÇÃO – SEMPLA**

Secretário

AUGUSTO CARLOS GARCIA DE VIVEIROS

**FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA TERRA
POTIGUAR - FUNDEP**

Presidente

JUREMA MÁRCIA DANTAS DA SILVA

COORDENADOR GERAL:

LEONARDO BEZERRA DE MELO TINOCO

COORDENAÇÃO TÉCNICA:

VILMA REJANE MACIEL DE SOUSA - Coordenadora

PRISCILA SOARES MENDONÇA - Consolidação do Estudo

DINNO IWATTA MONTEIRO - Assessoria Jurídica

MARCELO RIBEIRO FERNANDES - Assessoria Jurídica

PAULO RICARDO MELCHERT DE CARVALHO E SILVA - Tecnologia em
Gramados Esportivos

NOEMIA PEREIRA DO NASCIMENTO - Administração de Contratos

ERIVALDO DE SOUZA - Geoprocessamento

COORDENAÇÃO MEIO FÍSICO:

ALDO DA FONSECA TINOCO FILHO - Coordenador

JOÃO ABNER GUIMARÃES JUNIOR - Drenagem Urbana

ANTÔNIO MAROZZI RIGHETTO - Hidrologia

MANOEL LUCAS FILHO - LID Ações de Baixo Impacto

LEONLENE DE SOUSA AGUIAR - Climatologia

RICARDO FARIAS DO AMARAL - Geomorfologia

VANILDO PEREIRA DA FONSECA - Geologia

ADA CRISTINA SCUDELARI - Hidrodinâmica

PAULO CESAR COLONNA ROSMAN - Hidrodinâmica

CÍCERO ONOFRE DE ANDRADE NETO - Saneamento

MARCELO AUGUSTO DE QUEIROZ - Hidrogeologia

JOÃO MARIA SOARES DO NASCIMENTO – Hidrogeologia

JOSEMÁ DE AZEVEDO – Análise integrada

COORDENAÇÃO MEIO BIÓTICO:

FLÁVIO HENRIQUE CUNHA DE FARIAS - Coordenador

MARCELO DA SILVA

BRUNO RODRIGO DE ALBUQUERQUE FRANÇA

ANDRÉ ANTÔNIO DE MELO PESSOA

COORDENAÇÃO MEIO ANTRÓPICO:

BETY JAKELINY MENDES ÁLVARES - Turismo

SÉRGIO BEZERRA PINHEIRO - Resíduos Sólidos

FRANCISCO DA ROCHA BEZERRA JÚNIOR - Urbanismo/RITUR

JOSÉ MAIRTON FIGUEIREDO DE FRANÇA - Socioeconomia

ESTAGIÁRIOS:

LUISA CÂMARA MADEIROS DE ARAÚJO - Biologia

DENISE MARY SANTANA MARCELINO - Biologia

DANIEL MACIEL WEINER - Psicologia

ALEXSON ADRIANO DA SILVA - Eng. Civil

JONATAS FERREIRA DE LIMA - Eng. Civil

ALLISON ADRIANO DA SILVA - Eng. Civil

KADIDJA NARA QUEIROZ CABRAL - Análise Jurídica

FABRÍCIO DE OLIVEIRA GALVÃO - Eng. Civil

CÉZAR AUGUSTO GALVÃO DE PAIVA CAMÊLO - Eng. Elétrica

ALAN KELLNON NÓBREGA DE CARVALHO - Geologia

IGOR PEREGRINO DA SILVA SENA - Geologia

DANILO CURVELO DE SOUZA - Eng. da Computação

GRACIANE AMORIM MIRANDA DE OLIVEIRA - Eng. da Computação

APRESENTAÇÃO

A qualificação de Natal como uma das doze cidades-sede da copa do mundo no Brasil, traz diversas possibilidades de investimentos e conseqüentemente de incremento na economia não apenas da capital, mas de toda Região Metropolitana de Natal (RMNatal).

Este momento se constitui numa oportunidade ímpar para o processo desenvolvimentista da RMNatal. Os investimentos necessários evidentemente vão além das práticas esportivas, visto que demandam uma forte retaguarda em infraestrutura urbana e em recursos naturais.

Natal estará durante vários meses nas telas do mundo inteiro, sendo estimado, segundo a Confederação Brasileira de Futebol – CBF, um público de 1 bilhão de telespectadores. Essa publicidade poderá derivar em resultados magníficos, demonstrando o belo, o organizado, o atrativo, ou por outro lado, explicitando as deficiências, as inconsistências, o atraso. No primeiro caso, o resultado será o fortalecimento sólido do turismo no estado impulsionando diversos outros investimentos na região que, nesta oportunidade, já contará com um dos oito maiores aeroportos do mundo em operação além de um tecnopólo articulado à logística aeroviária do mundo globalizado, o maior da América do Sul e, como o contexto atual sugere, o maior da América Latina.

Isso significa que a RMNatal, por ser uma região com muitos déficits infra-estruturais e fragilidades em seus sistemas ambientais, tem um grande desafio pela frente: se estruturar, de modo a poder oferecer toda infra-estrutura necessária à realização do evento, com sustentabilidade ambiental, exigência atual dos consumidores do mundo desenvolvido. O ponto de partida consiste em identificar as deficiências atuais e os pontos de vulnerabilidade mais representativos. Mas apenas colocar o que falta hoje será com certeza insuficiente para uma cidade-sede da Copa. É necessário dimensionar os investimentos necessários para suprir o modelo de desenvolvimento projetado em bases sustentáveis.

Esse Relatório Ambiental Simplificado – RAS apresenta-se como base científica para alicerçar o processo de tomada de decisões sobre as ações a serem projetadas

na área estudada; entretanto, também se preocupa com outras inversões que porventura venham a ser desenvolvidas em cenários futuros, os quais devem considerar as interfaces entre os meios físico, biótico e antrópico verificados na área de estudo. Se assim for considerada, a área onde o estádio estará localizado contará com estudos integrados, respeitando os diversos sistemas ambientais interatuantes do município de Natal, em todo o seu contexto regional, local e estratégico.

Conforme Art. 33, Inc, VII, §2º da Lei Complementar nº 055 de 27 de janeiro de 2004 – Código de Obras de Natal, a escolha pelo Relatório Ambiental Simplificado – RAS, porém com conteúdo de Estudo de Impacto Ambiental, se deu em atendimento ao que preconiza a referida legislação municipal, e outras legislações ambientais e urbanísticas vigentes, conforme detalhado mais adiante. Do ponto de vista técnico um Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente – RIMA, difere deste RAS por não apresentar o documento de interface com a comunidade atingida.

Entretanto, vale considerar que a situação não remete a elaboração de um RIMA, não apenas do ponto de vista legal, mas também porque está sendo considerada a construção de um estádio de futebol no mesmo local de outro estádio de futebol já existente, porém, com melhor qualidade edilícia. Não se trata, portanto, de um empreendimento locado em substituição a uma floresta, uma restinga, etc., mas sim a mesma tipologia e uso de um empreendimento no lugar de outro já existente.

Dessa forma entende-se que o impacto ambiental se dará apenas no momento da edificação e, aqueles decorrentes de sua utilização não serão diferentes dos que já ocorrem, inclusive se comparado com o evento Carnatal, o qual ocorre no início do mês de dezembro e, analisando os seus números verifica-se uma diferença a maior do que o pretendido com a Copa, senão vejamos:

Carnatal/2008 abrangeu cerca de um milhão de pessoas, sete ambulâncias no circuito interno, 284 banheiros químicos, 294 camarotes, com um total de 6.500 pessoas e outras 9.000 nas arquibancadas.

O estádio envolve 45.000 pessoas exclusivamente com ingressos e sentados no interior do estádio, e mais jogadores e equipes técnicas, prevendo-se uma

população extra de 300 mil pessoas entre a área de influência direta e indireta, banheiros locais ligados à rede de esgotamento sanitário, segurança interna e externa.

Dessa forma, este estudo considerou que a elaboração de um Relatório Ambiental Simplificado é suficiente para avaliar os impactos ambientais do ponto de vista técnico, já que do ponto de vista sócio-cultural, a população já está ambientada com eventos dessa natureza.

Em atendimento ao Termo de Referência estabelecido para este Relatório, assim como buscando cumprir com os objetivos técnico-científicos pré-estabelecidos por sua equipe multi-disciplinar, este documento está estruturado em capítulos, sistematizados da seguinte forma:

O **Capítulo 1** trata da introdução onde o empreendimento é identificado, juntamente ao órgão interessado. Também é identificada a instituição responsável pela elaboração do RAS. Complementarmente este capítulo relata os objetivos e justificativa do Projeto e apresenta legislação incidente sobre a área e aplicável ao tema estudado.

O **Capítulo 2** versa sobre as áreas de influência direta e indireta do Projeto em pauta, conforme os diversos recortes de planejamento adotados, os quais foram definidos em função das características técnicas e geopolíticas, assim como em função dos parâmetros ambientais analisados. Dessa forma foram considerados destacadamente os meios físico, biótico e antrópico.

O **Capítulo 3** contextualiza o empreendimento no espaço e no tempo destacando elementos que justificam o empreendimento, bem como considerando aqueles que merecem atenção especial para que a qualidade ambiental e a manutenção do equilíbrio sejam mantidas.

O **Capítulo 4** levanta todos os dados ambientais relevantes da área em foco, tomando como base os estudos já existentes, realizados pelos profissionais contratados e por demais estudiosos da região, assim como por levantamentos realizados diretamente na área objeto de estudo, com vistas à identificação dos elementos necessários a identificação e caracterização dos parâmetros sócio-ambientais a serem analisados. O Diagnóstico Ambiental está subdividido em: Meio

físico (Aspectos Climáticos; Aspectos Geológicos; Aspectos Geomorfológicos e Hidrogeológicos; Solos; Recursos hídricos); Meio biótico (Fauna e Flora); Meio Antrópico (Socioeconomia; Infra-estrutura social e organizacional; Infra-estrutura urbana; Aspectos turísticos; Uso e ocupação do solo).

O **Capítulo 5** analisa os impactos ambientais relevantes, a partir do diagnóstico ambiental realizado e das informações referentes ao projeto pretendido de instalação no local, qual seja o ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO.

O **Capítulo 6** recomenda medidas mitigadoras voltadas à mitigação de impactos negativos e a potencialização dos impactos positivos com vistas a, de um lado, garantir a qualidade ambiental da área e, de outro, fortalecer o aporte de infraestrutura necessária a melhoria da qualidade ambiental local e do município.

O **Capítulo 7** propõe Plano de Monitoramento dos Impactos Ambientais voltado ao acompanhamento e aferição dos parâmetros ambientais, da verificação da eficiência e eficácia das medidas mitigadoras e da manutenção ou melhoria da qualidade ambiental local e da área de influência indireta do empreendimento.

O **Capítulo 8** traz conclusões que buscam refletir sobre o Relatório Ambiental Simplificado, ora apresentado, sintetizando as análises realizadas nos diferentes âmbitos da ciência aqui estudados e, ao reconhecer que além do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, há a intenção de se promover o uso e ocupação de áreas adjacentes a esse empreendimento, traz recomendações, bem como ressalta soluções tecnológicas importantes a serem adotadas, no caso de usos associados ao Estádio, com vistas ao não comprometimento da qualidade ambiental da área, como também para não inviabilizar o projeto do Estádio e outros adjacentes, ou ainda, para não comprometer sistemas fundamentais de infraestrutura da cidade. Complementarmente, traz alternativas tecnológicas eco-eficientes passíveis de adoção na área em estudo, bem como em diversas áreas do município, demonstrando a potencialidade de uso da área, desde que atendidos o que preconiza a engenharia sanitária e a gestão ambiental responsável e sustentável para as gerações atuais e futuras.

O **Capítulo 9** apresenta a equipe técnica envolvida, destacando as principais formações acadêmicas dos profissionais participantes, no entanto, sem detalhar suas respectivas participações e relevantes contribuições à sociedade e à ciência que têm realizado em suas práticas profissionais e acadêmicas.

O **Capítulo 10**, finalmente, apresenta o referencial bibliográfico pesquisado, demonstrando a base científica revisada, assim como demonstra o referencial teórico adotado para constituição da linha de condução técnico-científica basilar dos estudos ora apresentados.

Em anexo são apresentados os mapas em escala compatíveis com uma melhor visualização de pontos considerados relevantes pelo Termo de Referência e pelo presente Estudo, bem como apresenta o RITUR.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Identificação do empreendimento	1
1.2. Instituição Interessada	3
1.3. Instituição responsável pela elaboração do RAS	3
1.4. Objetivos e Justificativas do Projeto.....	4
1.4.1. Compatibilidade de implantação do empreendimento	6
1.4.2. Alcance socioeconômico	9
1.4.3. Previsão de atividades ligadas ao empreendimento.....	9
1.5. Legislação incidente e aplicável.....	10
1.5.1. Gestão Ambiental	11
1.5.2. Licenciamento Ambiental.....	12
1.5.3. Do Uso e Ocupação do Solo	15
1.5.4. Normas de Proteção e Controle Ambiental.....	18
1.5.4.1. Saneamento Básico.....	18
1.5.4.2. Poluição sonora	21
1.5.4.3. Flora	22
1.5.4.4. Unidades de Conservação	24
1.5.4.5 Recursos Hídricos	25
2. ÁREA DE INFLUÊNCIA	33
2.1. Meio Físico.....	33
2.2. Meio Biótico.....	34
2.3. Meio Antrópico	34
3. EMPREENDIMENTO	35
3.1. Informações Gerais.....	35
3.2. Descrição técnica.....	44
4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	46
4.1. Meio Físico.....	46
4.1.1. Aspectos climáticos	46
4.1.1.1. Caracterização regional.....	46
4.1.1.2. Caracterização Local	47

4.1.2. Aspectos Geológicos	74
4.1.3. Aspectos Geomorfológicos e Hidrogeológicos	77
4.1.3.1. Aspectos Geomorfológicos.....	77
4.1.3.2. Aspectos Hidrogeológicos	84
4.1.4. Solos.....	93
4.1.4.1. Fundamentação teórica de solos.....	93
4.1.4.2. Caracterização dos solos de Natal	98
4.1.4.3. Caracterização dos solos da área do empreendimento.....	101
4.1.4.4. Mapeamento da área de solos	105
4.1.5. Recursos Hídricos.....	107
4.1.5.1. Águas Superficiais	107
4.1.5.2. Hidrogeologia	128
4.1.5.3. Dimensões e limites.....	137
4.1.5.4. Potenciometria da área.....	140
4.1.5.5. Condições de recarga e descarga	141
4.1.5.6. Características hidrodinâmicas da área.....	144
4.1.5.7. Interação das águas subterrâneas e superficiais	145
4.1.5.8. Caracterização da qualidade das águas subterrâneas na área.....	146
4.1.5.9. Vulnerabilidade natural do aquífero da área estudada à contaminação	148
4.1.5.10. Considerações.....	157
4.2. Meio Biótico.....	159
4.2.1. Ecossistemas Terrestres	159
4.2.1.1. Metodologia do Diagnóstico Florístico e Faunístico	159
4.2.1.2. Diagnóstico Florístico do Ecossistema Terrestre.....	162
4.3. Meio Antrópico	201
4.3.1. Socioeconomia	201
4.3.1.1. Introdução.....	201
4.3.1.2. Localização e Limites Políticos e Administrativos da Cidade do Natal	202
4.3.1.3. Dinâmica Populacional	205
4.3.1.4. Aspectos Econômicos	207
4.3.2. Infra-estrutura social e organizacional	220

4.3.2.1. Área de Influência Direta – AID	229
4.3.2.2. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA	235
4.3.3. Infra-estrutura Urbana.....	244
4.3.3.1. Sistemas de Abastecimento de Água	244
4.3.3.2. Sistemas de Esgotos Sanitários	248
4.3.3.3. Sistema de Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos Existente	253
4.3.4. Aspectos turísticos.....	258
4.3.4.1. Turismo e Eventos Esportivos	260
4.3.4.2. Natal como sede da Copa do Mundo 2014	272
4.3.4.3. Considerações.....	289
4.3.5. Uso e Ocupação do Solo	291
4.3.5.1. Processo de formação da área.....	293
4.3.5.2. Tipologia edilícia	295
4.3.5.3. Áreas de domínio público e de preservação, inclusive valores históricos e culturais	306
4.3.5.4. Cobertura Vegetal	307
5. ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	310
5.1. Considerações iniciais	310
5.2. Metodologia.....	311
5.3. Avaliação dos impactos ambientais	313
5.3.1. Fase de planejamento	313
5.3.2. Fase de implantação.....	314
5.3.3. Fase de operação	316
5.4. Análise da matriz de impactos	316
6. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS	329
6.1. Fase de implantação.....	331
6.1.1. Demolição da estrutura existente.....	331
6.1.1.2. Meio físico	331
6.1.1.2. Meio biótico	332
6.1.1.3. Meio antrópico	332
6.1.2. Instalação do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO..	332
6.1.2.1. Meio físico	333

6.1.2.2. Meio biótico	334
6.1.2.3. Meio antrópico	334
6.1.3. Desmobilização da obra	335
6.1.3.1. Meio físico	335
6.1.3.2. Meio biótico	336
6.1.3.3. Meio antrópico	336
6.2. Fase de operação	336
6.2.1. Meio físico.....	337
6.2.2. Meio biótico.....	337
6.2.3. Meio antrópico	338
7. PLANOS DE MONITORAMENTO.....	339
7.1.2. Os Impactos na implantação do empreendimento.....	342
7.1.2.1. Classificação dos resíduos de construção civil.....	344
7.1.2.2. Fase de demolição	347
7.1.2.3. Fase de construção	357
7.1.3. Os impactos na operação do empreendimento	369
7.1.3.1. O gerenciamento de resíduos comuns	369
7.1.3.2. Gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde (RSS)	370
7.1.3.3. Coleta seletiva	376
7.1.3.4. A Coleta de resíduos de capina.....	383
7.1.3.5. A varrição	384
7.1.4. Recomendações	385
7.2. Programa de proteção dos recursos paisagísticos	387
7.2.1. Objetivos	387
7.2.2. Justificativa	387
7.2.3. Atividades previstas	388
7.2.4. Duração do programa	389
7.2.5. Responsáveis	389
7.3. Plano de salvamento e manejo do meio biótico	389
7.3.1. Objetivo.....	389
7.3.2. Justificativa	389
7.3.3. Metodologia	390

7.4. Programa de monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	395
7.4.1. Justificativa	395
7.4.2. Objetivos	399
7.4.3. Atividades previstas	399
7.4.4. Duração do Programa.....	402
7.4.5. Responsáveis	402
7.5. Programa de educação ambiental	403
7.5.1. Justificativa	403
7.5.2. Objetivo.....	403
7.5.3. Atividades previstas	404
7.5.4. Duração do Programa.....	405
7.5.5. Responsáveis	405
7.5.6. Resultados Esperados.....	405
8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES SOBRE CENÁRIOS FUTUROS	406
8.1. Recomendações do Gramado	407
8.1.1. Características Edafo-climáticas de Natal	407
8.1.2. Características de Gramado Esportivo	408
8.1.3. Características das Espécies para Gramados Esportivos	409
8.1.4. Espécies Recomendadas para Gramados Esportivos em Natal, RN	409
8.1.5. Características Técnicas para o Plantio.....	412
8.1.6. Conclusão	413
8.2. Recomendações do Meio Físico.....	413
8.3. Recomendações Rio Potengi (Recomendações de Estudos a Serem Desenvolvidos Pertinentes a Ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário e de Macro drenagem de Natal)	417
8.3.1. Estudos a serem desenvolvidos	421
8.3.2. Sobre calibração de modelos e necessidade de dados.....	424
8.3.3. Sobre medições para calibração geométrica – Nível 1	425
8.3.4. Sobre medições para calibração hidrodinâmica – Nível 2	426
8.3.5. Sobre medições para calibração de transporte – Nível 3	428
8.4. Recomendações sobre sistema de drenagem alternativo	432
8.4.1. Introdução	432

8.4.2. O Desenvolvimento de Baixo Impacto – LID	433
8.4.2.1. Generalidades	433
8.4.2.2. Benefícios de Projetos LID	435
8.4.2.3. O Controle da Inundação.....	438
8.4.3. O caso específico do estádio da Arena das Dunas e da Bacia XII	440
8.4.4. Ações a Serem Implementadas no Sistema de Drenagem do Arena das Dunas	445
8.5. Recomendações sobre Direito de Superfície	446
8.5.1. Aspectos gerais e legais acerca do Direito de Superfície	446
8.5.2. Direito de superfície no Estatuto da Cidade e no Código Civil de 2002..	448
8.5.3. Direitos das partes. Pagamento. Transmissão do Direito. Preferência...	448
8.5.4. Extinção do Contrato de Direito de Superfície	450
8.5.5. Conclusão sobre o Direito de Superfície.....	452
9. EQUIPE TÉCNICA	454
10. REFERÊNCIAS	459

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Projeto esquemático do Estádio Arena das Dunas e Áreas de Estacionamento.....	2
Figura 2. Escadas que interligam a área do pódio ao anel superior (A); núcleo de elevadores, (B, C e D)	38
Figura 3. Sairas diretas de escape (A); Delimitação de zonas de segurança (B e C)	39
Figura 4. Áreas de estacionamento.....	41
Figura 5. Áreas de imprensa	43
Figura 6. Precipitação total no período de 1984 – 2009 no município de Natal/RN ..	48
Figura 7. Imagens do satélite meteorológico GOES-10 do dia 25/02/2009, ambos registrados às 11:45 p.m.. Na primeira imagem vê-se a ZCIT atuando sobre o Brasil e continente africano. Na segunda imagem observa-se a ZCIT em ação sobre o Nordeste do Brasil.....	50
Figura 8. Média mensal das precipitações em Natal/RN período de 1984 – 2007	51
Figura 9. Acumulado mensal x nº de dias com chuvas nos anos de 2008 e 2009	55
Figura 10. Intensidade de chuva máxima anual em função da duração e do período de retorno	56
Figura 11. Gráfico de ocorrência de Temperaturas mínimas no município de Natal em uma escala temporal de 25	57
Figura 12. Gráfico de registro das maiores temperaturas ocorridas em Natal/RN na escala temporal de 1984 – 2009	58
Figura 13. Gráfico de registro da Umidade Relativa do Ar em Natal/RN, ao longo dos meses, no decênio compreendido entre 1998 – 2008.....	60
Figura 14. Umidade Relativa do Ar no Município de Natal no Período de 1984 - 2009	61
Figura 15. Pressão atmosférica média anual de Natal/RN no período de 2001 a 2009	64
Figura 16. Pressão atmosférica mensal no município de Natal no período de 2001 a 2009	65
Figura 17. Comportamento da Nebulosidade e da Cobertura de Nuvens na área da Base Aérea de Natal ao longo do ano de 2007	66
Figura 18. Comportamento da Insolação média mensal e da Nebulosidade média diárimensal para o período de 1984-1995 na Estação Climatológica da UFRN, Natal/RN.....	67
Figura 19. Irradiância Solar Média Diária no topo da atmosfera, em megajoule por metro quadrado, tomando por base o método de IQBAL, M (1983).....	67
Figura 20. Imagem GOES INPE/CPTEC/DSA - 2009-07-23.....	68
Figura 21. Predominância dos ventos em Natal.....	69
Figura 22. Comportamento dos ventos no município de Natal/RN.....	70

Figura 23. Comportamento das correntes oceânicas no Atlântico	71
Figura 24. Balanço hídrico da região de Natal segundo o método de Thornthwaite & Mather (1955) e dados da Estação Climatológica da UFRN	73
Figura 25. Localização da área estudada com relação à cidade do Natal. Imagem do satélite Landsat 7 (composição R-2;G-3: B-4), obtida em 1999 onde estão ressaltados os campos de dunas do Parque das Dunas (CDPD) e Pirangi/Potengi (CDPP)	75
Figura 26. Carta imagem da área de influência direta do empreendimento, onde está evidenciada a extensiva ocupação do meio natural pela expansão da cidade de Natal. O substrato sobre o qual assentam tais ocupações corresponde a areias eólicas associadas às dunas transgressivas e depressões interdunares geralmente com afloramento do lençol freático originando as lagoas, bastante comuns no cenário geológico-geomorfológico original.	77
Figura 27. Modelo digital de Terreno da cidade do Natal, onde são ressaltadas as altitudes mais elevadas dos campos de dunas do Parque das Dunas (CDPD) e Pirangi/Potengi (CDPP) (dados altimétricos obtidos do Governo do estado). À direita dois perfis selecionados mostram o relevo mais elevado dos campos de dunas, sugerindo maior volume de armazenamento de águas pluviais (Amaral et al. 2005a)	80
Figura 28. Modelo digital de elevação do terreno da cidade do Natal na vizinhança do empreendimento ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO. Dados de altimetria em metros	84
Figura 29. Curvas isopotenciométricas e linhas de fluxo da água subterrânea na região do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO	92
Figura 30. Taxa de infiltração em vários tipos de solos (modelo Withers e Vipond) .	97
Figura 31. Área do empreendimento em 1972, com destaque para o estádio Machadão e entorno – verificando-se atividades de terraplenagem	104
Figura 32. Área do empreendimento em 2000 com destaque para o estádio Machadão e Centro Administrativo do Estado em baixo topográfico	104
Figura 33. Hietograma de máximos para $T = 2$ anos	110
Figura 34. Precipitações acumuladas ou total precipitado para $T = 2$ anos, P(mm)	111
Figura 35. Hietograma de máximos para $T = 10$ anos	111
Figura 36. Precipitações acumuladas ou total precipitado para $T = 10$ anos, P(mm)	112
Figura 37. Hietograma de máximos para $T = 25$ anos	112
Figura 38. Precipitações acumuladas ou total precipitado para $T = 25$ anos, P(mm)	113
Figura 39. Hietograma de máximos horários para $T = 2$ anos	114
Figura 40. Precipitações acumuladas ou total precipitado para $T = 2$ anos, P(mm)	114
Figura 41. Hietograma de máximos horários para $T = 10$ anos	115
Figura 42. Precipitações acumuladas ou total precipitado para $T = 10$ anos, P(mm)	115

Figura 43. Hietograma de máximos horários para $T = 25$ anos	116
Figura 44. Hietograma de máximos horários para $T = 25$ anos	116
Figura 45. Hietograma de máximos horários para $T = 2$ anos	117
Figura 46. Precipitações acumuladas ou total precipitado para $T = 2$ anos, P(mm)	117
Figura 47. Hietograma de máximos horários para $T = 10$ anos	118
Figura 48. Precipitações acumuladas ou total precipitado para $T = 10$ anos, P(mm)	118
Figura 49. Hietograma de máximos horários para $T = 25$ anos	119
Figura 50. Precipitações acumuladas ou total precipitado para $T = 25$ anos, P(mm)	119
Figura 51. Hietograma de projeto para $T = 25$ anos, duração da chuva de 120 min e instante de ocorrência da intensidade de chuva máxima de 60 min.	125
Figura 52. Bacia XII-5 e linhas isócronas	126
Figura 53. Hidrograma gerado na sub-bacia XII-5	127
Figura 54. Litoestratigrafia simplificada da região de Natal-RN (bacia costeira).	131
Figura 55. Mapa potenciométrico do Sistema Aquífero Dunas-Barreiras na zona sul da cidade de Natal/RN (fevereiro/1993). Modificado de Melo (1995).	134
Figura 56. Mapa de localização dos poços da captação de Lagoa Nova I da CAERN	138
Figura 57. Modelo hidrogeológico conceitual para a área do Centro Administrativo, Estádio Machadão e Ginásio Machadinho	139
Figura 58. Mapa potenciométrico da área do Centro Administrativo do Estado do RN e adjacências. Observar localização aproximada do estádio Machadão e ginásio Machadinho. Notar depressões da superfície potenciométrica do sistema aquífero Dunas-Barreiras nas imediações das captações da CAERN devido ao bombeamento dos poços.	142
Figura 59. Seção hidrogeológica cruzando a região do Centro Administrativo e imediações do estádio Machadão e ginásio Machadinho.	143
Figura 60. Principais processos de atenuação de contaminantes nas águas subterrâneas	151
Figura 61. Sistema de avaliação de vulnerabilidade de aquíferos	153
Figura 62. Área alagadiça próxima a uma lagoa por trás do posto de combustível do Centro Administrativo que margeia a Av. Senador Salgado Filho – BR-101 (A) e lagoa próxima ao Kartódromo da Av. Prudente de Moraes (B)	160
Figura 63. Vegetação herbácea próxima ao Campo de Futebol do Centro Administrativo (A) e Vegetação herbácea com algumas arbóreas nas proximidades do Estádio João Machado (B)	161
Figura 64. Plantas registradas na Área de Influência do Estádio das Dunas, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil	164
Figura 65. Localização das subáreas para caracterização da vegetação	169
Figura 66. Plantas comuns na área de estudo: casuarina (<i>Casuarina</i> sp.) A , eucalipto (<i>Eucalyptus</i> sp.) B , flamboyant (<i>D. regia</i>) C , mugumba (<i>P. aquatica</i>) D ,	

pau-brasil (<i>C. echinata</i>) E , ipê-roxo (<i>T. impetiginosa</i>) F , craibeira (<i>T. aurea</i>) G e mangueira (<i>M. indica</i>) H	171
Figura 67. A palmeira-imperial (<i>Roystonea</i> sp.) espécie abundante no Centro Administrativo.....	172
Figura 68. Localização das espécies arbóreas no Centro Administrativo	173
Figura 69. Algumas plantas herbáceas encontradas no Centro Administrativo: cabeça-de-negro (<i>S. verticillata</i>) A , poaia-do-campo (<i>R. grandiflora</i>) B , melosa-da-praia (<i>C. hispidula</i>) C e jitrana-cabeluda (<i>M. aegyptia</i>) D	175
Figura 70. Plantas encontradas nos canteiros na área de influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E SUAS ÁREAS DE ESTACIONAMENTO: espirradeira (<i>N. oleander</i>) A , gergelim-bravo (<i>C. retusa</i>) B , alamanda (<i>A. cathartica</i>) C e alamanda-roxa (<i>A. blanchetii</i>) D . (Fotos: Denise Santana – A, Luísa Câmara – B, C e D)	177
Figura 71. Diversidade de espécies para as famílias de anfíbios Anuros na Área de Influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.....	178
Figura 72. Espécies mais observadas na área de influência: <i>Rhinella granulosa</i> (A), <i>Scinax x-signatus</i> (B), <i>Scinax fuscovarius</i> (C) e o <i>Leptodactylus troglodytes</i> (D) ...	179
Figura 73. Diversidade de espécies para as famílias de répteis da ordem Squamata na Área de Influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil	182
Figura 74. Riqueza de espécies de anfíbios e répteis presentes na Área de Influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO em comparação com a riqueza do Brasil para estes grupos e a porcentagem correspondente.	182
Figura 75. Espécie que foi observada com maior frequência na área de estudo foi a lagartixa.....	183
Figura 76. Curva do coletor para as aves da Área de Influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, Natal, Rio Grande do Norte	190
Figura 77. Aves comuns na Área de influência: rolinha-picui (<i>C. picui</i>) (A), pardal (<i>P. domesticus</i>) (B), suiriri (<i>T. melancholicus</i>) (C) e a lavadeira-mascarada (<i>F. nengeta</i>) (D)	191
Figura 78. Aves comuns na Área de influência: bico-de-lacre (<i>Estrilda astrild</i>) (A), vira-bosta (<i>Molothrus bonariensis</i>) (B), corruíra (<i>Troglodytes musculus</i>) (C) e a cardeal-do-nordeste (<i>Paroaria dominicana</i>) (D)	193
Figura 79. Abundância relativa das quinze espécies mais representativas	194
Figura 80. O canário-da-terra-verdadeiro (<i>Sicalis flaveola</i>) (A) foi introduzido no Centro Administrativo e vira-bosta (<i>Molothrus bonariensis</i>) uma ave parasita de ninhos (B).....	196
Figura 81. Diversidade de espécies para as famílias de mamíferos na Área de Influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.....	198

Figura 82. Rastro de raposa encontrado na área de estudo (A e B), rastro de cão doméstico no Centro Administrativo (C) e gato doméstico circulando na área do Centro Administrativo (D)	199
Figura 83. Metropolitana de Natal	203
Figura 84. Geográficos e Regiões Administrativas da Cidade do Natal	204
Figura 85. Interno Bruto de Natal por Setores de Atividade - 2006	208
Figura 86. Flutuações do Emprego Formal em Natal – 2003-2008	212
Figura 87. Distribuição da População de Natal em Classes de Rendimentos – 2000	213
Figura 88. Participação da AID nas Classes de Rendimentos – 2000	213
Figura 89. Distribuição da População na AID por Classe de Rendimentos – 2000	214
Figura 90. Equipamentos para Venda de Artesanato	280
Figura 91. Equipamentos e Serviços para Reuniões e Eventos	282
Figura 92. Avaliação dos preços dos bens e serviços adquiridos no município do Natal pela demanda turística, 2006-2008	284
Figura 93. Aspectos que mais agradaram a demanda turística em relação ao município do Natal, 2006-2008	288
Figura 94. Aspectos que menos agradaram a demanda turística em relação ao município do Natal, 2006-2008	289
Figura 95. Exemplar de uma casa do Conjunto Lagoa Nova I (1975), com poucas modificações.	296
Figura 96. Residência do Conjunto Lagoa Nova I modificada	296
Figura 97. de verticalização com uso residencial multifamiliar nos bairros de Lagoa Nova e Candelária	297
Figura 98. Traçado complexo com vias e passeio com medidas inadequadas	298
Figura 99. Residência sem a presença de recuo lateral e frontal	298
Figura 100. Antiga casa de conjunto substituída por atividade comercial	299
Figura 101. Verticalização do uso comercial	300
Figura 102. Verticalização do uso comercial	301
Figura 103. 5ª Companhia de Polícia de Radiopatrulha, conj. Lagoa Nova I	302
Figura 104. Praça São Camilo de Lelis, localizado no Conjunto Lagoa Nova I	304
Figura 105. Praça Lourdes Guilherme, localizado no Potilândia	305
Figura 106. Espaços vazios encontrados na área de influência	306
Figura 107. Realce da cobertura vegetal da área de análise	308
Figura 108. Cobertura vegetal localizada em canteiro central	309
Figura 109. Cobertura vegetal localizada no Centro Administrativo	309
Figura 110. Conceituação dos Parâmetros de Avaliação	312
Figura 111. Matriz de Avaliação Impactos Ambientais	317
Figura 112.. Gráfico da reversibilidade dos impactos na fase de implantação	324
Figura 113. Gráfico da reversibilidade dos impactos na fase de implantação	324
Figura 114. Gráfico da Temporalidade dos impactos na fase de implantação	325
Figura 115. Gráfico da classificação dos impactos na fase de Operação	327

Figura 116. Gráfico da reversibilidade dos impactos na fase de Operação	327
Figura 117. Destinação final de resíduos por classificação.....	346
Figura 118. Materiais de demolição por tipo de manejo	348
Figura 119. Lista dos principais Resíduos gerados na fase de demolição	350
Figura 120. Triturador Móvel	354
Figura 121. Lista dos resíduos em cada fase da construção	361
Figura 122. Região do Guajirú, município de São Gonçalo	367
Figura 123. Margem direita da estrada de Jenipabú, município de Extremoz.....	368
Figura 124. Coletores Seletivos sem pedestal	378
Figura 125. . Modelo do Contentor Coletor	383
Figura 126. Varredeira de piso	385
Figura 127. Layout do complexo Arenas das Dunas.....	419
Figura 128. Detalhe do complexo esportivo João Cláudio Machado e Centro de Eventos	420
Figura 129. Vista do Estuário Jundiaí-Potengi	420
Figura 130. Mapa potenciométrico da área do Centro Administrativo do Estado do RN e adjacências, com realce da localização do estádio <i>Machadão</i> e depressões da superfície potenciométrica do sistema aquífero Dunas-Barreiras nas imediações das captações da CAERN devido ao bombeamento dos poços.....	442
Figura 131. Célula de Bio-retenção.....	443
Figura 132. Célula de Bio-retenção.....	443
Figura 133. Exemplo de uma célula de bio-retenção colocada em um estacionamento: Dimensões: 11,6 m x 3,6 m, profundidade = 1,2 m. Um dreno subterrâneo no fundo para drenar e evitar saturação, o qual foi coberto por 20 cm de pedregulho (2,5 a 5 cm), preenchido com mistura do solo a uma profundidade de 30 cm abaixo do meio fio	444
Figura 134. Filtros de Caixa de Árvore: São mini-sistemas de filtração – bio-retenção, instalados embaixo das árvores. Controlam runoff, é limpo pela vegetação e pelo solo antes de entrar na bacia de captação. Esse runoff coletado ajuda na irrigação das árvores. É um container preenchido com uma mistura de solo, uma camada de terra vegetal, um sistema de drenagem subterrânea conectado com uma galeria de drenagem	444
Figura 135. Infiltração das águas pluviais captadas nos locais impermeáveis do estacionamento através de camadas drenantes situadas entre as vagas	445

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fenômenos El Niño e La Niña ao longo do século XX.....	49
Tabela 2. Ocorrências de precipitações maiores que 100 mm no período de 1984-2009 registradas na Estação Climatológica da UFRN	53
Tabela 3. Total de dias com precipitação anual no período de 2003-2009	54
Tabela 4. Umidade Relativa no período de 1984 - 2007	62
Tabela 5. Algumas lagoas na cidade do Natal ao Sul do Rio Potengi. As lagoas destruídas foram aterradas ou encontram-se poluídas e modificadas em sua geometria. As lagoas preservadas estão em processo de ocupação	82
Tabela 6. Dados regionais sobre as potencialidades dos recursos hídricos subterrâneos – Faixa Litorânea Leste de Escoamento Difuso do RN – 16	86
Tabela 7. Dados sobre a água subterrânea na Grande Natal	88
Tabela 8. Valores de k	121
Tabela 9. Coeficientes de deflúvio em função da ocupação do solo.....	122
Tabela 10. Coeficientes de deflúvio das áreas de influência da sub-bacia XII-5.....	126
Tabela 11. Dados técnicos dos poços que compõem a captação de Lagoa Nova .	155
Tabela 12. Índices de vulnerabilidade calculados para o sistema aquífero Dunas-barreiras na área estudada	157
Tabela 13. Anfíbios registrados na área de influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. Tipo de Registro: AD - auditivo, CP - captura, VS - visual, EN – entrevista e FT - fotografado.....	180
Tabela 14. Répteis registrados na Área de Influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. Tipo de Registro: AD - auditivo, CP - captura, VS - visual, EN – entrevista e FT - fotografado.....	184
Tabela 15. Aves registradas na Área de Influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. AB (Abundância absoluta), AR (Abundância relativa) e FR (Frequência relativa). Tipo de Registro: AD - auditivo, VS – visual, EN – entrevista e FT - fotografado.....	186
Tabela 16. Mamíferos registrados na área de influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. Tipo de Registro: AD - auditivo, CP - captura, VS - visual, EN – entrevista e FT - fotografado	200
Tabela 17. População Masculina e Feminina de Natal	206
Tabela 18. População Masculina e Feminina da Área de Influência Direta	207
Tabela 19. Produto Interno Bruto de Natal – 2003-2006.....	208
Tabela 20. População Economicamente Ativa em Natal – 1991 e 2000.....	210
Tabela 21. Salários e Emprego Formal em Natal - 2003-2008	211
Tabela 22. Atividade Empresarial por Setor- 2006.....	215
Tabela 23. Empreendimentos Estratégicos na AID – 2009.....	216
Tabela 24. Indicadores Sócio-Demográficos.....	221

Tabela 25. Natal: Porcentagem da Renda Apropriada por Estratos da População	222
Tabela 26. . Natal: evolução do fluxo turístico	223
Tabela 27. Taxa de Desemprego da População de 20 a 59 Anos, segundo as zonas administrativas de Natal	224
Tabela 28. Percentual de Empregados com Trabalho Protegido	224
Tabela 29. Natal: Desenvolvimento Humano - índices	225
Tabela 30. Rede Ambulatorial	226
Tabela 31. AID: Renda Média Mensal e Índice de Qualidade de Vida	233
Tabela 32. AID: Moradores em domicílios por classe de rendimento	234
Tabela 33. AID: Percentual da População residente alfabetizada de 5 anos ou mais de idade	234
Tabela 34. AID: Organização Comunitária	235
Tabela 35. All: Renda Média Mensal e Índice de Qualidade de Vida	236
Tabela 36. All: Percentual da População residente alfabetizada de 5 anos ou mais de idade	238
Tabela 37. All: Organização Comunitária	242
Tabela 38. All: Síntese do acesso a Infra-estrutura	243
Tabela 39. Coordenadas dos poços, elevatória e reservatórios do sistema Lagoa Nova I.	246
Tabela 40. Coordenadas dos poços, elevatória e reservatórios do sistema Lagoa Nova II.	247
Tabela 41. Coordenadas das estações elevatórias existentes das bacias H e I.	252
Tabela 42. Coordenadas das estações elevatórias projetadas das bacias H e I.	253
Tabela 43. Composição de Gastos Individuais no Turismo de Eventos	264
Tabela 44. Comparativo dos Gastos entre Habitantes e Visitantes	269
Tabela 45. Fluxo Turístico Grande Natal 1999-2007	273
Tabela 46. Capacidade dos Meios de Hospedagem na Grande Natal, 2009	274
Tabela 47. média de ocupação da rede hoteleira	275
Tabela 48. Equipamentos de Alimentação em Natal e Grande Natal	276
Tabela 49. Agências de Viagem, Receptivo e Operadoras de Tours	277
Tabela 50. equipamentos e serviços turísticos	278
Tabela 51. Qualificação dos Atrativos Turísticos do município de Natal, avaliados pela demanda turística, 2006-2008	285
Tabela 52. Qualificação dos Equipamentos e Serviços Turísticos do município de Natal, avaliados pela demanda turística, 2006-2008	286
Tabela 53. Qualificação da Infraestrutura do município de Natal, avaliados pela demanda turística	287
Tabela 54. Conjuntos localizados na área de influência direta	293
Tabela 55. Principais alterações ocorridas na área de influência	294
Tabela 56. Relação das Praças do Bairro de lagoa Nova	304
Tabela 57. Total de parâmetros analisados por meio durante a fase de planejamento	323

Tabela 58. Total de parâmetros analisados por meio durante a fase de implantação	326
Tabela 59. Total de parâmetros analisados por meio durante a fase de operação.	328
Tabela 60. Parâmetros considerados nos Modelos de Qualidade da Água do SisBaHiA[®]	430

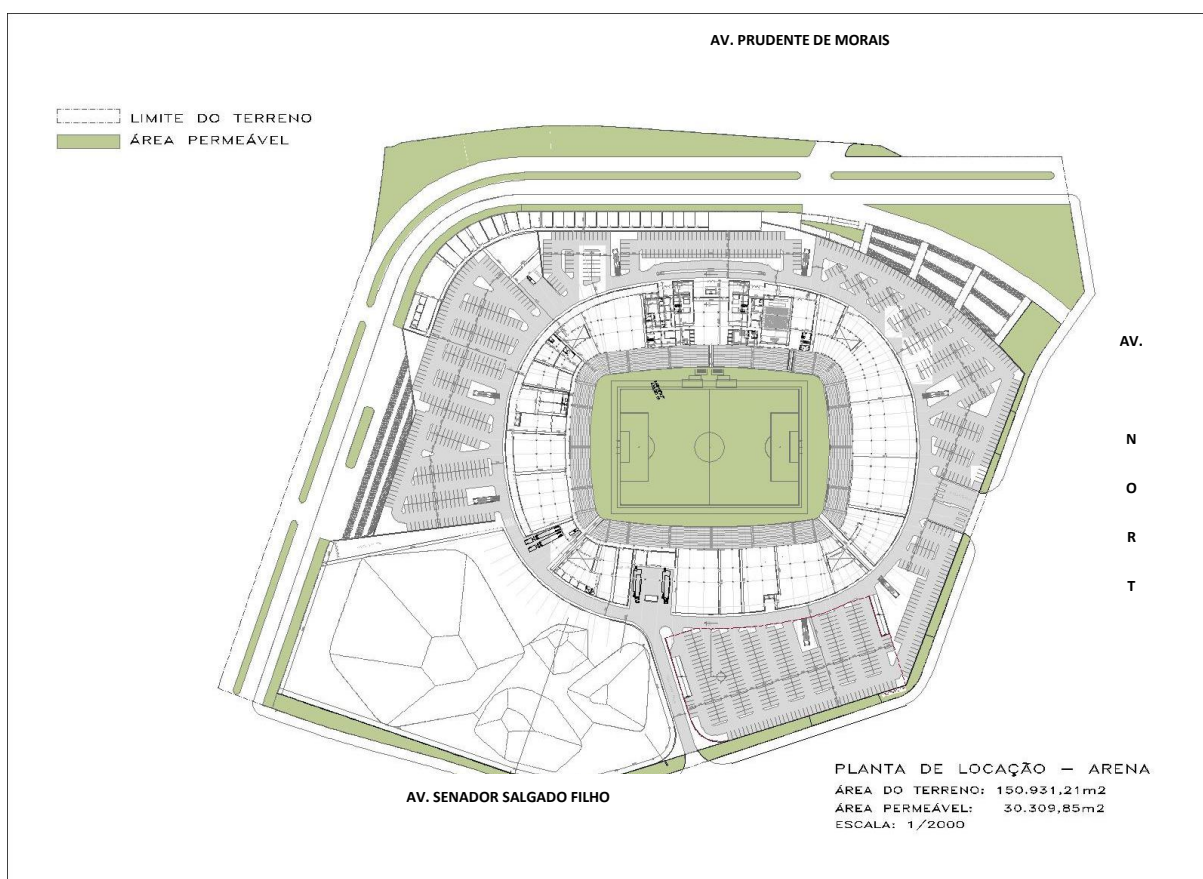
1. INTRODUÇÃO

1.1. Identificação do empreendimento

- **Nome:** ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO.
- **Localização:** O empreendimento localiza-se ao lado do Centro Administrativo do Estado, entre as avenidas Prudente de Moraes, Norton Chaves (Lima e Silva) e Senador Salgado Filho, no bairro de Lagoa Nova. Na divisão político-territorial, insere-se na Zona Administrativa Sul da cidade do Natal, no bairro de Lagoa Nova.
- **Histórico do empreendimento:** Com o interesse em ser uma das capitais brasileiras que sediará a copa do mundo de 2014, os governos estadual e municipal uniram esforços para viabilização de um empreendimento esportivo moderno capaz de receber o público durante o evento, bem como dotar a cidade receptiva de infra-estrutura de suporte (a qual também servirá posteriormente à prestação desses serviços públicos à sociedade), através de uma parceria público-privada. Assim, não se trata apenas de um projeto desenvolvido somente para realização da Copa do Mundo, mas será deixado um legado permanente e relevante para a população.
- **Informações gerais que identifiquem o projeto do empreendimento:** O ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO terá capacidade prevista para 45.000 pessoas, incluindo aqueles espaços destinados à área VIP, imprensa e comentaristas. Terá escadas ao longo de todo o seu perímetro, interligando o nível do solo ao nível do anel de circulação principal. A combinação das circulações verticais, incluindo os elevadores, permitirá um acesso confortável e tranquilo. O Estádio terá 27 escadas externas e 5 núcleos de elevadores. A imprensa contará com área de desembarque e entrada exclusiva, ambas no nível de serviços a qual também contará com um acesso exclusivo ao anel inferior. Os estacionamentos com todas as vagas necessárias (aproximadamente 7250)

estarão contidos dentro do perímetro do terreno (num raio de 800 metros) e em volta do estádio. O campo medirá na sua totalidade 7.140 m², incluindo a área gramada de 9.600 m². Serão disponibilizadas 280 posições para pessoas com deficiências no anel inferior, na fila em nível com o acesso, tendo espaço para cadeira de rodas e assento para auxiliar. Ao lado do estádio, e fazendo parte da arena, está prevista a construção de uma arena multiuso com capacidade para 5.000 pessoas e um centro de eventos para 1.500 pessoas.

Figura 1. Projeto esquemático do Estádio Arena das Dunas e Áreas de Estacionamento



Fonte: SEMURB, 2009.

- **Mapa de localização da obra:** No Anexo 1 deste Relatório Ambiental Simplificado – RAS (mapa de localização da obra) é possível se observar a área prevista para execução da obra, qual seja, a construção do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, além de pontos de referência próximos num

raio de 1.000m que auxiliam na localização da área prevista para a intervenção. Também é feito um destaque para a área do estacionamento num raio limite de 800m conforme normas estabelecidas pela *Fédération Internationale de Football Association* (FIFA).

1.2. Instituição Interessada

- **Instituição interessada:** Prefeitura Municipal do Natal
- **Endereço da instituição interessada:** Rua Ulisses Caldas, 81, Centro - CEP: 59025-090.
- **Telefones e e-mails para contato:** (84) 3232-9489/3232-8845/3232-8850/3232-8715 (semurb@natal.rn.gov.br).

1.3. Instituição responsável pela elaboração do RAS

- **Nome e razão social, CNPJ e inscrição estadual:** FUNDEP – Fundação para o Desenvolvimento Sustentável da Terra Potiguar, com CNPJ nº. 02.663.697/0001-06
- **Endereço da instituição responsável pela elaboração do RAS:** Rua Zeferina Lopes, 18, Praia de Pitangui, Extremoz/RN.
- **Nome do coordenador geral do RAS, telefone e e-mail:** Leonardo Bezerra de Melo Tinoco, telefone (84) 9136-8373, leonardotinoco2@gmail.com
- **Informações complementares sobre a instituição:** Instituição representada pela sua Diretora Presidente, Sr^a. JUREMA MÁRCIA DANTAS DA SILVA, R.G. nº 488.776 SSP/RN, CPF 059.659.141-91.

1.4. Objetivos e Justificativas do Projeto

O projeto tem como principal objetivo a construção do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, além da reurbanização do local através de uma proposta regida por princípios inovadores visando sua singularidade, estimulando à valorização permanente da identidade e da imagem local. Para tanto se buscam os seguintes objetivos específicos:

- Construir o ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, buscando criar uma infra-estrutura de apoio ao esporte e lazer associada à qualidade de vida, valorizando os aspectos socioeconômicos e ambientais da região;
- Implantar a infra-estrutura de estacionamento buscando atender toda a demanda exigida ao funcionamento do estádio, concomitantemente respeitando a harmonia e as condições ambientais da área;
- Implantar infra-estrutura de abastecimento de água, drenagem pluvial, esgotamento sanitário e de manejo de resíduos sólidos que assegure a preservação do solo e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e que suporte tecnicamente e adequadamente o funcionamento da superestrutura;
- Consolidar a imagem do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO como uma obra socialmente responsável, através de atitudes ecologicamente corretas, além de ações para qualificação de mão-de-obra, priorizando a contratação de mão-de-obra local;
- Possibilitar a valorização imobiliária e o desenvolvimento de atividades econômicas geradoras de empregos diretos e indiretos e de receita para economia local e regional, não apenas durante o evento da Copa do Mundo, mas posteriormente como benefício à sociedade.

O ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO assume grande posição estratégica, visto que foi através desse empreendimento que a capital Natal foi eleita como uma das sedes da Copa do Mundo em 2014. Esse evento por si só já constitui-se como elemento estratégico para o desenvolvimento do município, visto

que a cidade estará sendo vista por aproximadamente 1 bilhão de telespectadores em todo o mundo.

Essa concentração de olhares no município pode contribuir em muito para o incremento de uma das principais atividades econômicas atuais do RN: o turismo. Dessa forma, o estado contará com uma oportunidade ímpar, de capitalizar o evento como importante instrumento de divulgação do turismo estadual, atraindo em contrapartida turistas e investidores, podendo assim, gerar um efeito sinérgico muito intenso para a economia do estado e, conseqüentemente, com efeitos positivos no fortalecimento sócio-econômico, através de forte injeção de capital externo na economia local e da geração de diversas oportunidades de ocupação e renda para a população, para profissionais das mais diversas formações, bem como para as empresas sediadas no município.

Associadamente, Natal como uma das cidades-sede da Copa do Mundo poderá mostrar-se em sua expressão metropolitana, visto contar com um parque científico e tecnológico em plena expansão: com os campus da UFRN, IEFN, UnP e diversas outras IES, assim como com o Instituto de Neurociências do Brasil); contar com um tecnopólo – o Aeroporto de São Gonçalo do Amarante – de logística aeroviária, com previsão de sua interligação multimodal com o Porto de Natal e as Rodovias Federais BR 101 e BR 406; com um sistema de turismo bem estruturado e com disponibilidade de leitos e imóveis comerciais e habitacionais, dentre outras.

Ao apresentar-se com todas essas características de investimento e ainda, dotada de infra-estrutura advinda dos investimentos previstos para a realização da Copa do Mundo 2014, a cidade de Natal e o Estado do Rio Grande do Norte, poderá tornar esse evento, em um marco referencial de mudança na qualidade de vida da população.

Por outro lado, a cidade contará com um equipamento multi-uso moderno e com condições de atração de diversos eventos durante todos os meses do ano, o que também resultará em benefícios sócio-econômicos para a matriz de desenvolvimento do estado. Entretanto é necessário que todas as variáveis ambientais sejam respeitadas e as medidas consideradas como relevantes para a mitigação dos possíveis impactos negativos sejam devidamente adotadas,

monitoradas e implementadas, como forma de garantir a sustentabilidade e a viabilidade ambiental da operação do empreendimento.

1.4.1. Compatibilidade de implantação do empreendimento

O empreendimento ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO respeita os preceitos do uso e ocupação do solo, conforme normas estabelecidas pelo Plano Diretor Municipal do Natal e seu Código de Obras, como será visto neste RAS, no quadro que trata da legislação incidente.

Natal vem passando por diversas transformações motivadas pelo rápido crescimento da cidade e os efeitos da conurbação e transbordamento da malha urbana, com os municípios vizinhos da Região Metropolitana de Natal – RMNatal. Com vistas a implantar planos, programas e projetos para suportar essa expansão urbana, o crescimento populacional e a pressão sobre o meio ambiente natural e artificial, vêm sendo estudadas todas as ações necessárias para criar estrutura de Saneamento Básico que atenda à demanda do município, já que o abastecimento de água da cidade também é realizado pela exploração de água subterrânea do Aquífero Barreiras, o qual apresenta vulnerabilidades justamente pelo fato da maior parte da cidade não apresentar sistema de coleta e tratamento dos efluentes sanitários.

Dentre as soluções existentes, uma que ganhou destaque e a análise de seus impactos praticamente já foi concluída, refere-se à construção de um emissário submarino em Ponta Negra. A Companhia de Águas e Esgotos do RN (CAERN), a qual tem se prontificado em instalar o sistema ainda no ano de 2009, informa que parte das obras de canalização já foram iniciadas, prevendo-se Estações de Tratamento de Esgoto, com recursos provenientes de FGTS – Fundo de Garantia do Tempo de Serviço e do PAC – Programa de Aceleração do Crescimento, promovido pelo Governo Federal.

O abastecimento de água de Natal se dá tanto pela coleta de água em cursos de água (como o Rio Pitimbu associado à Lagoa do Jiqui), como também através de manancial subterrâneo – aquífero, que tem suas águas explotadas através de bombeamento em poços de produção. Devido aos problemas ocasionados pela

urbanização que muitas vezes ocorre sem infra-estrutura adequada, a exemplo da falta do saneamento básico, essas águas resultam contaminadas por resíduos e efluentes poluentes que ocasionam a degradação da qualidade da água potável.

Com a solução de saneamento apresentada anteriormente, a redução desses riscos de contaminação ocorrerá e será fundamental para o restabelecimento de sua qualidade. Outros estudos também vêm ocorrendo na busca de fontes alternativas de abastecimento, já que o município em sua expressão de centro metropolitano, tende a crescer continuamente, destacando-se a instalação de adutoras em rios e lagoas localizados em municípios vizinhos mais distantes, mas com potencial hídrico expressivo para suprimento do crescimento populacional e incremento econômico.

Dentre as ações de planejamento vem sendo elaborado o Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais do município de Natal, o qual visa eliminar os problemas resultantes da impermeabilização dos solos que promove a ocorrência de alagamentos constantes durante os eventos chuvosos. Soluções que abordam tanto a macro, quanto a micro-drenagem, de tal maneira que o meio ambiente é levado em consideração, pelas próprias características do meio físico da cidade.

Natal faz parte da principal região planejada turisticamente, o Pólo Costa das Dunas, aonde são implementadas ações do Ministério do Turismo principalmente através do Programa de Desenvolvimento de Turismo do Nordeste – PRODETUR/NE, e incorporado atualmente pelo PRODETUR Nacional. No ano em curso, vem ocorrendo a atualização do Plano de Desenvolvimento Integrado do Turismo Sustentável (PDITS) nos pólos Costa das Dunas, Costa Branca e Seridó, visando promover um turismo gerador de emprego e renda, respeitando-se os ambientes naturais e a sociedade, dentro da linha de pensamento do desenvolvimento sustentável.

Em meio ao desenvolvimento do turismo, foi elaborado o Plano Diretor de Resíduos Sólidos do Pólo Costa das Dunas, o qual insere Natal no contexto da situação e dos cuidados que devem ser tomados em relação aos resíduos produzidos. Em relação aos resíduos sólidos urbanos, vale destacar que funciona atualmente o único Aterro Sanitário do Estado, sob administração da empresa BRASECO no município de Ceará-Mirim, Região Metropolitana de Natal (RMNatal), recebendo os resíduos sólidos gerados em praticamente toda a RMNatal, inclusive a capital, o qual prevê

receptividade de resíduos da maneira como está estruturado, até o ano de 2022, mas que já está sendo prevista a ampliação do aterro, considerado ecologicamente correto.

O Rio Grande do Norte é contemplado também pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos que foi elaborado pela SERHID, (atualmente denominada SEMARH – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos). O plano referencia o processo de planejamento do aproveitamento múltiplo, controle, conservação, proteção e recuperação dos recursos hídricos do estado se constituindo em instrumento fundamental para a implantação e gestão de uma política que busca otimizar e maximizar o uso dos recursos hídricos. Nele existe orientação para realização de levantamentos e estudos detalhados, que ampliam o conhecimento das disponibilidades hídricas e demandas para múltiplas utilizações, permitindo um melhor balizamento para a implantação de serviços e obras indispensáveis aos interesses de desenvolvimento urbano e rural, nos aspectos de saneamento básico, uso industrial, expansão de áreas irrigadas e atividades de lazer. Ao mesmo tempo, fornece elementos para evitar conflitos de usos dos recursos hídricos, compatibilizando os interesses dos usuários com os planos de desenvolvimento municipais e regionais.

Além do aeroporto Augusto Severo localizado em Parnamirim, município vizinho, está sendo construído outro de grande porte em São Gonçalo do Amante, o qual foi submetido ao transbordamento da malha urbana de Natal, que permitirá um aumento de fluxo de pessoas, tanto em nível nacional quanto estrangeiro, estando prevista a melhoria dos acessos que ligarão o mesmo às principais rodovias de acesso ao litoral Norte e Sul do Estado, dando um grande enfoque ao desenvolvimento turístico do Pólo Costa das Dunas, tendo Natal como principal cidade pela infra-estrutura oferecida.

1.4.2. Alcance socioeconômico

Um empreendimento deste porte acarretará em melhoria de qualidade de vida da população local, pelo fato de ofertar empregos diretos e indiretos, gerando conseqüentemente divisas - aumentando a arrecadação do Município de Natal. Ao mesmo tempo, ele também poderá ser aceito como um instrumento de atração de novos investimentos, uma vez que favorece a visibilidade da cidade internacionalmente, atraindo investimentos diversos e dinamizando, ainda mais, o seu potencial econômico, turístico e ambiental.

Indiretamente, o empreendimento potencializará uma rede de inversões em diversas áreas da economia, tanto pela infra-estrutura que estará disponível, como pela divulgação em escala global que será objeto de acesso a aproximadamente 1 bilhão de telespectadores, conforme destacou o presidente da CBF, em entrevista a diversos órgãos da imprensa nacional.

Para um estado onde tem no turismo a quarta maior fonte de ingressos de recursos externos, a Copa 2014 poderá apresentar-se como um marco referencial na história da atividade no RN.

1.4.3. Previsão de atividades ligadas ao empreendimento

Dentre as atividades previstas de acontecimento ligadas diretamente ao empreendimento ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, ocorrerá além de alguns jogos de futebol da Copa do Mundo, outros jogos de times locais e regionais e outros jogos de alto nível, bem como será um espaço capaz de comportar shows e atividades artístico-culturais inclusive em nível internacional. Além de futebol, também comportará a realização de esportes como basquete, vôlei, handebol, tênis, etc. Outros eventos como concertos musicais, espetáculos teatrais e danças estão previstos na área do empreendimento. Tudo isso pela estrutura criada ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, a Arena multiuso e o Centro de Eventos, além do espaço para estacionamento que poderá comportar eventos

que requeiram grandes espaços, como shows musicais e apresentação de esportes radicais.

Quanto às atividades indiretas ligadas ao empreendimento, pode-se considerar a utilização dos equipamentos de hospedagem dos municípios, das zonas que oferecem serviços de alimentos e bebidas (A&B), incremento do comércio formal e informal no entorno, contribuição para a atividade turística durante o evento da copa, e após a mesma um aumento de fluxo momentâneo.

1.5. Legislação incidente e aplicável

Este capítulo apresenta uma análise da legislação incidente e aplicável à futura implantação do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, com ênfase para as questões ligadas ao processo de licenciamento, às medidas de controle e proteção ambientais necessárias ao bom desempenho do empreendimento.

Com base na compreensão dos aspectos jurídicos aqui apresentados busca-se fornecer ao órgão ambiental competente subsídios legais que fundamentem e auxiliem o exame do processo de licenciamento ambiental, bem como norteiem o processo decisório do empreendedor.

Tendo em vista que a área do futuro empreendimento já se encontra bastante antropizada, localizada em um bairro com característica de grande adensamento na cidade de Natal, vê-se que os principais fatores a serem considerados na seara ambiental são os relativos à gestão ambiental, ao licenciamento ambiental e às normas de uso e ocupação.

Desse modo, tendo em vista a diversidade de temas a serem abrangidos neste relatório, com o objetivo de constituir um amplo cenário jurídico que incide sobre o estudo, apto a subsidiar o empreendedor nos processos de tomada de decisão sobre as ações a serem desenvolvidas, o texto está estruturado de acordo com as vertentes descritas abaixo:

A primeira, relacionada ao aspecto da **gestão ambiental** aplicável ao caso; a segunda, relativa ao **arcabouço legal** existente relacionado às normas relativas ao licenciamento ambiental; a terceira, relativa ao **uso e ocupação do solo** e sua

consonância com o Plano Diretor de Natal e demais normas vigentes; e a quarta, relativa às **normas de proteção e controle ambiental e seu substrato constitucional**, no que concerne aos aspectos diretamente relacionados às características do empreendimento.

1.5.1. Gestão Ambiental

A Política Nacional de Meio Ambiente, instituída por meio da Lei Federal n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabeleceu as diretrizes, o conteúdo geral, os objetivos, os fins, os mecanismos e os instrumentos para proteção do meio ambiente nacional.

Em seu conteúdo a referida Lei também constituiu o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, composto por órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, bem como as fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental.

Note-se que tal sistema aglutinou, em linha de cooperação, todos os órgãos públicos com atribuição e/ou responsabilidade pela proteção ambiental, o que veio, a ser referendado pela Constituição Federal, em seu art. 23, VI e VII, que estabelece:

Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

VI - proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

VII - preservar as florestas, a fauna e a flora;

Em sendo assim, é válido informar que o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA é o Órgão Consultivo e Deliberativo do SISNAMA; o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA é o Órgão Executor; os órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental são os Órgãos Seccionais; e os órgãos ou entidades

municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições são Órgãos Locais.

Na esfera estadual a Lei Complementar nº 272, de 03 de março de 2004, que estabelece a Política Estadual de Meio Ambiente e o Sistema Estadual de Meio Ambiente, em sua constituição, atendeu aos dispositivos do SISNAMA, estabelecendo como órgão superior o Conselho Estadual de Meio Ambiente – CONEMA, entidade executora o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente – IDEMA, e como componentes locais os órgãos e entidades municipais responsáveis pelo controle e fiscalização das atividades pertinentes ao Sistema nas suas respectivas áreas de competência.

No âmbito do município de Natal o Código do Meio Ambiente (Lei nº 4.100, de 19 de junho de 1992), estabeleceu a Política Ambiental do Município de Natal, conferindo à Fundação do Meio Ambiente do Natal - ECO-NATAL, a atribuição, legal e administrativa de proteger o meio ambiente e prevenir a degradação ambiental, de qualquer origem e natureza. Posteriormente a ECO-NATAL, conjuntamente com o Instituto de Planejamento Urbano de Natal – IPLANAT, foram aglutinados, dando origem à Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo – SEMURB.

1.5.2. Licenciamento Ambiental

O licenciamento ambiental foi introduzido em nosso ordenamento jurídico, inicialmente, pela Lei nº 6.803, de 02 de julho 1980, e, posteriormente, convalidado pela Lei nº 6.938/81. Desta forma, o exercício de atividades potencialmente poluidoras se dá através da obtenção de competente licença ambiental de autoridade competente, conforme exigência da Política Nacional de Meio Ambiente (art. 9º, IV).

O CONAMA extraiu sua competência para dispor sobre normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, criando a Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997, que disciplinou as regras sobre o licenciamento ambiental, exigindo prévio licenciamento do órgão ambiental competente para a localização, construção, instalação, ampliação, modificação e

operação de empreendimentos considerados efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes de causar degradação ambiental, listando quais os empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental.

Desse modo a supracitada Resolução estabeleceu o processo de licenciamento da seguinte maneira:

Art. 8º - O Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá as seguintes licenças:

I - Licença Prévia (LP) - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

II - Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;

III - Licença de Operação (LO) - autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

Conforme o art. 6º, da Resolução CONAMA nº 237/97, compete ao Município o licenciamento ambiental de obras ou atividades de impacto local, conforme leitura do dispositivo:

Art. 6º - Compete ao órgão ambiental municipal, ouvidos os órgãos competentes da União, dos Estados e do Distrito Federal, quando couber, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio.

Tendo em vista que o empreendimento, objeto do presente Relatório Ambiental Simplificado, tem sua área de abrangência localizada na circunscrição municipal, o órgão competente para o licenciamento é a SEMURB – Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo.

Desta feita, a legislação que define o processo de licenciamento ambiental no Município de Natal está disposta em seu Código de Obras (Lei Complementar nº

055, de 27 de janeiro de 2004), em seus artigos 32 a 37, além do atendimento das demais legislações vigentes.

Vale salientar que o art. 33 do referido Código trouxe os conceitos sobre os Estudos Ambientais aplicáveis, sendo que, para o caso em análise, faz-se necessário transcrever o dispositivo que autoriza a elaboração do RAS para o licenciamento do empreendimento ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, *in verbis*:

Art. 33 - Os estudos ambientais solicitados enquadram-se como:

(...)

VII – Relatório Ambiental Simplificado (RAS), que deve compreender, no mínimo, a identificação do empreendedor e da equipe responsável pelo estudo, informações gerais sobre o empreendimento, atividades a serem desenvolvidas, localização, objetivos e justificativas, etapas de implantação, caracterização da localidade e do terreno, limites da área de influência do projeto a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, caracterização do empreendimento nas fases de planejamento, implantação e operação e, quando couber, na fase de desativação, apresentação, análise e avaliação de no mínimo três alternativas locais e tecnológicas, descrição, em nível regional e local, do meio físico, biótico e antrópico com as interações dos respectivos componentes e identificação das tendências evolutivas desses componentes, enquadramento na legislação urbanística e ambiental, análise e avaliação dos prováveis impactos nas fases de planejamento, implantação e operação e desativação, quando couber, indicando a metodologia, técnicas e critérios adotados para identificação, valoração, interpretação e análise de suas interações, proposição de medidas mitigadoras, informando sobre a natureza, fases do empreendimento, fator ambiental a que se destina, prazo de permanência de sua aplicação e responsabilidade de implantação, programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos, indicando a natureza das medidas, fases do empreendimento em que são aplicadas, fatores ambientais a que se destina, prazo de permanência de sua aplicação e responsáveis por sua aplicação;

(...)

§ 2º - O RAS é inerente aos empreendimentos e atividades sujeitos a EIA/RIMA, conforme legislação específica, que por sua urgência de implantação, devidamente prevista em lei específica ou pela sua necessária continuação mediante risco de acidentes ao meio físico, biótico ou antrópico ou urgência de uso de recursos públicos disponíveis, necessitem de prazos mínimos e simplificação nos procedimentos administrativos, visando melhoria contínua e o aprimoramento do desempenho ambiental, conforme Resolução CONAMA Nº 237/97, com a obrigação do interessado promover a publicação do pedido de Licença Ambiental e audiências técnicas.

Percebe-se assim a correta aplicação dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, bem como, de todo conjunto de normas do CONAMA e do Código de Obras do Município de Natal.

Vale a pena ressaltar a importância do prévio licenciamento, em razão do Princípio da Precaução, insculpido na Constituição Federal, sendo considerado, desta forma, consoante a Lei de Crimes Ambientais, Lei nº 9.605 de 13 de fevereiro de 1998, em seu art. 60 crime ambiental, sujeitando pessoas físicas e jurídicas à pena de detenção, ou à pena de multa (conforme Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999), ou ambas as penas cumulativamente: “Construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar, em qualquer parte do território nacional, estabelecimentos, obras ou serviços potencialmente poluidores, sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes, ou contrariando as normas legais e regulamentares pertinentes.”

1.5.3. Do Uso e Ocupação do Solo

As diretrizes para o uso e ocupação do solo no Município de Natal estão dispostas na Lei Complementar nº 082, de 21 de junho de 2007, que dispõe sobre o Plano Diretor de Natal. O Plano Diretor da Cidade do Natal é o instrumento básico da política de desenvolvimento urbano sustentável do Município, bem como de orientação do desempenho dos agentes públicos e privados que atuam na produção e gestão do espaço urbano (art. 1º).

Este moderno instrumento urbanístico-ambiental incorporou grande parte das inovações apresentadas pelo Estatuto das Cidades (Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001), estando em acordo com a segurança e o bem estar dos cidadãos, assim como do equilíbrio ambiental.

A área objeto do estudo ora analisado está inserida na Zona Adensável, conforme art. 8º do referido Plano Diretor. Nos termos do art. 11, a Zona Adensável “é aquela onde as condições do meio físico, a disponibilidade de infra-estrutura e a necessidade de diversificação de uso, possibilitem um adensamento maior do que aquele correspondente aos parâmetros básicos de coeficiente de aproveitamento”.

Neste mesmo instrumento urbanístico-ambiental está disposto o enquadramento dos empreendimentos e atividades de impacto, sendo válido transcrever a descrição do art. 34, que segue:

Art. 34 - Considera-se empreendimentos e atividades de impacto ao meio ambiente urbano todo e qualquer empreendimento:

I – que, quando implantados, venham a sobrecarregar a infraestrutura urbana e provocar alterações nos padrões funcionais e urbanísticos da vizinhança.

II - que, de forma efetiva ou potencial, causem ou possam causar qualquer alteração prejudicial ao meio ambiente ou acarretar uma repercussão significativa ao espaço natural circundante.

Parágrafo único. Para os fins previstos neste artigo entende-se por alteração prejudicial ao meio ambiente aquela que possa causar degradação da qualidade ambiental e poluição, nos termos dispostos no artigo 3º da Lei Federal nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981 (Lei da Política Nacional do Meio Ambiente).

Considerando a necessidade em atender ao que preceitua a legislação ambiental e urbanística, este Relatório Ambiental Simplificado contém os elementos fundamentais para análise dos impactos de vizinhança, estando assim atendidas tanto a legislação municipal como os determinantes do Estatuto da Cidade (Lei 10.257 de 10 de julho de 2001) no que se refere a esse instrumento de gestão do meio ambiente urbano.

Outrossim, faz-se imprescindível verificar que não se encontra inserida na área do empreendimento nenhuma Zona de Proteção Ambiental, sendo que as mais próximas são a ZPA-1 (campo dunar dos bairros de Pitimbu, Candelária e Cidade Nova) e a ZPA - 2 – (Parque Estadual das Dunas de Natal e área contígua ao parque, Avenida Engenheiro Roberto Freire e rua Dr. Sólon de Miranda Galvão, regulamentado pela Lei Estadual nº 7.237, de 22 de novembro de 1977; regulamentada pela Lei Municipal nº 4.664, de 31 de julho de 1995), as quais não sofrem nenhuma interferência com a implantação deste empreendimento.

É válido ressaltar, ainda, que com fundamento na Lei 6.766, de 19 de dezembro de 1979, tornou-se obrigatório à manutenção de uma área de reserva de 15 metros para cada lado 1829 da faixa de domínio da rodovia, com a conseqüente proibição que na mesma seja levantada qualquer tipo de construção. Esta lei é extensiva aos

terrenos loteados ou não, em zonas urbanas, suburbanas, de expansão urbana ou rural.

Nesta mesma Lei, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, nota-se a importância da observância de alguns aspectos concernentes à área do empreendimento, haja vista a presença áreas de alagadiços e sujeitos a inundações, os quais este instrumento legal prevê, em seu art. 3º, o seguinte:

Art. 3º Somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica, assim definidas pelo plano diretor ou aprovadas por lei municipal. (NR) (Redação dada pela Lei nº 9.785, 29.1.99)

Parágrafo único. Não será permitido o parcelamento do solo:

I - em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;

Da mesma forma, é importante mencionar que este terreno de alagadiço e sujeito à inundação não se trata de nascente ou olho d'água, nem muito menos lago e lagoa natural, as quais são declaradas Áreas de Preservação Permanente – APP's, protegidas pela Código Florestal (Lei Federal 4.771, de 15 de setembro de 1965), bem como pela Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002.

Destarte, o empreendimento atende aos dispositivos constantes no Plano Diretor de Natal, sendo a sua utilização de forma condizente com os parâmetros legais e praticados hodiernamente

1.5.4. Normas de Proteção e Controle Ambiental

1.5.4.1. Saneamento Básico

A Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, estabeleceu diretrizes nacionais para o saneamento básico, prevendo desde os princípios fundamentais, definições, questão de titularidade, planejamento, regulação, aspectos econômicos e sociais, aspectos técnicos entre outros.

É imprescindível mencionar que as edificações urbanas devem ser conectadas às redes públicas de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos termos do art. 45, que segue abaixo:

Art. 45. Ressalvadas as disposições em contrário das normas do titular, da entidade de regulação e de meio ambiente, toda edificação permanente urbana será conectada às redes públicas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário disponíveis e sujeita ao pagamento das tarifas e de outros preços públicos decorrentes da conexão e do uso desses serviços.

§ 1º Na ausência de redes públicas de saneamento básico, serão admitidas soluções individuais de abastecimento de água e de afastamento e destinação final dos esgotos sanitários, observadas as normas editadas pela entidade reguladora e pelos órgãos responsáveis pelas políticas ambiental, sanitária e de recursos hídricos.

§ 2º A instalação hidráulica predial ligada à rede pública de abastecimento de água não poderá ser também alimentada por outras fontes.

A supracitada Lei informa sobre o aspecto dos recursos hídricos, os quais não integram os serviços públicos de saneamento básico, conforme se observa na leitura do art. 4º, *in verbis*:

Art. 4 Os recursos hídricos não integram os serviços públicos de saneamento básico.

Parágrafo único. A utilização de recursos hídricos na prestação de serviços públicos de saneamento básico, inclusive para disposição ou diluição de esgotos e outros resíduos líquidos, é sujeita a outorga de direito de uso, nos termos da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, de seus regulamentos e das legislações estaduais.

Já na esfera estadual a Lei nº 8.485, de 20 de fevereiro de 2004, disciplinou a Política Estadual de Saneamento Básico e institui o Sistema Integrado de Gestão do Esgotamento Sanitário.

No tocante ao Município de Natal, o Código de Meio Ambiente do Município de Natal (Lei nº. 4.100, de 19 de junho de 1992), tratou de disciplinar o saneamento básico da seguinte forma:

Art. 17 - A promoção de medidas de saneamento básico e domiciliar residencial, comercial e industrial, essenciais à proteção do meio ambiente, constitui obrigação estatal, da coletividade e do indivíduo que, para tanto, no uso da propriedade, no manejo dos meios de produção e no exercício de atividade, ficam obrigados a cumprir determinações legais, regulamentares e as recomendações, vedações e interdições ditas pelas autoridades ambientais, sanitárias e outras competentes.

Art. 18 - Os serviços de saneamento básico, tais como os de abastecimento de água, drenagem pluvial, coleta, tratamento e disposição final de esgotos e de lixo, operados por órgãos e entidades de qualquer natureza, estão sujeitos ao controle do CONPLAM, sem prejuízo daquele exercido por outros órgãos competentes, devendo observar o disposto nesta Lei e nas normas técnicas estabelecidas pelo CONPLAM.

Parágrafo único - A construção, reconstrução, reforma, ampliação e operação de sistemas de saneamento básico dependem de prévia aprovação dos respectivos projetos pelo CONPLAM.

Em se tratando de resíduos sólidos o Código de Obras do Município de Natal (Lei Complementar nº 055, de 27 de janeiro de 2004), dispôs em seu Capítulo VII intitulado “Da Tecnologia Ambiental Sustentável”, sobre questões atinentes ao acondicionamento destes resíduos e gerenciamento dos mesmos, sendo que, em seguida, seguem os principais dispositivos:

Art. 174 - Os resíduos sólidos devem ser devidamente acondicionados em recipientes coletores, podendo ser separados para posterior reutilização ou reciclagem ou enviados, tão logo estejam cheios, à sua destinação final, no local licenciado pelo órgão municipal responsável pela limpeza pública, observado o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e o Regulamento de Limpeza Urbana do Município.

Art. 175 - As edificações com área superior a mil metros quadrados (1.000,00m²) são responsáveis pelo gerenciamento dos seus

resíduos, conforme Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002.

Art. 176 - É vedado o lançamento de águas servidas em vias públicas e na rede de drenagem do Município de Natal.

Art. 177 - É vedado, nas construções de grande porte, tais como shoppings, hotéis e supermercados, o direcionamento de águas pluviais para as vias públicas, priorizando soluções que estimulem a infiltração destas no próprio lote.

Art. 178 - É vedado depositar, descarregar, entulhar, infiltrar ou acumular no solo, seja em propriedade pública ou privada, resíduos em qualquer estado de matéria.

(...)

Art. 180 - Toda edificação, com exceção daquelas de uso residencial unifamiliar, deve ter compartimento para disposição de resíduos sólidos dentro do lote, com acesso externo para a via pública e interno para os usuários, incluindo a previsão de instalações para a coleta seletiva.

Parágrafo único. No caso de recipientes para coleta e acondicionamento de materiais resultantes da coleta seletiva, estes devem ter cores padrões usadas pelo órgão responsável pela limpeza pública do Município.

Para implantação do empreendimento em estudo será necessária a demolição dos equipamentos ali existentes, desta forma deverá ser observada a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

Nesta Resolução está definido como resíduo da construção civil as demolições de obras de construção civil, sendo que para o caso em comento deverá ser elaborado um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, nos termos dos artigos 8º e 9º, *in verbis*:

Art. 8º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil serão elaborados e implementados pelos geradores não enquadrados no artigo anterior e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.

§ 1º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, de empreendimentos e atividades não enquadrados na legislação como objeto de licenciamento ambiental, deverá ser apresentado juntamente com o projeto do empreendimento para análise pelo órgão competente do poder público municipal, em conformidade com o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

§ 2º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental, deverá ser analisado dentro do processo de licenciamento, junto ao órgão ambiental competente.

Art. 9º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas:

I - caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;

II - triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º desta Resolução;

III - acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;

IV - transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;

V - destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução.

Sendo assim, no momento oportuno serão procedidas as medidas necessárias ao tratamento dos resíduos provenientes das obras do empreendimento analisado.

1.5.4.2. Poluição sonora

Na esfera federal a Resolução CONAMA nº 001/1990, que versa sobre a geração de ruídos, estabeleceu critérios e padrões para todo território nacional. Considera prejudiciais à saúde e ao sossego público, os ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela Norma NBR 10.151 e na execução dos projetos de construção ou de reformas de edificações pela NBR 10.152 . As medições deverão ser efetuadas de acordo com a NBR 10.151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, visando o conforto da comunidade.

No âmbito estadual a Lei nº 6.621, de 12 de julho de 1994, alterada pela Lei nº 8.052, de 10 de janeiro de 2002, dispõe sobre o controle da poluição sonora e condicionantes do meio ambiente no Estado do Rio Grande do Norte.

Faz-se necessário explicitar o trecho do art. 4º, que menciona a permissão para demolição no período das 7h às 12h, que assim segue:

Art. 4º São permitidos— observado o disposto no art. 6º desta Lei— os ruídos que provenham:

(...)

V – de explosivos empregados em pedreiras, rochas e demolições, no período das 7 às 12 horas;

(...)

Parágrafo único. A limitação a que se refere os itens V, VI e VII deste artigo não se aplica quando a obra for executada em zona não residencial ou de logradouro público, nos quais o movimento intenso de veículos e pedestres, durante o dia, recomende sua realização à noite.

O presente estudo deve avaliar o nível de ruído de acordo com as exigências da norma 10.151 da ABNT, que é observada na execução dos projetos de construção ou de reformas de edificações em pontos próximos ao local de instalação do empreendimento.

1.5.4.3. Flora

Os estudos da flora detectaram a presença, na área do estudo, do pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), que se constitui como uma das principais espécies de vegetação da Mata Atlântica.

Faz-se necessário que desde a Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal), as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País.

Fortalecendo o mecanismo supracitado, foi instituído em 10 de fevereiro de 1993, o Decreto Federal n.º 750, que dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica.

O referido instrumento foi aprimorado em 22 de dezembro de 2006, através da criação da Lei Federal n.º 11.428 (Lei da Mata Atlântica), que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Esta lei cria incentivos financeiros para restauração dos ecossistemas, estimula doações da iniciativa privada para projetos de conservação, regulamenta artigo da Constituição que define a Mata Atlântica como Patrimônio Nacional, delimita o seu domínio, proíbe o desmatamento de florestas primárias e cria regras para exploração econômica.

É importante mencionar que a Lei da Mata Atlântica veio proteger a vegetação primária e secundária nos estágios avançado e médio de regeneração do Bioma Mata Atlântica. A referida Lei da Mata Atlântica foi regulamentada pelo Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008.

Na Resolução CONAMA Nº 032/1994, foram definidos vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de atividades florestais no Rio Grande do Norte. É importante ressaltar que a presente Resolução foi convalidada pela Resolução CONAMA Nº 388/2007.

Ocorre que a presença da espécie do pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), não constitui, por si só, vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica. Sendo assim, faz-se necessário observar as disposições contidas no Código de Meio Ambiente do Município de Natal (Lei nº. 4.100, de 19 de junho de 1992), no tocante a remoção de árvores, que em seu art. 61 dispõe:

Art. 61 - Poderá ser autorizada pelo Poder Público, em caso de necessidade para edificação ou reforma de obra pública, ou para implantação de serviço público, ou a requerimento de parte prejudicada, a remoção de árvores declaradas imunes de corte ou não situadas em área de preservação permanente.

Desta forma, na implantação do empreendimento será realizada a remoção dos indivíduos existentes na área, caso estejam em locais onde está prevista alguma intervenção, devendo os mesmos ser replantados em outros locais da área ou

levados para outras áreas que possam garantir sua preservação, com a devida autorização do Poder Público municipal.

1.5.4.4. Unidades de Conservação

A definição de unidades de conservação foi assegurada com a instituição em 18 de julho de 2000, da Lei Federal 9.985, que regulamentou o art. 225, §1º, I, II, III e IV da Constituição Federal. Tal instrumento instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), estabelecendo critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação e trazendo em seu art. 2º, I, a definição de Unidades de Conservação como sendo:

O espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

A legislação estadual contemplou todas as prescrições estabelecidas pelo SNUC, ao criar o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza e demais Espaços Protegidos, por meio da Lei Complementar no 272, de 3 de março de 2004, nos arts.18 e seguintes.

Na área de influência do empreendimento pauta, estão localizadas duas unidades de conservação, O Parque das Dunas criado por meio de Decreto Estadual nº. 7.237, de 22 de novembro de 1977 e o Parque da Cidade “Dom Nivaldo Monte”, cravado na ZPA-1 (campo dunar dos bairros de Pitimbu, Candelária e Cidade Nova).

Apesar de ambas estarem na área de influência do empreendimento, estas unidades de conservação não sofrerão nenhum impacto direto ou indireto com as obras a serem executadas na área, sendo, desta forma, isentas de qualquer interferência ambiental.

1.5.4.5 Recursos Hídricos

A proteção jurídica das águas no Brasil inaugurou-se com a instituição do Código das Águas, por meio do Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934, instrumento que estabeleceu divisão entre as águas, classificando-as como de uso comum, públicas e particulares. Impôs normas sobre os usos das águas e seu acesso. Ressaltou o valor de sua utilização para satisfazer as primeiras necessidades da vida, assegurando sua gratuidade e imprescritibilidade.

Em matéria de outorga o Código de Águas é a primeira peça jurídica a estabelecer uma sistemática de outorga do uso da água, com destaque para o aproveitamento da energia hidráulica.

Em termos de recursos hídricos, continua vigindo em parte o antigo Código de Águas de 1934, demasiado centralizador em particular no pertinente ao domínio das águas para a União

A Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986, veio estabelecer um sistema de classificação de águas, essencial para organizar um sistema administrativo destinado a exercer o controle de qualidade das águas. Esta Resolução foi revogada em 17 de março de 2005, por meio da Resolução CONAMA nº 357, que reformulou a classificação existente e atualizou o sistema de classificação das águas considerando a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos.

É importante salientar que nesta Resolução está descrito o padrão de qualidade das águas, bem como a questão do seu monitoramento e das condições e padrões de lançamento de efluentes, sendo que este último, em seu art. 25, dispõe:

Art. 25. É vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Resolução.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, excepcionalmente, autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões estabelecidos no art. 34, desta Resolução, desde que observados os seguintes requisitos:

I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;

- II - atendimento ao enquadramento e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;
- III - realização de Estudo de Impacto Ambiental-EIA, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;
- IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento; e
- V - fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional.

Em janeiro de 1997, dando cumprimento ao estabelecido no artigo 21, inciso XIX, da Constituição Federal, foi sancionada a Lei nº 9.433 instituindo o SNGRH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, esta Lei trouxe novas perspectivas para a gestão e proteção dos recursos hídricos

Neste diploma legal surgiram várias inovações quanto aos aspectos de gestão dos recursos hídricos, tais como: fixação da Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento e gestão; atribuição de valor econômico ao uso da água; poder de gestão a comitês e conselhos de recursos hídricos; participação da União, Estados, Municípios, assim como dos usuários e da comunidade, na gestão descentralizada dos recursos hídricos.

Este Plano possui instrumentos que torna exeqüível a Política Nacional de Recursos Hídricos, sendo eles dispostos no art. 5º, *in verbis*:

Art. 5º São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- I - os Planos de Recursos Hídricos;
- II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- V - a compensação a municípios;
- VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Os aspectos específicos sobre outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos, de interesse para o empreendimento, são tratados no Título I, Capítulo IV, Seção III, artigos 11 a 18 da lei nº 9.433/97. Destacam-se a seguir os principais aspectos:

1. Objetivos que se perseguem com o mecanismo de outorga:

Art. 11. O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

2. Situações em que é requerida a outorga:

Art. 12. Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:

I - derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;

II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;

III - lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

IV - aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;

V - outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

3. Condições para a inexigibilidade de outorga:

Art. 12 (...)

- § 1º Independem de outorga pelo Poder Público, conforme definido em regulamento:

I - o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural;

II - as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;

III - as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes.

4. Suspensão dos direitos de uso:

Art. 15. A outorga de direito de uso de recursos hídricos poderá ser suspensa parcial ou totalmente, em definitivo ou por prazo determinado, nas seguintes circunstâncias:

I - não cumprimento pelo outorgado dos termos da outorga;

II - ausência de uso por três anos consecutivos;

III - necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive as decorrentes de condições climáticas adversas;

IV - necessidade de se prevenir ou reverter grave degradação ambiental;

V - necessidade de se atender a usos prioritários, de interesse coletivo, para os quais não se disponha de fontes alternativas;

VI - necessidade de serem mantidas as características de navegabilidade do corpo de água.

É válido ressaltar que em 17 de julho de 2000, por meio da Lei nº 9.984, foi criada a Agência Nacional de Águas – ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Tendo em vista o caráter descentralizador da referida Política Nacional de Recursos Hídricos, o art. 30 instituiu o regime de repartição de competências, da seguinte maneira:

Art. 30. Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, cabe aos Poderes Executivos Estaduais e do Distrito Federal, na sua esfera de competência:

I - outorgar os direitos de uso de recursos hídricos e regulamentar e fiscalizar os seus usos;

II - realizar o controle técnico das obras de oferta hídrica;

III - implantar e gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, em âmbito estadual e do Distrito Federal;

IV - promover a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental.

A Lei Estadual nº 6.908, de 01 de julho de 1996, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH se antecipou a instituição da Lei Nacional, prevendo mecanismos de gestão dos recursos hídricos no âmbito estadual.

Esta Lei prevê os seguintes instrumentos, art. 4º, infra:

Art. 4º. São instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos:

- I- o Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- II- o Fundo Estadual de Recursos Hídricos;
- III- a outorga do direito de uso dos recursos hídricos e o licenciamento de obras hídricas;
- IV- a cobrança pelo uso da água.

É válido salientar que ao constituir o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH, a precitada Lei estabeleceu que:

Art. 19. Para a condução da Política Estadual de Recursos Hídricos, fica instituído o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos - SIGERH, cuja estrutura organizacional compreende:

- I- Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CONERH;
- II- Secretaria Estadual de Recursos Hídricos e Projetos Especiais - SERHID;
- III- Comitês de Bacias Hidrográficas.

Desta forma, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CONERH, é órgão colegiado de deliberação coletiva e caráter normativo do SIGERH; a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH (substituta da SERHID) é órgão central do SIGERH e os Comitês de Bacias Hidrográficas, órgãos colegiados de atuação descentralizada, à nível de bacias hidrográficas.

O processo de regulamentação no Estado do Rio Grande do Norte teve início em de 22 de março de 1997, quando foram sancionadas um conjunto de Decretos tendentes a regulamentar a Lei de Águas, estas normas são:

- Decreto nº 13.283, de 22 de março de 1997, que regulamenta o inciso III do Art. 4º da Lei Nº 6.908 que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos nos aspectos relativos a outorgas de direito de uso de recursos hídricos e licenciamento de obras de infra-estrutura hídrica;
- Decreto nº 13.284, de 22 de março de 1997, que regulamenta o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos e dá outras providências;

orientado a identificar o poder concedente e os responsáveis pela execução da política de recursos hídricos;

- Decreto nº 13.285, de 22 de março de 1997, que aprova o regulamento da Secretaria de Recursos Hídricos;
- Decreto nº 13.836, de 11 de março de 1998, que regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FUNERH, criado pela Lei 6.908 de 01 de julho de 1996, e da outras providências.

Os aspectos específicos sobre outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos, de interesse para o empreendimento, em âmbito estadual estão descritos no Decreto Estadual nº 13.283/97, os quais destacam-se os principais aspectos:

1. Objetivos que se perseguem com o mecanismo de outorga:

Art. 3º. A concessão, fiscalização e controle da outorga e o licenciamento de obras de oferta hídrica serão informados, ainda, por princípios programáticos estabelecidos pela Secretaria de Recursos Hídricos - SERHID, respeitados os objetivos, princípios e diretrizes estabelecidos na Lei nº 6.908, de 01 de julho de 1996, e no Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, objetivando:

I. compatibilizar a ação humana, em qualquer de suas manifestações, com a dinâmica do ciclo hidrológico no Estado, de forma a assegurar as condições para o desenvolvimento social e econômico, com melhoria da qualidade de vida, em equilíbrio com o meio ambiente;

II. assegurar que a água, recurso natural essencial à vida, ao equilíbrio ambiental, ao bem estar social e ao desenvolvimento econômico, seja controlada e utilizada em padrões de qualidade e quantidade satisfatórios, por seus usuários atuais e pelas gerações futuras, em todo território do Estado;

III. planejar e gerenciar, de forma integrada, descentralizada e participativa, o uso múltiplo, o controle, a conservação, a proteção e a preservação dos recursos hídricos;

2. Situações em que é requerida a outorga:

Art. 6º. Sem prejuízo da licença prevista no artigo 23 deste regulamento e de outras licenças exigíveis, dependerá de prévia outorga da Secretaria dos Recursos Hídricos, o uso de águas dominiais do Estado, que envolva:

- I. derivação ou captação de parcela de água existentes em um corpo d'água, para consumo final ou para insumo de processo produtivo;
- II. lançamento em um corpo d'água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- III. qualquer outro tipo de uso que altere o regime, a quantidade e/ou a qualidade da água.

3. Condições para a inexigibilidade de outorga:

Art. 7º. É dispensável a outorga para captação de água subterrânea, cuja vazão de exploração recomendada não exceda de 1.000 l/h (mil litros por hora).

Parágrafo único - A inexigibilidade de outorga prevista no caput deste artigo não se aplica aos casos de captações de água subterrânea em zonas de formação sedimentar que venha a ser considerada como aquífero estratégico, assim definidos em portaria da Secretaria de Recursos Hídricos - SERHID.

4. Suspensão, Limitação ou Extinção da Outorga dos direitos de uso:

Art. 19. A outorga de direito de uso de recursos hídricos poderá ser suspensão parcial ou totalmente, em definitivo ou por prazo determinado, a critério exclusivo da Secretaria de Recursos Hídricos - SERHID, mediante indenização dos investimentos realizados, nas seguintes hipóteses:

- I. necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive as decorrentes de condições climáticas consideradas críticas independentemente da decretação de estado de calamidade pública;
- II. necessidade de se prevenir ou reverter grave degradação ambiental;
- III. necessidade de se atender a usos prioritários, de interesse coletivo, para os quais não se disponha de outras alternativas.

Art. 20. A outorga, por qualquer de suas modalidades, extingue-se, sem qualquer direito de indenização ao usuário, nas seguintes hipóteses:

- I. ausência de uso por três anos consecutivos;
- II. renúncia, de forma expressa ou tácita;
- III. inadimplemento de condições legais, regulamentares ou contratuais;
- IV. caducidade
- V. uso prejudicial da água inclusive poluição e salinização;

VI. dissolução, insolvência ou encampação do usuário, pessoa jurídica;

VII. morte do usuário, pessoa física.

Por fim, é necessário explicitar que, em acordo com o art. 23 e seguintes do referido Decreto, a implantação, ampliação e alteração de projeto de qualquer empreendimento que demande a utilização de recursos hídricos, superficiais e/ou subterrâneos dependerá de licença prévia da Secretaria de Recursos Hídricos – SERHID (SEMARH).

2. ÁREA DE INFLUÊNCIA

2.1. Meio Físico

O aspecto natural do meio em que o empreendimento ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO deverá ser construído, já foi quase completamente modificado por uma ocupação multifuncional (residências, equipamentos desportivos, prédios comerciais, etc.) conforme aponta o estudo de uso e ocupação do solo deste trabalho; desta forma, a área de influência deste empreendimento sobre o meio físico (praticamente artificial) pode ser definida através da sua variável mais significativa: os recursos hídricos.

Nesta perspectiva as áreas de influência do projeto do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO com respeito aos estudos hidrológicos e da infraestrutura do saneamento básico (drenagem, esgotamento sanitário e abastecimento de água) correspondem às bacias de drenagem da região, adotadas como unidades de planejamento nos estudos hidrológicos e ambientais, identificadas e caracterizadas no novo PDDMA – Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais a partir da infra-estrutura de drenagem levantada da cidade de Natal.

O mapeamento do meio físico (geologia, geomorfologia, solos e hidrologia) consistiu da análise de produtos de sensoriamento remoto (imagens de alta resolução), observações *in situ* (trabalhos de campo) e processamento digital dos planos de informação disponíveis em um SIG (sistema de informação geográfica), produzindo as cartas temáticas correspondentes.

Dessa forma, adotou-se como área de influência indireta do projeto a bacia XII do rio das Lavadeiras (aqüífero livre), também denominado de riacho das Quintas, com superfície drenante de 1.264,80 ha, que tem o seu exutório na margem direita do estuário do rio Potengi. Já como área de influência direta, considerou-se a sub-bacia XII-5, com superfície de drenagem de 420,76 ha, que drena as águas pluviais que são conduzidas para as lagoas do Centro Administrativo do Estado, verificando-se poços de captação utilizados pela CAERN no aqüífero Barreiras (semi-confinado a confinado) para abastecimento da Zona Sul de Natal, conforme Anexo 02 (Mapa de Localização das Áreas de Influência do Meio Físico).

Particularmente na análise de solos, os esforços foram concentrados na área de interferência do empreendimento e seu entorno imediato, por ser um dos aspectos do meio físico que sofrerá menos impacto, apesar de que o enquadramento do tipo de solo potencial ter sido realizado a partir da análise da bacia de drenagem indicada.

2.2. Meio Biótico

Foi estimada como Área de Influência Direta do Meio Biótico um raio de 800 m a partir do ponto (5°49'31,79" S; 35°12'45,84" W) localizado entre o Estádio João Machado e o Ginásio Poliesportivo Humberto Nesi (Anexo 03 - Área de Influência do Meio Biótico). Esta área foi avaliada como suficiente para a caracterização do ecossistema terrestre (flora e fauna) devendo ser influenciada diretamente pela instalação do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO. Não foi considerada, no entanto, uma Área de Influência Indireta para o estudo desse meio, uma vez que já existe uma ação antrópica bastante significativa nos limites que extrapolam a Área de Influência Direta.

2.3. Meio Antrópico

A Área de Influência Direta considerada para o Meio Antrópico tomou como referência seis bairros pertencentes às regiões Sul (Lagoa Nova, Nova Descoberta, Candelária, Capim Macio) e Leste (Tirol e Lagoa Seca) cujas atividades estarão mais diretamente envolvidas nas etapas de instalação e operação do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO (Anexo 04 - Área de Influência do Meio Antrópico). E a Área de Influência Indireta considerou-se o município de Natal.

3. EMPREENDIMENTO

3.1. Informações Gerais

O ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS terá capacidade para 45.000 pessoas e será servido por escadas ao longo de todo o seu perímetro, interligando o nível do solo ao nível do anel de circulação principal. A combinação das circulações verticais, incluindo os elevadores, permitirá um acesso confortável e tranquilo, oferecendo as condições necessárias para garantir a acessibilidade para pessoas com dificuldade de locomoção. Para identificação das áreas citadas no decorrer do texto, observar Figuras 2 e 3.

O Estádio será servido por 27 escadas externas com 3 metros de largura em cada lance, ao longo de todo o seu perímetro, e 5 núcleos de elevadores. Destas escadas, 25 (A11A) delas interligam a área do pódio ao anel superior somando, portanto, largura suficiente para permitir o acesso e a saída confortável e segura. Adicionalmente, núcleos de elevadores no setor Leste também farão a ligação entre as áreas de acesso geral ao anel superior.

Espectadores VVIP, VIP e dos camarotes entrarão no estádio pelo setor Oeste. Este grupo terá uma área exclusiva de desembarque – *VIP drop off* – em área reservada na área fechada do nível de serviços (nível da rua), sob o pódio. Eles contarão com uma entrada exclusiva para o *VIP lounge* (A11C). Um conjunto de elevadores dedicados (A11D) conecta este *lounge* aos dois níveis de camarotes e hospitalidade VIP. Dois outros núcleos de elevadores estão projetados para servir aos níveis dos camarotes. O que está situado ao Sul (A11F), se destinará exclusivamente ao serviço de apoio; o que está ao Norte (A11G) poderá ser utilizado pela imprensa. Para interligar os dois níveis de camarotes e hospitalidade VIP, duas escadas monumentais (A11H) foram projetadas como uma conexão adicional. Um núcleo de elevadores conectará a imprensa a estes dois níveis enquanto o outro núcleo, de serviço, conecta estes ao nível de serviços sob o pódio. Duas escadas externas, eixos 72-73 (A11J) e 84-85 (A11K), serão conectadas aos níveis dos camarotes para escape dos mesmos.

A imprensa contará com área de desembarque e entrada exclusiva, ambas no nível de serviços. Também terão um acesso exclusivo ao anel inferior. Na área de

desembarque e entrada se terá acesso ao núcleo de elevadores dedicados (A11G), que levam ao nível de acesso principal e aos níveis dos camarotes. Os corredores de circulação do nível de acesso principal e do anel superior terão largura bastante ampla (10m a 15,5m) permitindo a fácil circulação dos usuários e seu acesso às amenidades disponíveis. O nível de acesso principal será o mesmo do pódio e o público entrará diretamente através dos portões localizados ao longo do perímetro (A11H).

Da circulação principal os espectadores serão distribuídos pelas escadas externas (A11A) para seu acesso ao nível do anel superior, de acordo com o bilhete que portarem. O núcleo de elevadores de serviço servirá a todos os níveis da edificação. Os elevadores do setor Leste servirão ao nível do anel superior. O núcleo de elevadores do setor Nordeste (A11L1 e A11L2) será exclusivamente para passageiros e também darão acesso ao nível do anel superior. Os elevadores do setor Sudeste (A11L2), que serão primariamente elevadores de serviço, poderão ser usados para passageiros em caso de necessidade.

Em relação aos empregos a serem gerados diretamente pelo estádio, arena multiuso e centro cultural, prevê-se 300 empregados permanentes e 735 temporários. Além disso, também ocorrerão empregos indiretos que poderão chegar a um patamar de 1225 empregos.

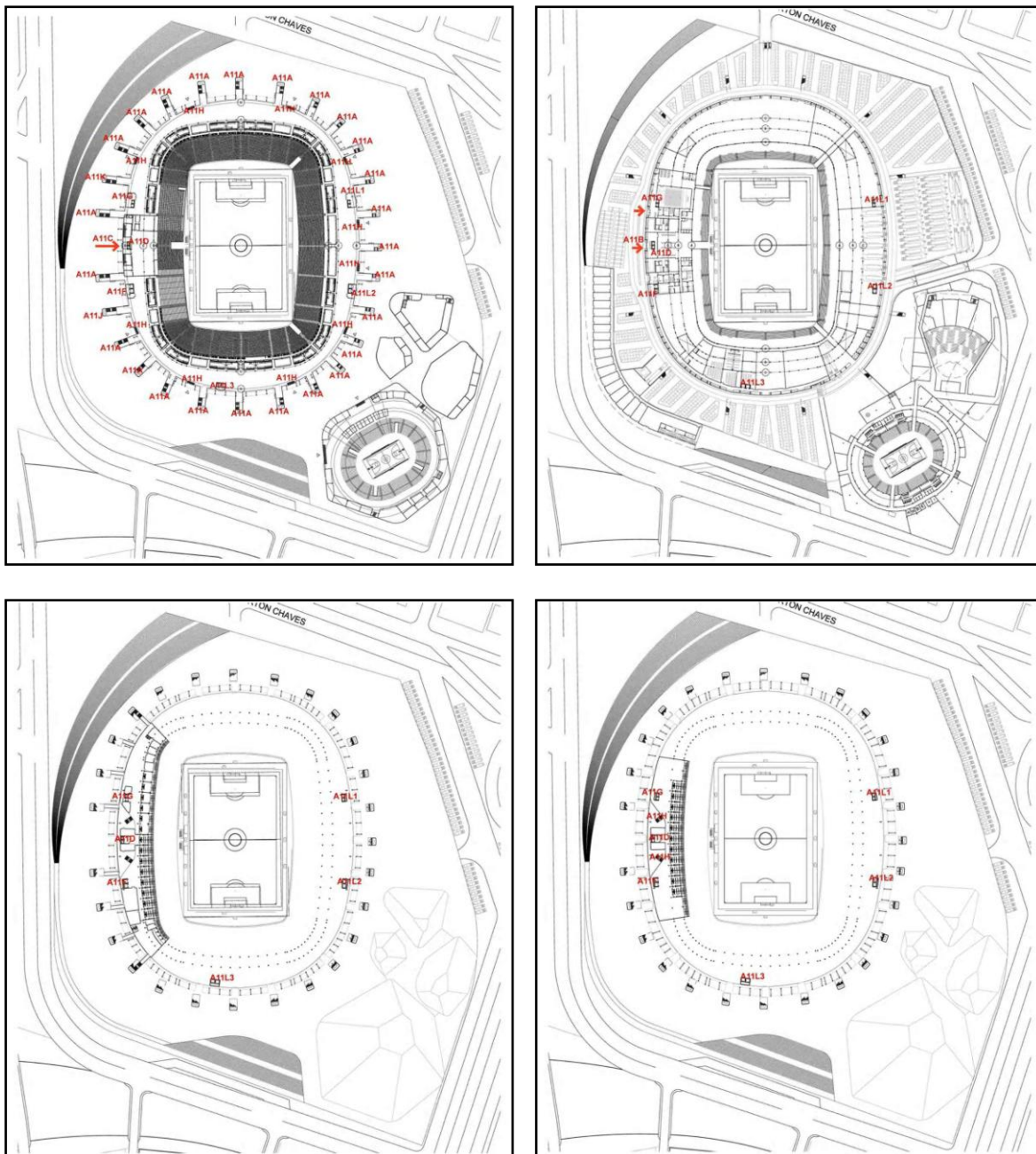
Na seqüência serão apresentadas todas as plantas, esquemas, entre outros elementos visuais que auxiliam a entender a estrutura prevista do empreendimento.

O projeto do Estádio não considera o campo como área de escape, já que este uso em uma edificação regida por normas internacionais e nacionais de segurança traria grande impacto e dificuldades adicionais de operação sobre equipamentos de portas e portões nos eventuais acessos. Estes deveriam, neste caso, contar com fechos e mecanismos de abertura antipânico, que apesar de teoricamente viável, não é uma política considerada adequada do ponto de vista da segurança, devido aos riscos decorrentes de falhas mecânicas, mau uso, manutenção. Neste estádio o uso e dimensionamento dos largos corredores nas circulações principais, escadas e portões garantem uma evacuação adequada sem que o uso do campo se faça necessário. O escape do campo se dará através de saídas diretas (A12A e A13B) para o anel inferior e deste para o pódio. Uma vez no pódio, através das escadas que existem em todo o perímetro se chegará facilmente ao nível da rua e dos

espaços circundantes. Os acessos/saídas de emergência do campo se dão através dos túneis de acesso ao campo localizados nos setores Nordeste e Sudeste do anel inferior. Na etapa de licença de instalação, os projetos executivos definitivos serão apresentados ao Corpo de Bombeiros para que sejam analisadas o cumprimento de todas as normas legais e que garantam a segurança dos visitantes do estádio em qualquer situação.

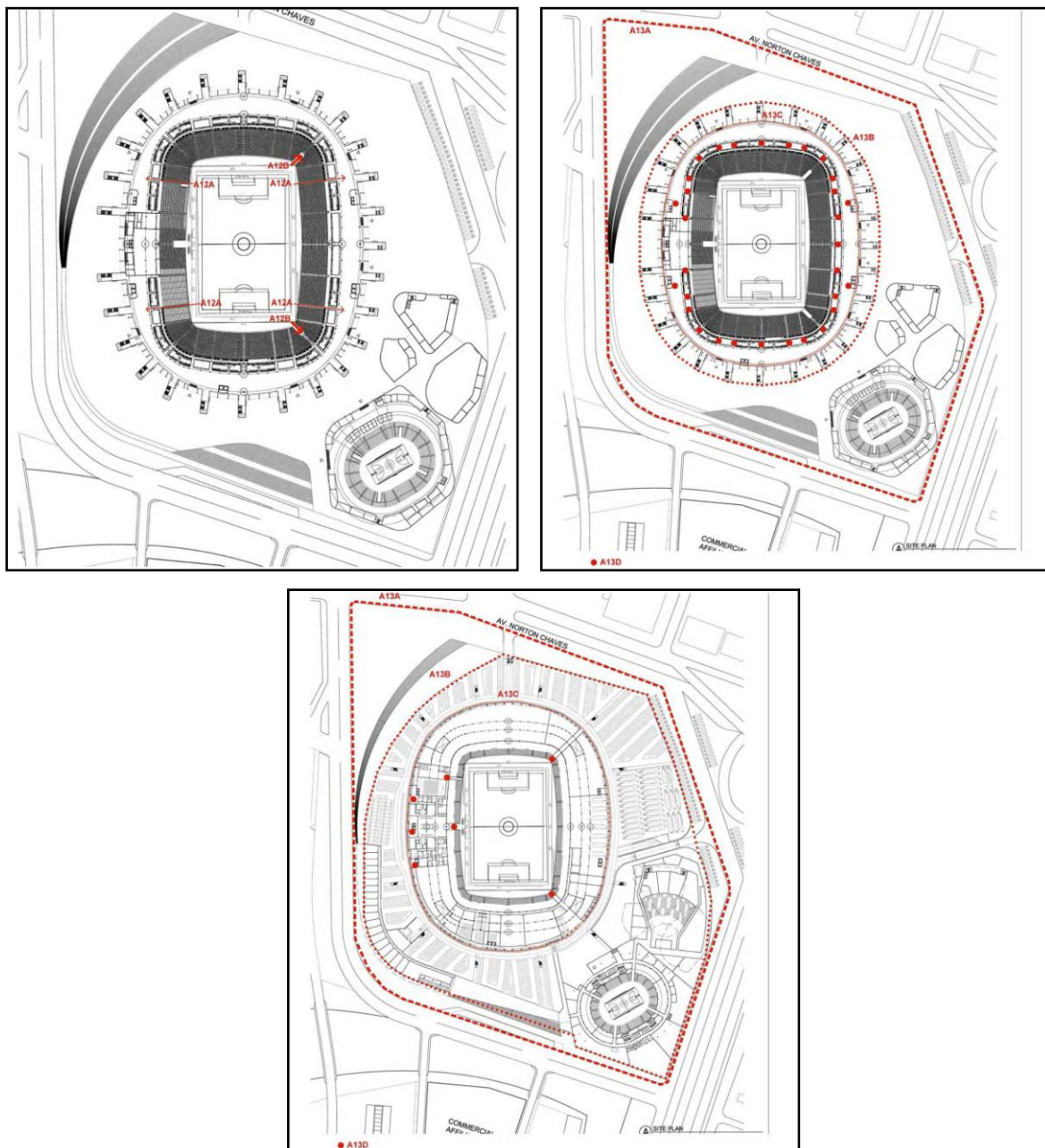
De acordo com as determinações da FIFA quatro zonas de segurança estarão caracterizadas, inclusive para estacionamento: Zona 1, fica no perímetro do pódio, ao nível da rua (A13A); Zona 2 fica a 15 metros do perímetro do estádio. Para acesso a esta zona o espectador deverá passar pelo primeiro controle inicial de bilhete e revista (A13B); Zona 3 se inicia nas catracas de acesso, no perímetro do estádio (A13C); Zona 4 é a final, e é a que se localiza junto aos acessos referentes ao bilhete portado (A13D).

Figura 2. Escadas que interligam a área do pódio ao anel superior (A); núcleo de elevadores, (B, C e D)



Fonte: Consultor Arq. Carlos de La Corte.

Figura 3. Sairas diretas de escape (A); Delimitação de zonas de zeguranga (B e C)

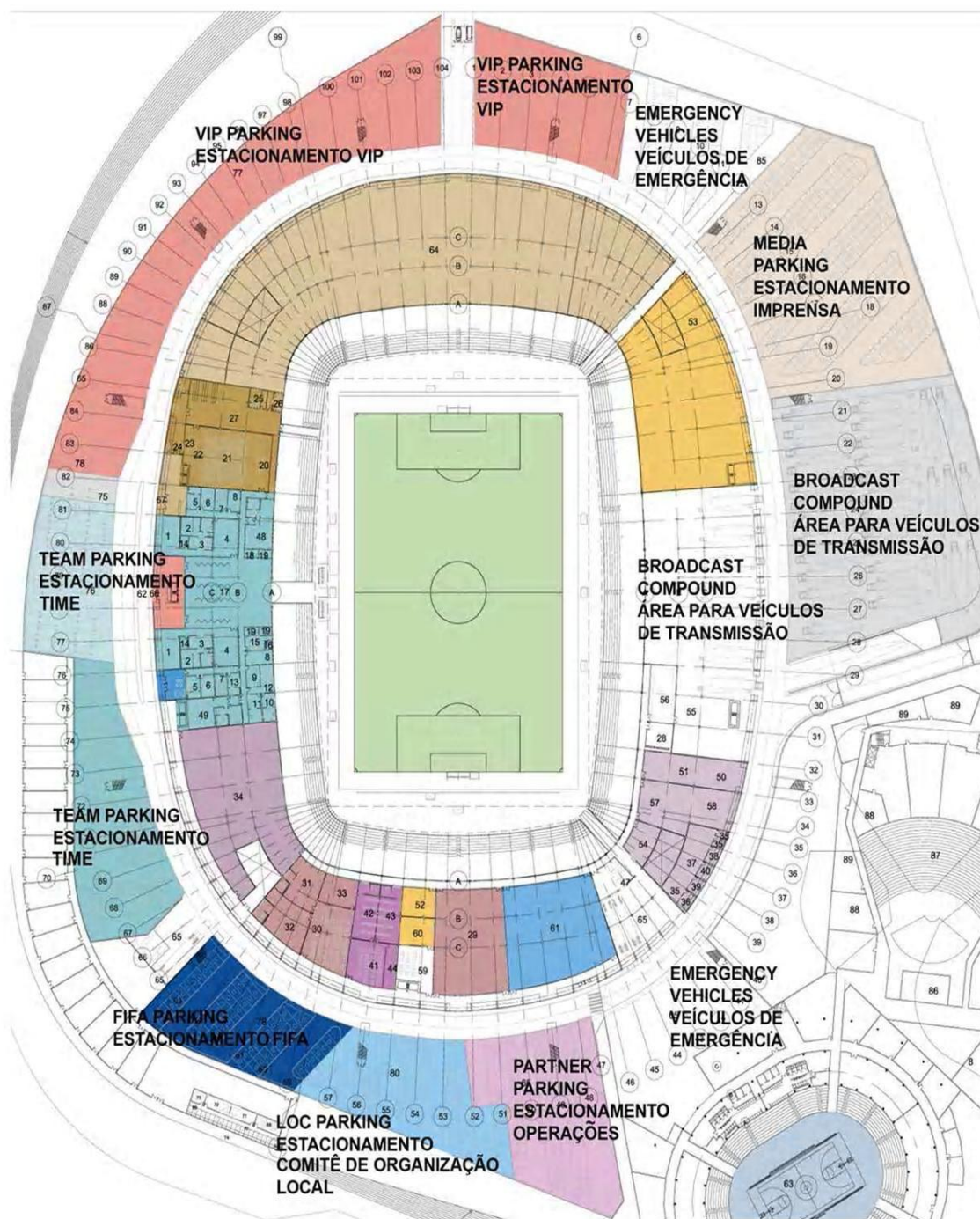


Fonte: Consultor Arq. Carlos de La Corte.

Os estacionamento com todas as vagas necessárias (aproximadamente 7250) estarão contidos dentro do perímetro do terreno e em volta do estádio. A localizao dos estacionamento para os times, VIPs, VVIPs, LOC, FIFA, Afiliado, imprensa e transmissão estarão localizados no nível de serviços sob o pódio. Serão 150 vagas destinadas aos Afiliados comerciais (não cortesia) localizadas a uma distancia de

110 metros, a oeste do estádio. Assim também será a localização das suas 15 vagas para ônibus (hospitalidade). Teremos também 100 vagas para automóveis (cortesias) destinadas aos mesmos afiliados, localizadas a 160m a oeste do estádio. A 120m na direção sul do estádio estará o estacionamento para 800 ônibus dos Afiliados comerciais. Também nesta direção, a 135m, estarão as vagas destinadas a 200 ônibus para convidados destes mesmos parceiros. O estacionamento para 80 carros de convidados estará a 130m. Todos os estacionamentos destinados aos ônibus credenciados (Afiliados etc.) estarão dentro do raio de 200m do estádio. Aproximadamente 4500 vagas de estacionamento de público estarão localizadas a distancias variadas, sendo algumas a 100m deste e outras a não mais de 450m (Figura 4).

Figura 4. Áreas de estacionamento

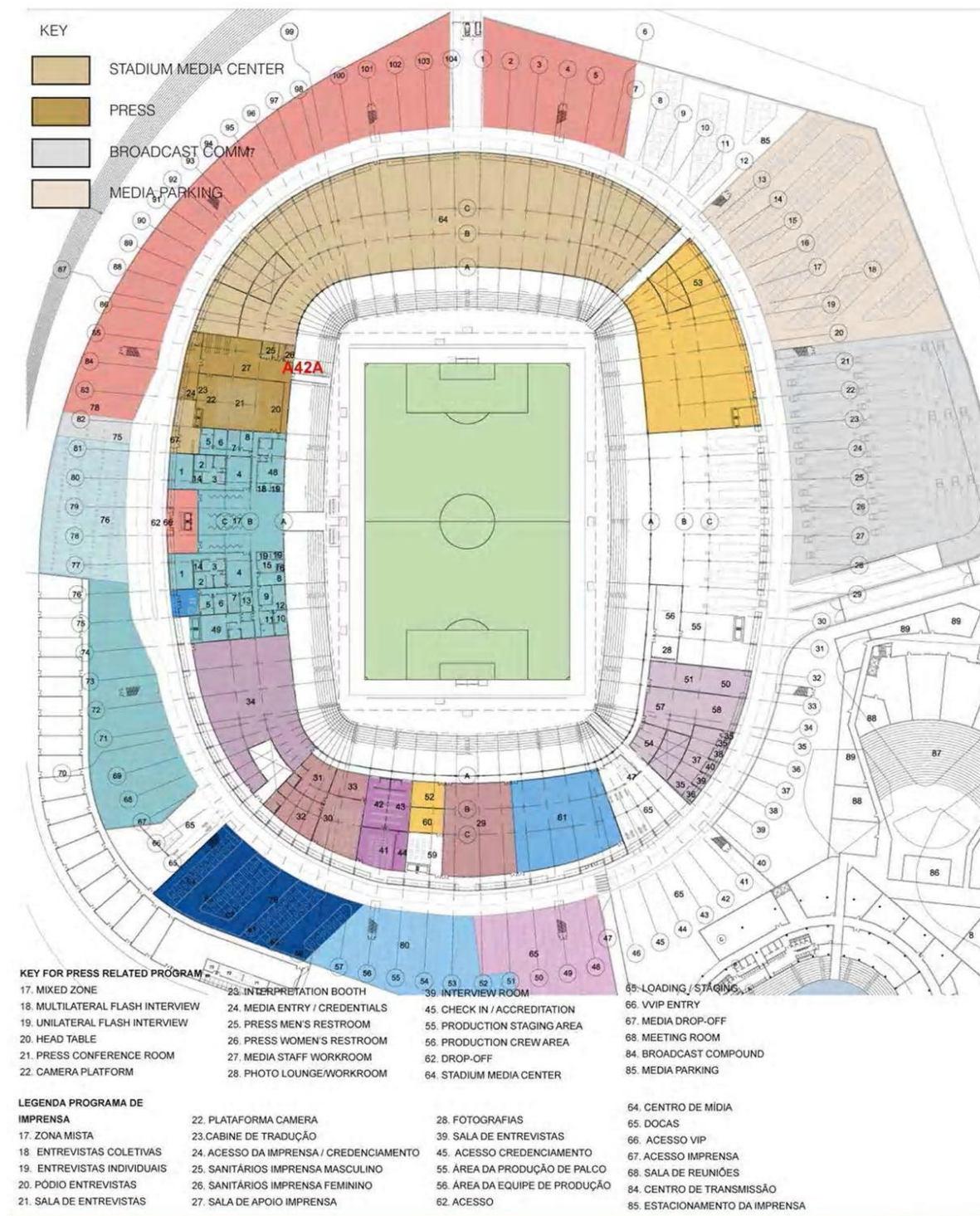


Fonte: Consultor Arq. Carlos de La Corte.

O Centro de Imprensa, com todas as áreas de trabalho e escritórios estarão localizadas no nível de serviço sob o pódio. As áreas destinadas à imprensa em todos os níveis do estádio estarão conectadas e serão áreas restritas cujo acesso se

dará somente mediante apresentação de credenciais específicas. Membros da imprensa entrarão no estádio através de acesso exclusivo, que se conecta à Central de credenciamento, onde estarão os elevadores que os levarão às outras áreas designadas nos níveis superiores. A área de credenciamento terá acesso direto ao Centro de Imprensa. Este é o espaço principal desta parte do programa, que estará conectado a todos os outros espaços, inclusive ao vomitório exclusivo que leva aos lugares reservados no anel inferior. O elevador que parte do Centro de Credenciamento também servirá ao nível dos camarotes superiores, onde estarão as cabines de transmissão (Figura 5)

Figura 5. Áreas de imprensa



Fonte: Consultor Arq. Carlos de La Corte.

3.2. Descrição técnica

- **Iluminação e fornecimento de energia**

O sistema de suprimento de energia deverá ser feito por dupla alimentação oriunda da central de utilidades, com distribuição para todas as partes da edificação. Sistemas de UPS deverão prover 15 minutos de alimentação para cargas selecionadas, enquanto geradores a diesel iniciam seu funcionamento, assumindo tanto as cargas de UPS como as de emergência por um tempo mínimo de três horas.

- **Fornecimento de energia de emergência**

O sistema de alimentação de energia de emergência deverá ser composto por três geradores a diesel alimentando um sistema de chaveamento paralelo com distribuição para todos os edifícios. Um banco de carga deverá ser disponibilizado para garantir condições apropriadas de teste para manutenção do sistema.

- **Iluminação**

A iluminação para todo o ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS ocorrerá através de luminárias de alta eficiência, sem ofuscamento e com níveis ajustáveis de intensidade de acordo com as necessidades. Todos os controles serão feitos através de controles de interface gráfica para atender em casos de saída, em emergências ou outras situações que necessitem continuidade. Em caso de falta de energia, as mesmas luminárias serão utilizadas alimentadas pelos grupos geradores, sendo que algumas destas contarão com baterias individuais para acendimento independente. O projeto luminotécnico para todas as áreas da edificação, internas ou externas, fachadas e área de eventos, atenderão aos níveis e especificações recomendados pela FIFA.

- **Comunicação e áreas adicionais**

A Infra-estrutura de comunicação inicia-se com salas de comunicação dedicadas distribuídas ao longo do empreendimento, incluindo a principal, o *data center*, o *Demarc* e as salas intermediárias. As salas de comunicação intermediárias têm a função de manter o padrão corrente de limitar o comprimento das instalações horizontais a 90m.

Isto resulta em espaçamentos de 120m entre as salas, arranjadas em uma configuração tipo *core* com prumadas verticais fazendo sua interligação nos diversos níveis. Aproximadamente seis destas estruturas – sala/prumadas – serão requeridas como mínimo. Cada uma das salas intermediárias será interconectada à sala principal de comunicações com cabos de fibras óticas multimodo e monomodo e de cobre Cat.3. Serviços de comunicações e dados deverão utilizar cabos tipo UTP Cat. 6A e suportar telefonia, dados, wireless, segurança, POS e imagem. Encaminhamentos verticais e horizontais deverão ter seus respectivos condutos dedicados, consistindo de leitos ou eletrodutos.

- **Centro de processamento de dados**

O Centro de processamento de dados consiste em uma instalação com computadores e servidores de alta eficiência. Neste mesmo lugar, ficarão os equipamentos de tele/data. Este centro contará com um sistema primário e outro redundante para as instalações mecânicas, elétricas e UPS, de modo a garantir a constância na operação dos equipamentos principais de tele/data/TI.

- **Tecnologias**

Para a rede de tele/data será adotado o uso padrão de cabos Cat 6A que suportam até 10 gig-Ethernet (10 Gbps). Estes cabos terão a mesma capacidade de transmissão e recepção e são compatíveis com Gigabit Ethernet (1 Gbps), Fast Ethernet (100Mbps) e Ethernet. Adicionalmente, estes cabos suportam também outras funções que não exclusivamente dados, tais como telecomunicações analógicas e digitais.

O sistema de telefonia está baseado em tecnologia IP com aparelhos IP, servidores primários e redundantes de gerenciamento de chamadas, mensagens de voz e textos, etc.

Rede sem fio será disponibilizada em toda a edificação, incluindo o nível de serviços, acessos e circulações principais, área VIP e camarotes, áreas de imprensa e nos assentos gerais.

Todas as aplicações, incluindo voz, dados e redes “wireless” convergirão em uma única rede de dados.

4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

4.1. Meio Físico

4.1.1. Aspectos climáticos

4.1.1.1. Caracterização regional

A região Nordeste do Brasil, segundo Nimer (1979), configura-se como uma área de encontro de quatro sistemas de correntes de circulação perturbadas, responsáveis por instabilidades e chuvas na região, sendo elas os Sistemas de Correntes Perturbadas de Sul (representadas por invasões de frentes polares pela porção sul da Bahia); Sistema de Correntes Perturbadas de Norte (representada pelo deslocamento da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT); Sistema de Correntes Perturbadas de Leste (ocorrem no seio dos anticiclones tropicais, e são responsáveis pela formação das chamadas Ondas de Leste); e Sistema de Correntes Perturbadas de Oeste (são responsáveis pelas chuvas tropicais do tipo “monçônico”, atingindo principalmente o Oeste da Bahia e S-SW dos Estados do Maranhão e Piauí).

Considerada pelos meteorologistas como uma região anômala, o clima da região Nordeste tem sido amplamente estudado, com fins de se descobrir as causas das anomalias climáticas que atuam aí de forma isolada ou combinada, suas interligações e periodicidade de ocorrência de cada fenômeno.

Vianello e Alves (2000, p.429-431) citam como fenômenos responsáveis pelas anomalias climáticas do Nordeste as circulações de Hadley-Walker, a Zona de Convergência Intertropical, elevado albedo da superfície, penetração de Sistemas Frontais, anomalias de temperaturas das águas oceânicas do Atlântico e do Pacífico, mecanismos de brisas marítimas e terrestres, linhas de instabilidade, mecanismos de grande escala local, dentre outras. Os autores ressaltam, porém, a necessidade de se realizarem pesquisas mais detalhadas acerca destes fenômenos, “a fim de que se conheçam melhor as causas da anomalia climática nordestina”.

O Estado do Rio Grande do Norte, por situar-se no extremo Nordeste da região, sofre influência direta de dois destes Sistemas de Correntes Perturbadas: a Norte e

a Leste. No inverno, o estado pode ser atingido por algumas repercussões de Frentes Frias (FF) quando estas conseguem sobrepor às latitudes mais baixas, ocasionando chuvas frontais e pós-frontais ao longo do litoral, enquanto que o sertão do estado fica sob atuação da *Alta Tropical do Atlântico Sul*, com tempo estável (NIMER, 1979, p. 48).

O litoral potiguar, em particular o litoral Leste – meridional, sofre a ação direta da *Zona de convergência Intertropical-ZCIT*, com chuvas de outono nos meses de março, abril e maio; e das *Ondas de Leste*, caracterizadas pela sua capacidade de causar precipitações acentuadas ao longo de sua trajetória, principalmente nos meses de inverno (junho, julho e agosto). Esta porção do litoral do estado raramente é atingida pelas repercussões de FF, porém quando estas atuam, costumam deixar o céu completamente encoberto por nuvens de convecção dinâmica (cumulus e cumulonimbus), sendo acompanhadas por trovoadas, ventos fracos e moderados (5 a 10 nós) e chuvas pouco intensas (NIMER, 1979, p. 53).

4.1.1.2. Caracterização Local

Situado da porção litorânea oriental do Estado do Rio Grande do Norte, na região Sul da capital Natal, a área de estudo encontra-se inserida no campo de domínio do clima As', clima tropical chuvoso quente com verão seco, segundo a classificação de W. Köppen, ou ainda, segundo a classificação de Thornthwaite e Mather (1955), C2s2A' subúmido, com deficiência hídrica moderada no verão (VIANELLO & ALVES, 2000, p. 385).

Na caracterização individual dos diversos elementos climáticos, apresentada neste trabalho, tomaram-se por base os dados fornecidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN, e coletadas junto a Estação Climatológica Principal da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, localizada a pouco mais de 1 km a SE da área de intervenção do projeto, no bairro de Lagoa Nova, em Natal (latitude 5°55'00" S, longitude 35°12'00" W e altitude de 49 m).

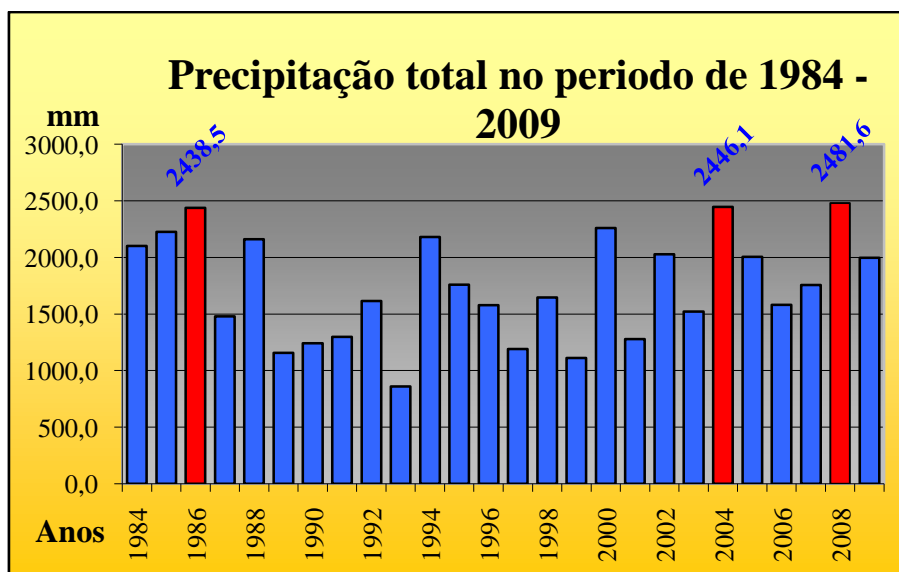
Os dados fornecidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, EMPARN, e coletados pela Estação Climatológica Principal da UFRN, correspondem a uma escala temporal de 25 anos, que se estende de 01 de janeiro de 1984 a 23 de julho de 2009.

a. Precipitação Pluviométrica

A precipitação média anual registrada pela Estação Climatológica Principal da UFRN para o município de Natal no período de 1984 – 2009 são de 1.756,0 mm. Neste período, a menor precipitação anual ocorreu no ano de 1993, com 858,2 mm, enquanto que a maior precipitação se deu no ano de 2008, quando 2.481,6 mm precipitaram-se sobre a região em estudo em 181 dias.

Analisando-se as Figura 6, de precipitação total no período em exame, e a Tabela 1, de ocorrência das anomalias climáticas El Niño e La Niña, verificam-se a existência de um padrão sinótico entre os eventos de maior e menor precipitação com a ocorrência de tais fenômenos anômalos.

Figura 6. Precipitação total no período de 1984 – 2009 no município de Natal/RN



Fonte: UFRN - Estação climatológica principal, 2009.

A estação chuvosa nesta porção do litoral potiguar, quando não afetada pelas anormalidades climáticas como o El Niño e La Niña, é marcada pela ação de dois sistemas sinóticos predominantes: a Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, atuando no fim do verão e ao longo do outono; e as Ondas de Leste (agrupamento de nuvens vindas do Oceano Atlântico), atuando durante os meses de inverno.

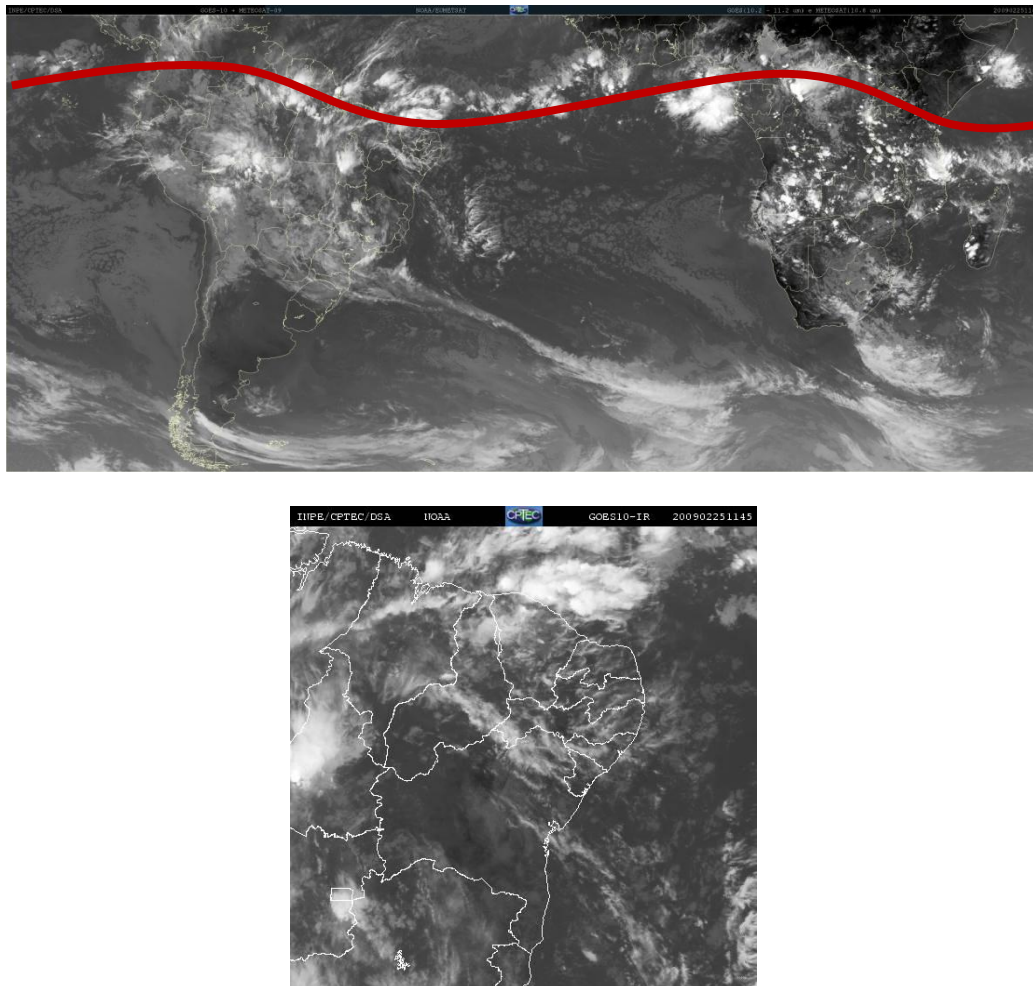
A ZCIT (Figura 7), que em meados de fevereiro desloca-se do hemisfério Norte para o hemisfério Sul, atingindo por vezes as latitudes de 8° S, caracteriza-se por ser um sistema sinótico de baixa pressão atmosférica e apresentar uma grande nebulosidade, promovendo, entre os meses de março a meados de julho, intensas precipitações em todo o estado (Figura 7).

Tabela 1. Fenômenos El Niño e La Niña ao longo do século XX

EL NIÑO	LA NIÑA
1982-1983	1983-1984
1986-1988	1984-1985
1990-1993	1988-1989
1994-1995	1995-1996
1997-1998	1998-2001
2002-2003	2008
2005-2007	

Fonte: CPTEC/INPE, 2009.

Figura 7. Imagens do satélite meteorológico GOES-10 do dia 25/02/2009, ambos registrados às 11:45 p.m.. Na primeira imagem vê-se a ZCIT atuando sobre o Brasil e continente africano. Na segunda imagem observa-se a ZCIT em ação sobre o Nordeste do Brasil.



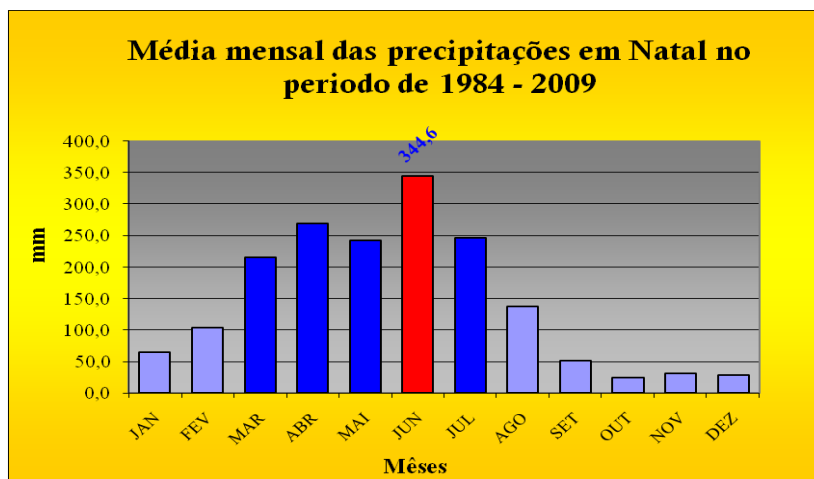
Fonte: CPTEC/INPE, 2009.

Por sua vez, as Ondas de Leste, assim denominadas por deslocarem-se sempre de Leste para Oeste, ou seja, do Oceano Atlântico para o continente, são responsáveis pelas maiores precipitações registradas anualmente neste trecho do litoral.

Vianello e Alves (2000, p.331-332) descrevem que “na região de baixa pressão da onda, o tempo é caracteristicamente chuvoso, associando-se frequentemente a tempestades. As nuvens dos tipos cumulus e cumulonimbus destacam-se”. Nos dias 29 e 30 de julho de 1998, uma Onda de Leste foi responsável por precipitações de 131,1 e 253,2 mm respectivamente. Uma precipitação parecida com a do dia 30 de

julho de 1998 foi registrada no dia 08 de junho de 2008, quando se precipitaram 210,4 mm em 24 horas.

Figura 8. Média mensal das precipitações em Natal/RN período de 1984 – 2007



Fonte: UFRN - Estação climatológica principal, 2009.

Em geral, as precipitações em Natal estendem-se de março a agosto, quando os totais mensais, em média, excedem os 100 mm. Setembro, outubro, novembro e dezembro formam a quadra dos meses mais secos, apresentando totais de precipitação, em média, abaixo de 50 mm. A maior precipitação mensal ocorrida no período em estudo foi no mês de julho de 1998, quando se precipitou em 30 dias 793,9 mm. Por sua vez, a menor precipitação mensal registrada foi de 0,4 mm, ocorrida no mês de dezembro de 1995 e repetida em dezembro de 2008 (EMPARN, 2009).

Na região, a probabilidade de ocorrerem precipitações superiores a 400 mm no mês de junho, o mais chuvoso, é de 29,1%, e para precipitações superiores a 300 mm é de 53,8%.

Em Natal, os totais diários acima de 100 mm são muito raros. O período analisado neste trabalho mostra que, precipitações acima de 100 mm ocorridas no município de Natal, foram registradas apenas em 28 oportunidades, datados a seguir: 17 de abril e 19 de maio de 1984 (108,1 e 145,2 mm); 17 de junho de 1986 (168,1 mm); 5 de maio de 1988 (168,4 mm); 16 de março de 1995 (103, 8 mm); 03 de abril e 02 de

maio de 1997 (119,1 e 122,2 mm); 29 e 30 de julho de 1998 (131,1 e 253,2 mm); 27 de junho e 01 de julho de 2000 (184,8 e 141,2 mm); 17 de junho de 2001 (153,1 mm); 07 de março, 18 de junho e 15 de julho de 2004 (104,4; 130,2 e 152 mm); 16 de maio e 03 de junho de 2005 (163,5 e 117,3 mm); 30 de abril de 2006 (128,9 mm), 17 de junho de 2007 (118,4 mm); 24 de abril, 09 e 16 de junho, 01 e 02 de julho, 08 de agosto de 2008 (105, 210,4, 111,7, 107,6, 216,8, 171,9 mm respectivamente); 17 de janeiro (115,5 mm), 20 de abril (111,2 mm) e 11 de maio de 2009 (104,8 mm) .

Tabela 2. Ocorrências de precipitações maiores que 100 mm no período de 1984-2009 registradas na Estação Climatológica da UFRN

Natal anos 80	mm	Natal anos 90	mm	Natal anos 2000	mm
17/4/1984	108,1	16/3/1995	103,8	27/6/2000	184,8
19/5/1984	145,2	03/4/1997	119,1	01/7/2000	141,2
17/6/1986	168,1	02/5/1997	122,2	17/6/2001	153,1
05/5/1988	168,4	29/7/1998	131,1	07/3/2004	104,4
		30/7/1998	253,2	18/6/2004	130,2
				15/7/2004	152,0
				16/5/2005	163,5
				03/6/2005	117,3
				30/4/2006	128,9
				17/6/2007	118,4
				24/4/2008	105,0
				09/6/2008	210,4
				16/6/2008	111,7
				01/7/2008	107,6
				02/7/2008	216,8
				08/8/2008	171,9
				17/1/2009	115,5
				20/4/2009	111,2
				11/5/2009	104,8

Fonte: EMPARN, 2009.

Na Tabela 2 faz-se importante verificar como tem se intensificado a ocorrência de precipitações acima dos 100 mm ao longo das décadas que se sucedem no período em análise (80, 90 e 2000), o que demonstra certa tendência na intensificação à ocorrência deste tipo de “tromba d’água”, o que deve ser observado e estudado nos próximos anos. Ainda segundo a EMPARN, a partir dos dados coletados pela Estação Climatológica da UFRN, na década de 1980 foram registradas 04 ocorrências de precipitações acima de 100 mm, 05 ocorrências ao longo dos anos 90 e uma forte intensificação ao longo dos anos 2000, onde até o dia 23 de julho de 2009 já haviam ocorridos 19 eventos com mais de 100 mm, sendo inclusive 02 ocorrências com precipitações superiores a 200 mm em 24h.

Tabela 3. Total de dias com precipitação anual no período de 2003-2009

ANO	Total dias c/ chuva	Média/ dia/ mm	% dias com chuva
2003	170	8,9	46,6
2004	187	13	51,2
2005	175	11,4	47,9
2006	167	9,4	45,8
2007	182	9,6	49,9
2008	181	13,7	49,6
2009	177	11,3	48,5
Médias	177	11,1	48,5

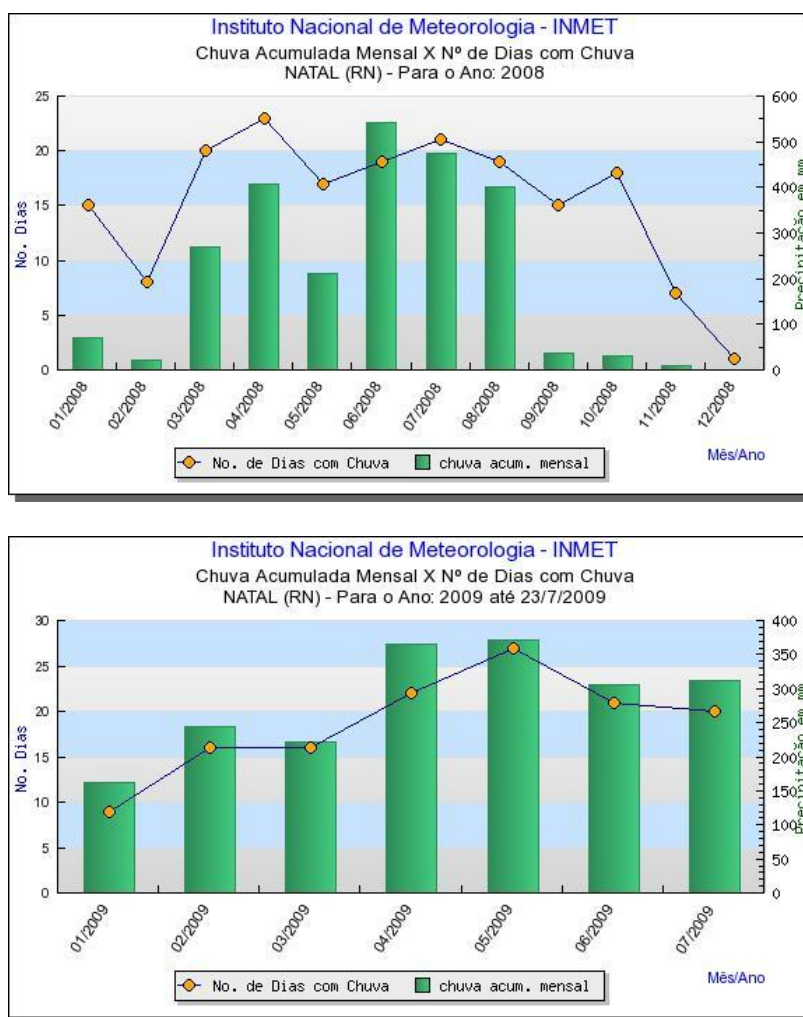
Fonte: EMPARN, 2009.

A análise dos dados de precipitação registrada pela Estação Climatológica Principal da UFRN, para Natal, comprova que, em média, em 48,5% dos 365 dias de um ano ocorrem algum tipo de precipitações (Tabela 3). Os dados disponíveis mostram ainda que, em média, os totais de precipitação diária são relativamente altos (11,1 mm). Apenas 27% dos dias com chuva apresentam precipitações inferiores a 5 mm, o que quer dizer que, em média, em cerca de $\frac{3}{4}$ dos dias com chuva do ano, as precipitações são maiores que 5 mm. Precipitações diárias demasiadamente intensas são esporádicas. Em média, em cerca de cinco dias por ano, chove mais que 60 mm.

A região de Natal se caracteriza também pela seqüência de dias contínuos de precipitações que variam de fraco a forte intensidade. A maior seqüência de chuvas registradas na região foi no ano de 2005, que compreendeu 25 dias ininterruptos (16 de maio a 09 de junho) onde se registrou um acumulado de 755,8 mm. De 2004 a 2007, registraram-se sete longos eventos, que variam de nove dias a 25 dias de precipitação contínua. A de maior média diária ocorreu no período de 26 de janeiro a 07 de fevereiro de 2004, quando em 14 dias foram precipitados 414,9 mm, média de 29,4 mm/dia. O mês de maior ocorrência de dias com chuva no período foi agosto de 2005, com registro de precipitações em 27 dias.

A Figura 9 mostra o volume de chuvas precipitadas na região de Natal ao longo do ano de 2007 em comparação com o volume precipitado até o dia 10 de junho de 2008, informando inclusive o número de dias com ocorrência de chuvas para cada mês.

Figura 9. Acumulado mensal x nº de dias com chuvas nos anos de 2008 e 2009



Fonte: INMET, 2009.

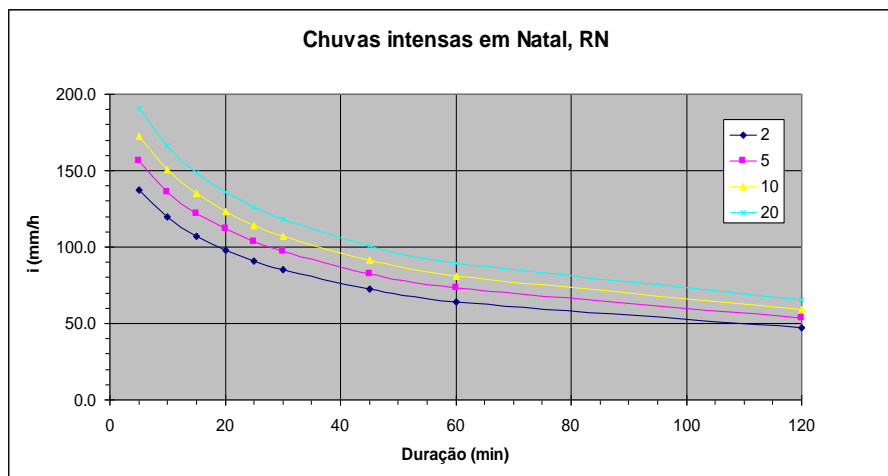
Embora não seja comum localmente o registro quanto à intensidade e duração individual das chuvas, ressalta-se que comumente ocorrerem em Natal chuvas rápidas e intensas, como as registradas no dia 24 de abril de 2008, quando choveram 105 mm em 3 horas. Devido às características pedológicas da região de Natal, formada por areias-quartzosas de origem marinha, dependendo da

intensidade e período da precipitação, podem as águas escoar superficialmente e acumularem-se nas porções mais deprimidas, como os fundo de vales ou fundos de bacia, porém, estas são imediatamente infiltradas no solo. Nas ocasiões em que o lençol freático encontra-se muito superficial ou que a capacidade de saturação do solo é alcançada, há a possibilidade da formação de lagoas de surgência ou temporárias.

Tais características das chuvas e dos solos devem ser levadas em consideração na elaboração do projeto do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, sobre tudo no que se refere a sua fundação da estrutura de concreto e da drenagem do campo de jogo, bem como nos projetos complementares, como o de ampliação e melhoramento do sistema viário local e sistemas de drenagem pluvial associados.

A Figura 10 fornece as intensidades de chuva em função da duração da precipitação e do período de retorno na faixa usualmente utilizada na avaliação e dimensionamento de sistemas de micro-drenagem.

Figura 10. Intensidade de chuva máxima anual em função da duração e do período de retorno



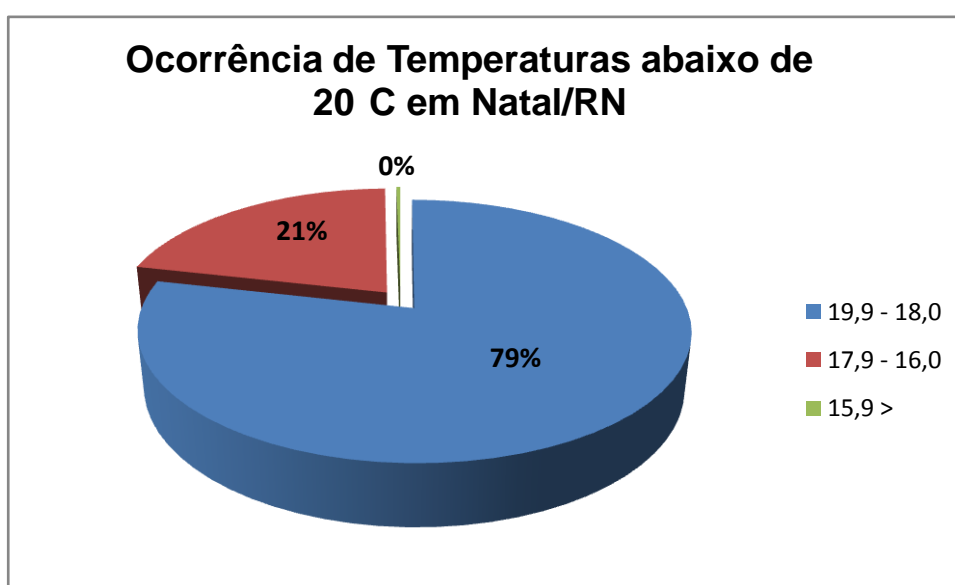
Fonte: EMPARN, 2009.

b. Temperatura do ar

A área de estudo, por situar-se a baixas latitudes e em uma região de clima tropical e sob influência litorânea, caracteriza-se por apresentar temperaturas elevadas o ano todo, com baixas amplitudes térmicas anuais. O comportamento das médias mensais indica uma pequena variação ao longo do ano, com uma amplitude média de 6,2°C.

Caracteristicamente, a região de Natal não costuma apresentar temperaturas mínimas abaixo de 20,0°C, tanto é que a última vez em que a temperatura mínima ficou abaixo dos 20°C na cidade foi em 09 de setembro de 2007, quando foi registrado 19°C. Porém, nos últimos 25 anos, houve o registro de 726 ocorrências de temperaturas que variaram entre 15,2°C e 19,9°C, o que dá uma média de 31 ocorrências/ano. Ao todo se contabilizam 570 ocorrências entre 19,9° e 18,0°C; 154 entre 17,9° e 16,0°C e apenas duas ocorrências de temperaturas abaixo dos 15,9°C, ambas registradas no ano de 1999, nos dias 5 e 6 de agosto (15,2° e 15,7°C). Este mesmo mês de agosto de 1999 foi considerado o mês mais frio daquele ano, com média de 17,4°C, a segunda menor média mensal do período.

Figura 11. Gráfico de ocorrência de Temperaturas mínimas no município de Natal em uma escala temporal de 25

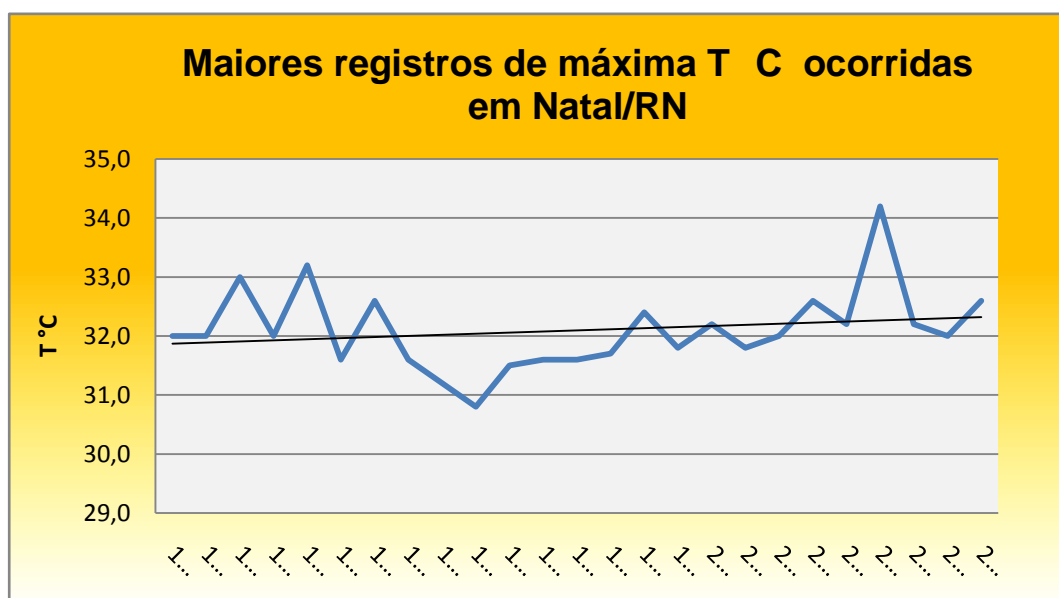


Fonte: EMPARN, 2009.

Ao longo dos 25 anos que marca o período de 1984 a 2009, foram registradas 922 ocorrências de temperaturas máximas superiores aos 30,9°C (média de 37 ocorrências/Ano) e 897 abaixo dos 28,0°C (37 ocorrências/Ano). Neste período, o mês que apresentou as maiores ocorrências de temperaturas iguais ou superiores a 31°C foi o mês de março, com 265 dias quentes, seguido de fevereiro (228) e janeiro (157). Como visto no tópico de precipitações, o mês de março marca exatamente o início das chuvas no litoral nordestino, quando a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) passa a atuar mais intensamente sobre esta região. Marca também a transição entre as estações do ano, quando saímos do verão e entramos no outono.

A Figura 12 registra a evolução das maiores temperaturas registradas na Estação Climatológica Principal da UFRN, em Natal/RN, e mostra que nos últimos 25 anos (1984-2009) tem havido uma leve tendência a ocorrência de temperaturas cada vez maiores. Esta tendência se concretiza observando a evolução do gráfico apartir de 1998, com picos registrados nos anos de 2003, 2005 e 2008.

Figura 12. Gráfico de registro das maiores temperaturas ocorridas em Natal/RN na escala temporal de 1984 – 2009



Fonte: EMPARN, 2009.

No período analisado, a média anual das temperaturas máxima e mínima foi de 29,6°C e 23,0°C respectivamente, o que garante para a região de Natal uma temperatura média anual de 26,3°C. A ocorrência de temperaturas elevadas ao longo de todo o ano, principalmente nos meses de janeiro, fevereiro e março, é um fator importante a ser considerado no desenvolvimento do projeto do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO e do complexo de obras estruturantes subseqüentes, sobre tudo no que compete à observância da liga do material a ser utilizado e suas propriedades físicas de dilatação e contração e termodinâmicas, a fim de se evitar a rápida deterioração do material e elevação dos índices térmicos locais.

Outro importante fator a ser ponderado neste tópico é a associação das elevadas temperaturas registradas no trimestre citado no parágrafo anterior com a alta umidade relativa do ar (elemento a ser tratado no próximo tópico) e a redução drástica da circulação de ventos no município do Natal decorrente da elevação na temperatura do Oceano Atlântico, o que confere aos munícipes e seus visitantes uma sensação térmica de grande desconforto. Como forma de amenização climática, sugere-se a ampliação das áreas verdes no entorno do projeto, sobretudo nas áreas destinadas ao estacionamento, devendo sempre que possível contemplar a arborização com espécies nativas de estrato arbóreo e o uso de um piso que absorva menos energia irradiada do sol e confira permeabilidade.

c. Umidade relativa

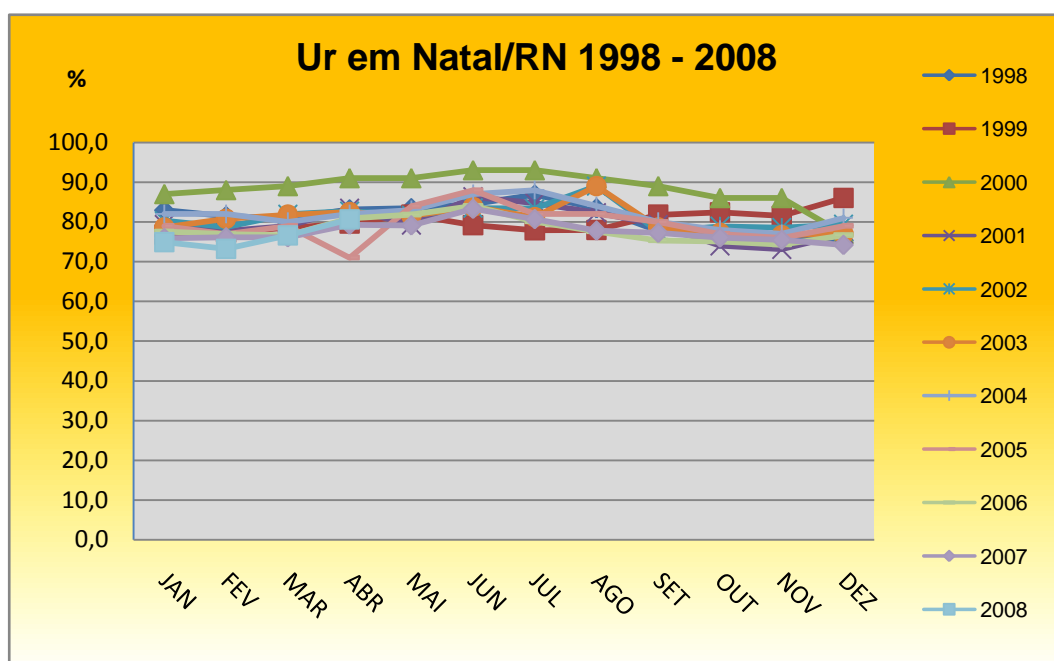
A posição geográfica da cidade do Natal, situada em uma área de forte influência dos ventos alísios de SE, que sopram praticamente durante todo o ano no mesmo sentido e direção, do Oceano Atlântico para o continente, favorece a manutenção de uma estabilidade na umidade relativa do ar sempre a patamares superiores a 70%.

As altas temperaturas da região tropical, sobretudo daquela situadas nas baixas latitudes, é responsável direta pela elevação na temperatura da superfície do Oceano Atlântico, o que permite uma grande evaporação. Essa condição de temperatura e umidade decorrente da alta evaporação das águas do Oceano,

associada aos movimentos atmosféricos de altas e baixas pressões comuns à região equatorial, favorecem a chegada desta umidade ao litoral potiguar.

Na Figura 13 é possível visualizar o padrão quase estável da umidade relativa do ar no município do Natal, sempre a patamares superiores a 70% e, por vezes, beirando os 100%.

Figura 13. Gráfico de registro da Umidade Relativa do Ar em Natal/RN, ao longo dos meses, no decênio compreendido entre 1998 – 2008



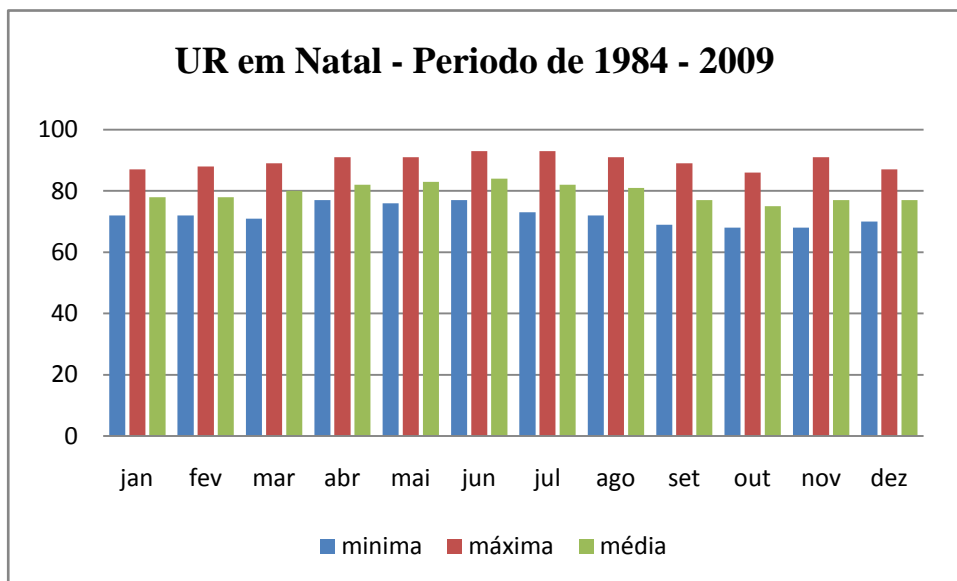
Fonte: EMPARN, 2008.

A umidade relativa do ar para o período observado (1984 - 2008) mostrou-se constante com médias anuais semelhantes às mensais, detectando 81% de média para o período da amostra, sendo a menor média anual registrada de 68% e a maior 93%, conforme a Tabela 4.

Segundo os dados fornecidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S/A (EMPARN), a menor umidade relativa registrada na região em estudo foi de 61%, e ocorreu no dia 08 de outubro de 1994, um dia em que a temperatura máxima e mínima variou entre 25 e 28°C. Já a maior umidade relativa registrada no bulbo seco da Estação Climatológica Principal da UFRN (99%), foi

registrada no dia 17 de abril de 1993. Neste dia a temperatura máxima em Natal chegou a 29,2°C, e a mínima registrada foi de 23,8°C, com uma leve precipitação de 3,9 mm que antecedeu uma de 42,6 mm precipitada no dia seguinte.

Figura 14. Umidade Relativa do Ar no Município de Natal no Período de 1984 - 2009



Fonte: EMPARN, 2009.

Abril, comumente, é um dos meses mais chuvosos da região, e junto com os meses de maio, junho, julho e agosto, são os meses em que ocorrem as maiores umidades relativas, em sua maioria, superiores a 81%. Junho, o mês mais chuvoso (338 mm), é também o mês onde se registram as maiores umidades relativas do ar no ano (84%), enquanto que outubro, o menos chuvoso (23,4 mm), é também o mais seco com médias de 75%.

Tabela 4. Umidade Relativa no período de 1984 - 2007

Ano/Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1984	80	80	88	88	87	80	83	75	72	71	68	70
1985	73	77	83	81	87	77	81	77	71	69	91	73
1986	72	77	75	82	81	83	78	77	75	73	79	76
1987	73	74	79	78	76	78	73	72	71	71	72	70
1988	72	72	71	78	80	78	81	74	69	68	71	74
1989	73	73	73	84	80	83	80	79	75	73	77	78
1990	73	86	76	77	80	83	81	82	74	74	75	74
1991	75	76	80	81	85	83	79	78	77	75	76	78
1992	78	81	83	83	80	85	80	80	77	73	76	77
1993	75	73	75	83	85	89	85	80	78	79	80	87
1994	80	77	83	84	85	92	86	81	80	74	72	79
1995	78	76	79	85	87	86	87	79	79	74	77	74
1996	79	78	83	84	81	84	84	83	81	80	83	81
1997	79	78	82	82	86	83	81	83	78	78	82	81
1998	83	81	81	83	83	85	87	83	78	76	76	75
1999	77	77	79	80	82	79	78	78	82	82	82	86
2000	87	88	89	91	91	93	93	91	89	86	86	77
2001	79	78	79	83	79	86	85	82	79	74	73	77
2002	80	79	82	83	82	83	83	89	78	79	79	79
2003	79	81	82	83	81	84	81	89	79	77	77	77
2004	82	82	80	82	83	87	88	84	80	78	77	81
2005	79	77	79	81	84	88	82	82	80	77	76	79
2006	78	77	77	81	82	84	80	78	75	75	74	77
2007	76	76	76	79	79	83	81	77	77	76	75	74
2008	75	73	76	80	81	81	81	80	77	75	73	72
2009	74	76	77	80	83							
MÉDIA	78	78	80	82	83	84	82	81	77	75	77	77
MAXIMO	87	88	89	91	91	93	93	91	89	86	91	87
MINIMO	72	72	71	77	76	77	73	72	69	68	68	70

Fonte: UFRN - Estação climatológica principal, 2007

d. Pressão Atmosférica

Vianello e Alves (2004, p. 125) afirmam que a pressão atmosférica, de maneira geral, “acha-se sujeita a influências de inúmeros fatores [...], apresentando variações verticais, horizontais, diárias e anuais”. Segundo os autores, as variações verticais de pressão atmosférica variam com a aceleração gravitacional, com a densidade do ar e com a temperatura. As variações diárias da pressão estão relacionadas à variação puramente local, sem influências externas, e as variações transientes, ou seja, “aquelas causadas por mudanças do tempo meteorológico local, muitas vezes em razão de causas externas, como invasões de massas oriundas de outras regiões” (op.citi, p. 127).

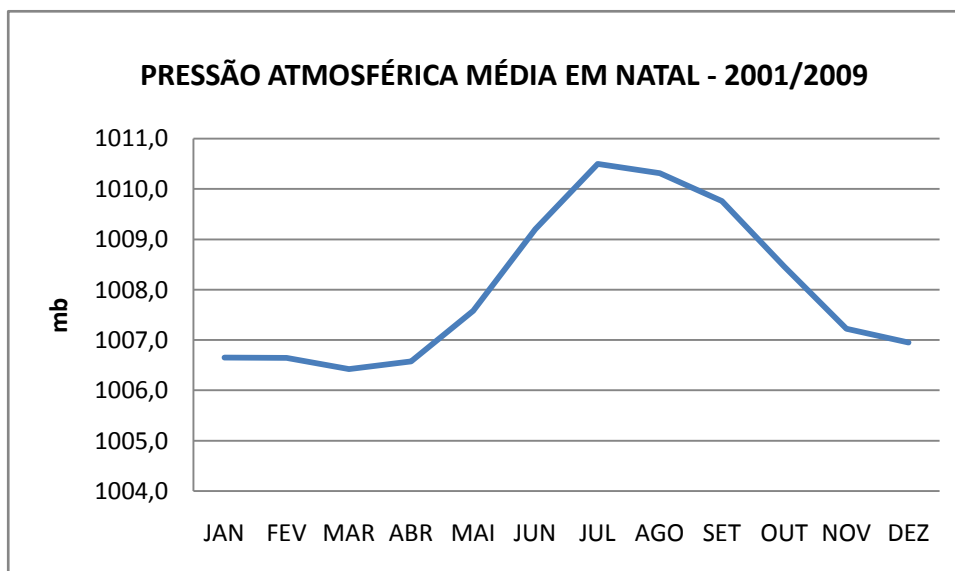
Quanto às variações anuais da pressão atmosférica, os autores mostram a existência de uma defasagem de 180° com a temperatura: “no verão as temperaturas elevadas contrastam-se com as baixas pressões, ocorrendo o oposto no inverno”. Já para as variações horizontais da pressão atmosférica, os autores descrevem toda a complexidade intrínseca a análise deste tipo de distribuição horizontal dos campos de pressão, e que envolvem diversos tipos de fatores, tais como a radiação, os ventos e a topografia regional (p.129).

O município de Natal, devido a suas particularidades geo-ambientais, apresenta uma conformação de relevo suave ondulada a ondulada, o que por si só faz com que os raios solares não cheguem à superfície perpendicularmente. Atrelado a isso, a cobertura vegetal sobre as áreas de dunas, absorvem grande quantidade de energia, revertida em sua fotossíntese, reduzindo ainda mais a concentração de energia latente sobre a superfície do solo, condições estas que favorecem uma melhor circulação continental dos ventos alísios advindos do Oceano Atlântico, e que sopram predominantemente no sentido SE-NW. Estas particularidades demonstram como ocorre a variação horizontal da pressão atmosférica nesta porção do território potiguar.

Segundo os dados fornecidos pela EMPARN (2009) e coletados junto a Estação Climatológica Principal da UFRN, em uma escala temporal 09 anos, que se estendem de 2001 a 2009, o município de Natal situa-se sob ação de um campo de

baixa pressão atmosférica regional, com pressões que variam de 1006,0 mb até 1011,0mb, com média anual de 1008,0mb (Figura 15).

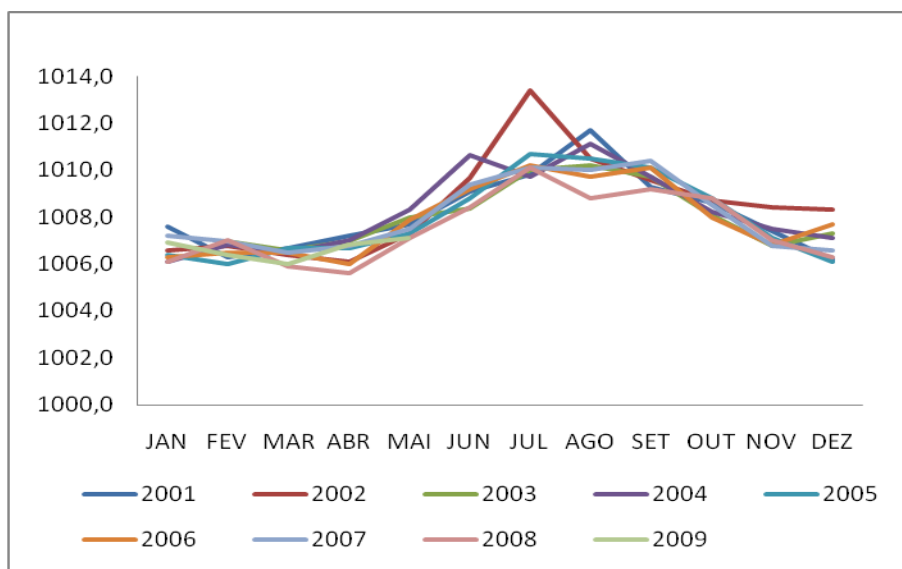
Figura 15. Pressão atmosférica média anual de Natal/RN no período de 2001 a 2009



Fonte: EMPARN, 2009.

A Figura 16 mostra o comportamento mensal da pressão atmosférica do município do Natal registrada nos barômetros da Estação Climatológica Principal da UFRN, em uma escala temporal de análise de 09 anos, considerando os anos de 2001 a 2009. Repare como a pressão tende a reduzir-se ao longo do trimestre MJJ, durante o período chuvoso (Figura 8), e a elevarem-se no trimestre FMA, meses em que há menor corrente de ventos em Natal e o pico das temperaturas no verão.

Figura 16. Pressão atmosférica mensal no município de Natal no período de 2001 a 2009



Fonte: EMPARN, 2009.

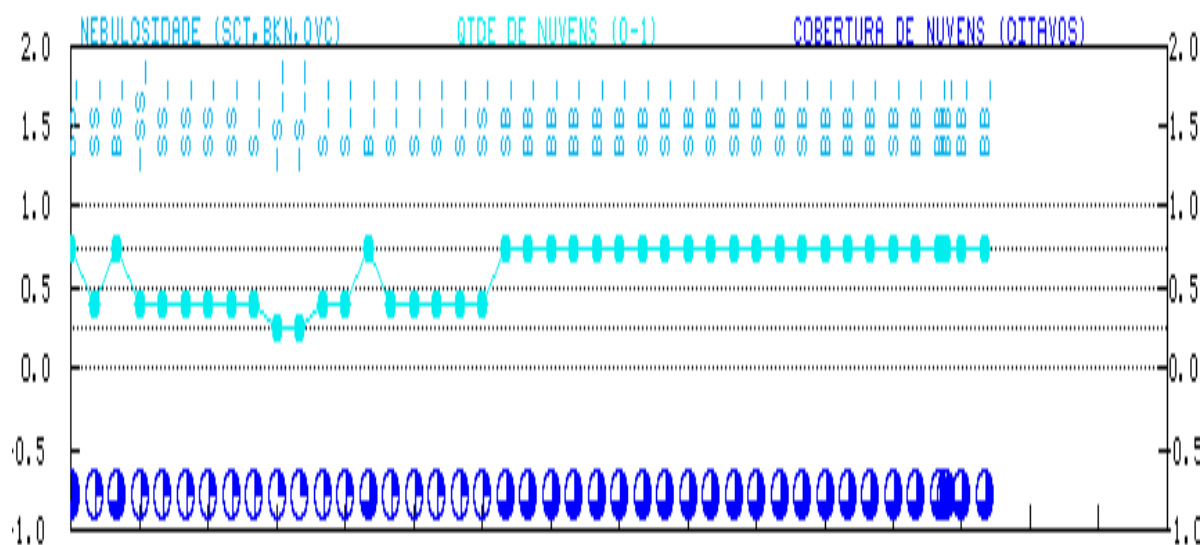
e. Insolação e Nebulosidade

O registro da insolação na Estação Climatológica principal da UFRN no período analisado (1984 - 2009) evidencia uma insolação alta em todos os anos, constatando média total de 2.864,20 horas, onde a menor média anual registrada foi de 2.476 horas, ocorrida no ano de 1985 e a maior insolação registrada foi de 3.200 em 1997, ano em que foi registrada a ocorrência do fenômeno El Niño.

Além da Insolação intensa, Natal apresenta índice UV considerado de alta a muito alta, variando, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, de 10 a 12 dependendo da época do ano e da nebulosidade.

De maneira geral, insolação e nebulosidade são inversamente relacionadas (Figura 17), ou seja, quanto maior a cobertura de nuvens menor é a incidência de insolação sobre a superfície do solo.

Figura 17. Comportamento da Nebulosidade e da Cobertura de Nuvens na área da Base Aérea de Natal ao longo do ano de 2007

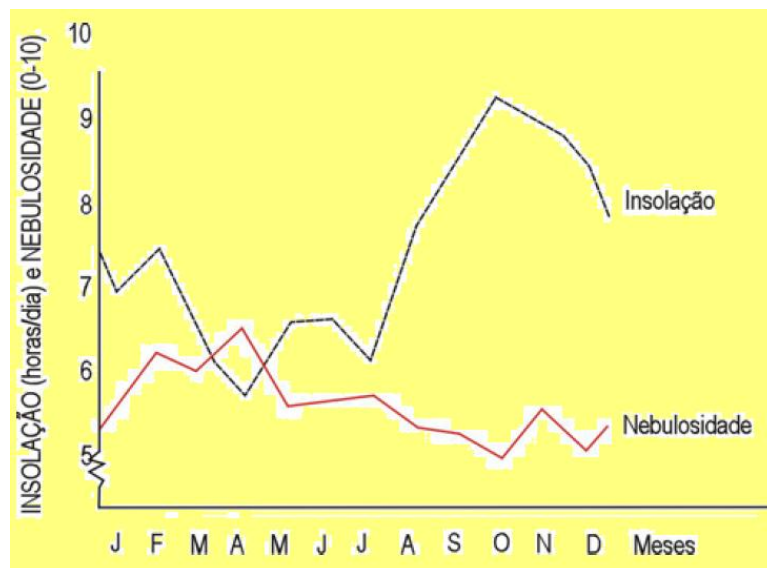


Fonte: BANT, 2007.

Devido às características atmosféricas (condições de temperatura umidade e pressão) da região onde o município de Natal está inserido, a nebulosidade média anual apresenta-se alta ao longo de todo o ano, oferecendo uma média anual de 55% do céu encoberto por nuvens. As maiores nebulosidades precedem e coincidem com o período de maiores precipitações, onde predomina a ocorrência de nuvens cumulus e cumulonimbus.

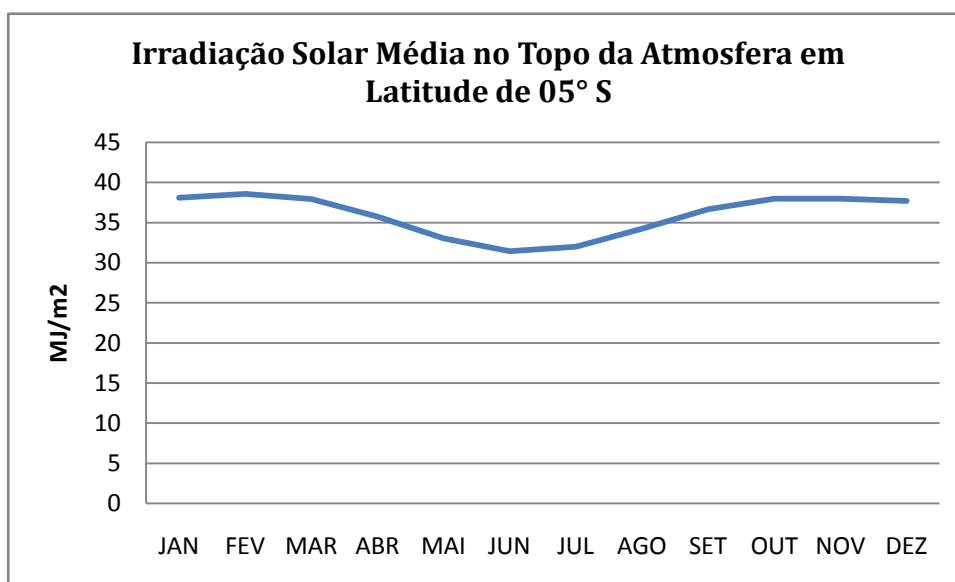
A condição de nebulosidade do município de Natal exerce papel importantíssimo no balanço de radiação do Planeta, pois as nuvens refletem intensamente a radiação solar, e absorvem, também, intensamente a radiação emitida pela terra. Desta forma, a presença de nuvens impedirá a ocorrência de grande aquecimento diurno, bem como a ocorrência de resfriamento noturno (Vianello e Alves, 2004, p. 171).

Figura 18. Comportamento da Insolação média mensal e da Nebulosidade média diárimensal para o período de 1984-1995 na Estação Climatológica da UFRN, Natal/RN



Fonte: UFRN, 2007.

Figura 19. Irradiância Solar Média Diária no topo da atmosfera, em megajoule por metro quadrado, tomando por base o método de IQBAL, M (1983)



Fonte: VIANELLO & ALVES (2004).

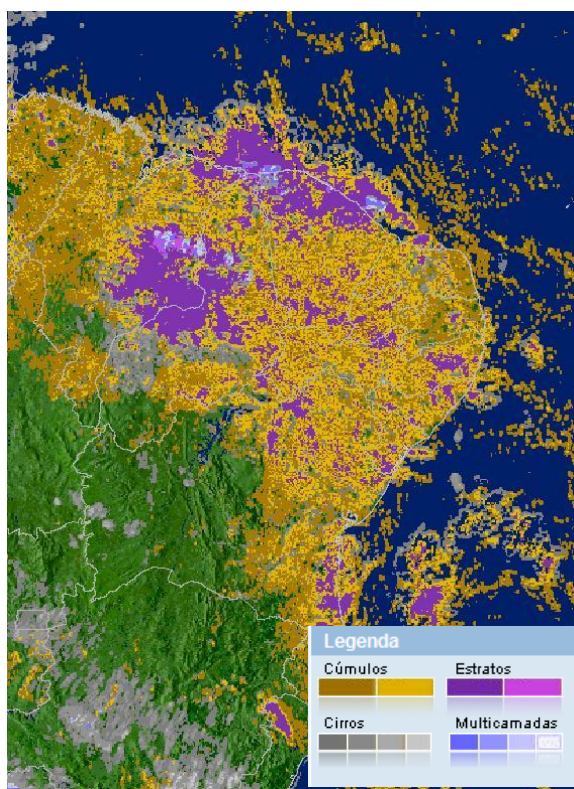
Nas Figuras 18 e 19, se pode visualizar o comportamento mensal dos índices de insolação nebulosidade e irradiação respectivamente. Observa-se que o

comportamento das curvas de insolação e de irradiação é inversamente proporcionais as de nebulosidade, e que o pico de nebulosidade coincide com o período chuvoso na região, ou seja, o trimestre MJJ.

Analisando-se a Figura 19, observa-se que a variação nos índices de Irradiação Solar Média no topo da atmosfera é muito pequena. Vianello e Alves (op.citi, p. 179) enfatizam que toda região Nordeste do Brasil “destaca-se, tanto no verão quanto no inverno, pelo privilégio de receber radiação solar máxima”.

A Figura 20 mostra a cobertura de nuvens ao longo da Região Nordeste. Pode-se visualizar que o litoral Leste da região Nordeste, sobre tudo sobre o Rio Grande do Norte e a Paraíba, predominam nuvens cumulus. Considerando o período do ano de obtenção da imagem (julho de 2009), conclui-se que a densidade de cobertura de nuvens cumulus está associada ao período chuvoso nesta porção do território nordestino. As condições atmosféricas locais neste período apontavam à atuação do sistema sinótico das Ondas de Leste.

Figura 20. Imagem GOES INPE/CPTEC/DSA - 2009-07-23



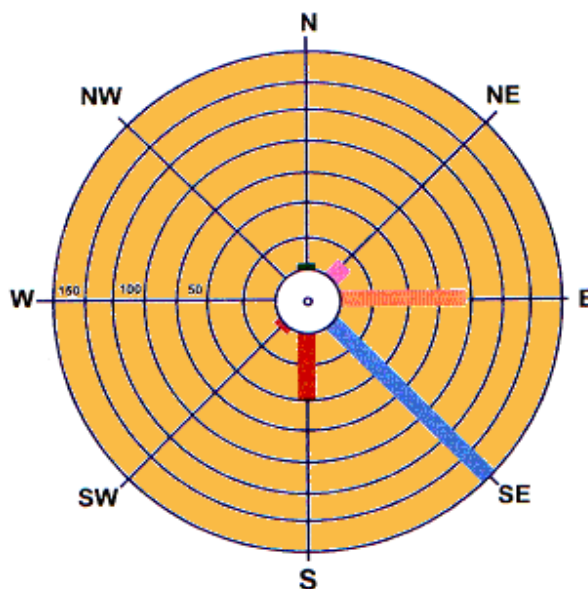
Fonte: CPTEC/INPE, 2009.

f. Ventos

Graças à posição geográfica em que se encontra, a região de Natal apresenta um fluxo de ventos constantes, o que lhe confere uma excelente posição quanto à geração e produção de energia eólica, ainda muito pouco aproveitada no Estado do Rio Grande do Norte. Durante todos os meses do ano predominam os ventos do Sudeste, seguidos pelos ventos de Sul, mais freqüentes de abril a julho, e os ventos de Leste, de novembro a março, sendo estes últimos ventos caracteristicamente mais quentes e secos.

Os ventos em Natal, segundo a Estação Climatológica principal da UFRN, sopram predominantemente de Sudeste, durante 211 dias por ano, em média. Ventos de Leste são predominantes durante 102 dias por ano e os ventos de Sul predominam os outros 37 dias, como se pode constatar analisando-se a Figura 21.

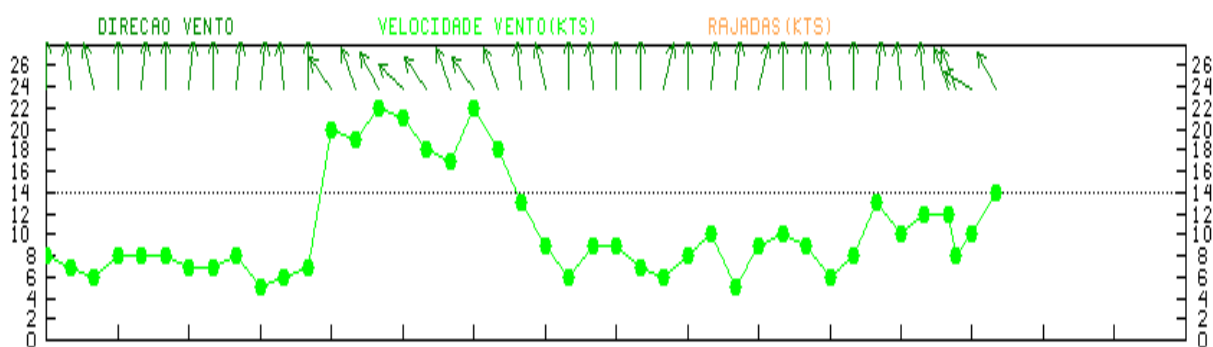
Figura 21. Predominância dos ventos em Natal



Fonte: BANT, 2007.

Nesta porção do litoral potiguar, a velocidade média anual dos ventos chega a 4,3 m/s (15,5 Km/h), com as maiores médias mensais ocorrendo entre os meses de agosto a novembro, e as menores em março e abril. Durante o dia, a velocidade média dos ventos varia muito, podendo as máximas variar entre 8,3 e 10,3 m/s (20,0 e 37,0 Km/h). Entre 1998 e 2009, a maior rajada diária registrada ocorreu no dia 22 de dezembro de 2006, quando foi registrado 11,9 m/s.

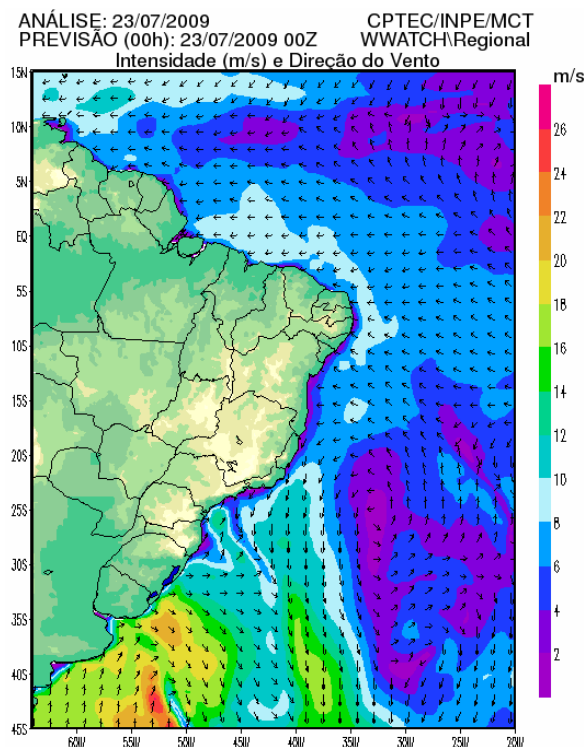
Figura 22. Comportamento dos ventos no município de Natal/RN



Fonte: BANT, 2007.

Os ventos mais fortes começam a soprar no mês de agosto, cuja média é de 5,1 m/s e com máximas chegando a 7,6 m/s, estendendo-se até outubro, quando a média começa a cair de 5,3 m/s para 5,0 m/s no mês de novembro e 4,8 m/s em dezembro.

Figura 23. Comportamento das correntes oceânicas no Atlântico



Fonte: CPTEC/INPE/MCT, 2009.

Esta característica dos ventos que atingem a porção Leste do litoral potiguar favorece ao fácil deslocamento de sedimentos, principalmente os costeiros de origem marinha, e atuam diretamente nos processos morfogenéticos de construção e reconstrução do relevo local. Os fortes ventos contribuem ainda para a ocorrência de erosão eólica, sobretudo naquelas áreas desprovidas de cobertura vegetal, promovendo o abatimento de parte deste relevo.

Por estar situada em um baixo topográfico (vale inter-dunar), a área de influência direta do empreendimento ressenete-se periodicamente de uma melhor ventilação, sobretudo no trimestre março – abril – maio, quando a energia dos ventos é reduzida na região. Porém, por apresentar uma baixa densidade urbana e relativa cobertura vegetal de estrato arbustivo-arbóreo, a área de influência do projeto confere um campo de baixa pressão no micro-clima da porção central do município do Natal, fazendo convergir para si parte das correntes frescas que sopram do Oceano Atlântico e adentram o continente seguindo o corredor imaginário formado pelo Parque das Dunas e pelas avenidas Engenheiro Roberto Freire e Salgado Filho.

No entanto, ressalta-se que o intenso processo de urbanização previsto para a área de Influência Direta e Indireta do empreendimento deverá promover uma redução na já escassa cobertura vegetal da área, podendo gerar, deste monte, um significativo aumento da temperatura em superfície em decorrência da irradiação direta sobre o solo. O aumento da irradiação sobre o solo e elevação da temperatura gera a formação de zonas de convecção ascendentes, decorrente de uma elevação pontual da pressão local, o que impossibilitaria a chegada das correntes de ar fresco que hoje atuam naquela área, podendo gerar assim, certo desconforto térmico aos transeuntes locais e moradores das circunvizinhanças em decorrência da instalação de possível “*Ilha de Calor*”. Sendo assim, faz-se *mister* haver um plano de monitoramento climático na área, de forma a verificar alterações nas variáveis climáticas da região como um todo.

g. Evapotranspiração potencial

A evapotranspiração potencial para a região foi calculada pelo método de Thornthwaite & Mather (1955), descrita por Vianello & Alves (2004, p. 395), com dados do período de 1984-2009, obtidos nos boletins da Estação Climatológica de Natal. O valor médio anual foi de 2.258,1 mm, com a máxima média mensal de evapotranspiração de 219,7 mm (7,08 mm/dia) em Janeiro, e a mínima de 147,1 mm (4,74 mm/dia) em julho. Esses valores, embora elevados, são menores do que os observados mais para o interior do continente.

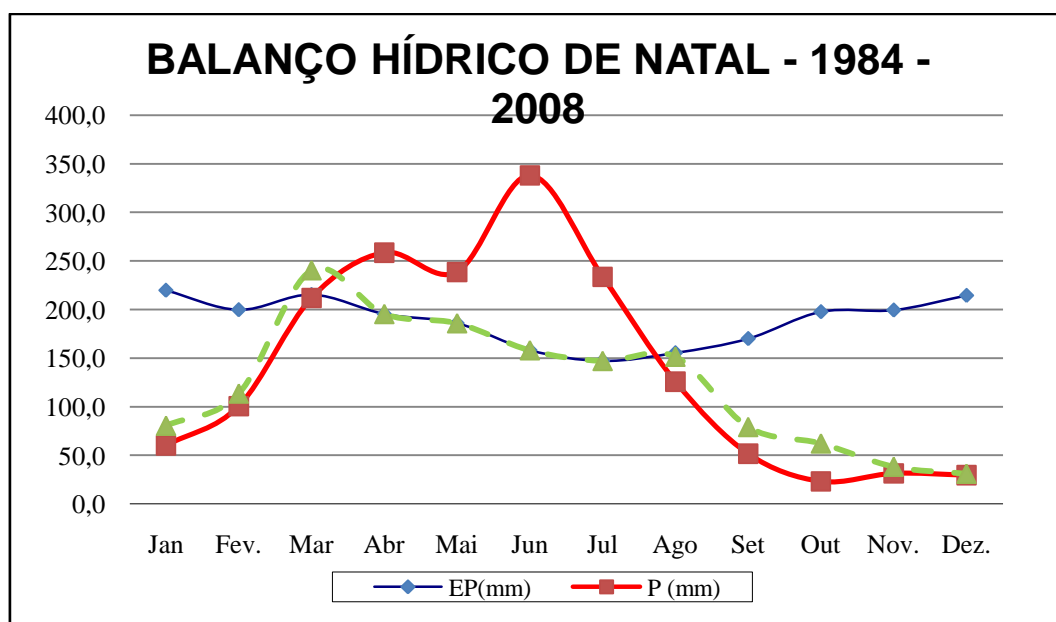
h. Balanço hídrico

O balanço hídrico foi estimado pelo método de Thornthwaite & Mather (1955), cujos procedimentos metodológicos são apresentados em Vianello e Alves (2004). Para o cálculo do balanço hídrico, foram utilizados os dados da Estação Climatológica Principal da UFRN, localizada em Natal.

Como a região em estudo situa-se em uma área de clima tropical úmido, é recomendado que na metodologia se adote como sendo de 100 mm de água a

capacidade de armazenamento de uma camada de um metro de espessura de areia quartzosa, que é o solo predominante na região em estudo.

Figura 24. Balanço hídrico da região de Natal segundo o método de Thornthwaite & Mather (1955) e dados da Estação Climatológica da UFRN



Fonte: UFRN, 2009.

Os dados obtidos no balanço hídrico mostram que durante aproximadamente seis meses, de agosto a fevereiro, os solos permanecem com deficiência hídrica, a qual apresenta um valor médio anual de 774,9 mm. O período onde o solo contém água disponível vai de março a início de agosto. A partir de março a precipitação excede a evapotranspiração potencial, permitindo que seja reposta a água no solo.

De março até o fim de julho, a precipitação mantém-se maior do que a evapotranspiração e um excesso de 318,44 mm de água percola no solo, indo alimentar o lençol freático, as baixadas e as lagoas temporárias e permanentes que afloram entre as dunas da região, como é o caso da área em estudo. A partir de agosto as chuvas diminuem bastante, sendo suplantada pela evapotranspiração. Nesse período (agosto/fevereiro), o nível freático do aquífero abaixa assim como a quantidade de água das lagoas e rios, que diminuem muito seus volumes ou mesmo chegam a secar.

4.1.2. Aspectos Geológicos

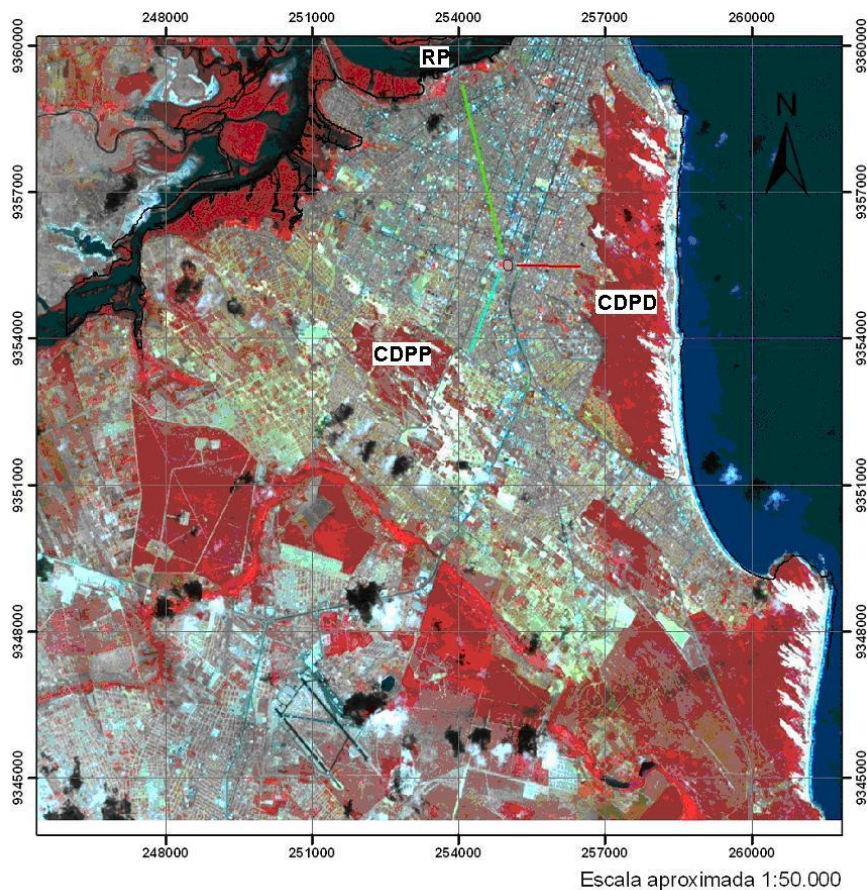
A análise da importância dos sistemas geológico, geomorfológico e hidrogeológico da cidade do Natal, será sumariamente, apresentada nos itens 4.1.2 e 4.1.3, com vistas à implantação do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO. Para isto são usados dados altimétricos digitais, produtos de sensores remotos orbitais e sub-orbitais, além de informações prévias disponíveis na literatura. Esses dados e informações foram integrados e interpretados de modo a se construir um quadro geral da atual situação ambiental da cidade.

Amaral et al. (2005) concluiu que Natal perdeu aproximadamente 80% de superfície natural de seu maior campo de dunas, ocupou inadequadamente, sob o ponto de vista ambiental, quase todas as suas lagoas interdunares, inclusive a Lagoa Nova (aonde foram erigidos os prédios do “Centro Administrativo”) e o complexo esportivo (Estádio João Machado e Ginásio de Esportes Humberto Nési), bem como poluiu diversos pontos de seu suprimento de água doce. Trata-se, portanto, de discutir a estratégia de reuso de uma área já fortemente antropizada sob o ponto de vista geoambiental.

O terreno destinado ao ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO tem a seguinte relação espacial com as principais feições na cidade do Natal: cerca de 1km à esquerda do Campo de Dunas do Parque Estadual Jornalista Luís Maria Alves, cerca de 1km ao Norte do Campo de Dunas Pirangi/Potengi e cerca de 4km ao Sul do canal do Rio Potengi (Figura 25).

Figura 25. Localização da área estudada com relação à cidade do Natal. Imagem do satélite Landsat 7 (composição R-2;G-3: B-4), obtida em 1999 onde estão ressaltados os campos de dunas do Parque das Dunas (CDPD) e Pirangi/Potengi (CDPP)

Arena das Dunas na cidade do Natal



Feições próximas **Perímetro da Arena**

— Parque das Dunas (CDPD)
 — Pirangi_Potengi (CDPP)
 — Rio Potengi (RP)

Fonte: Landsat 7, 1999.

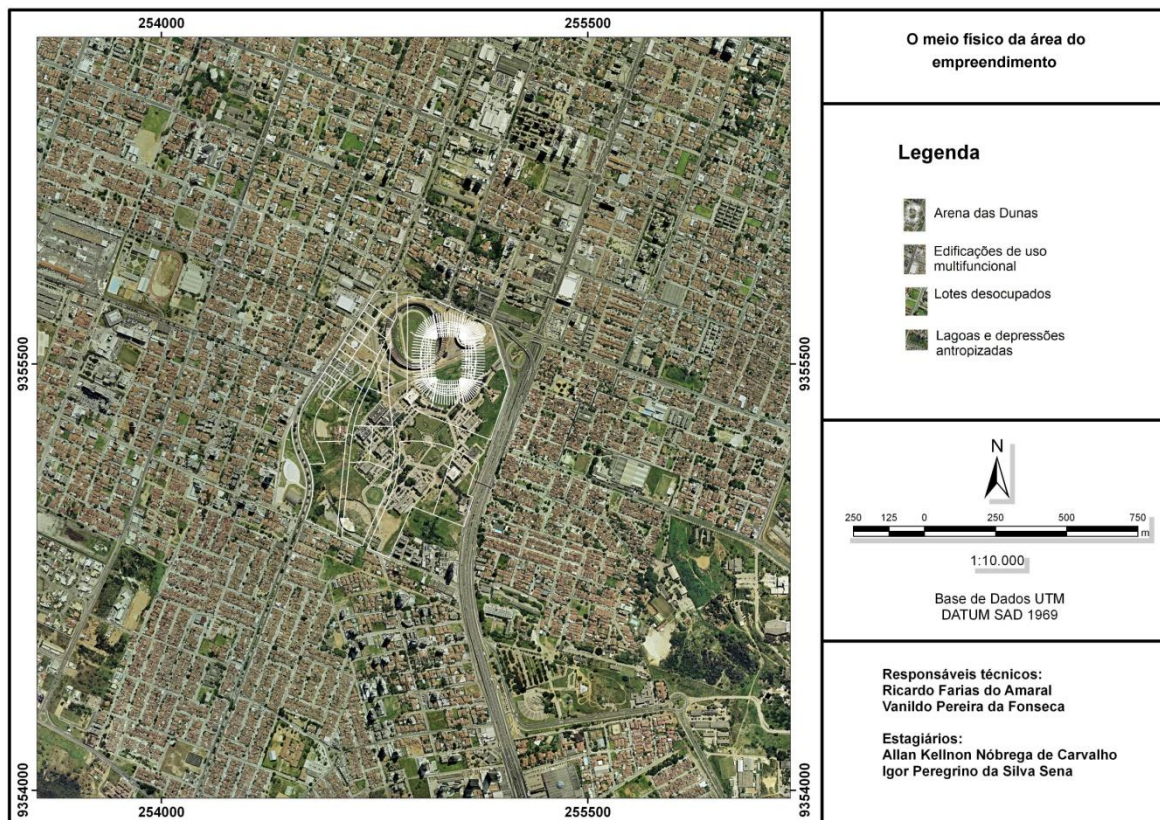
Do ponto de vista geológico, a área na qual o município de Natal foi instalado se caracteriza pela ocorrência de registros sedimentares predominantes representados por areias eólicas associadas à dinâmica eólica atual e pretérita (livres e vegetadas) dispostas nas proximidades da face litorânea (dunas frontais e campos de dunas proximais) e interiorizadas (dunas transgressivas) sobrepostas a uma unidade flúvio-

costeira bem mais antiga (idade mínima de 10 M.a.) representada por arenitos diversos, pouco (arenitos argilosos) a fortemente (arenitos ferruginosos) coesos, correspondendo à Formação Barreiras (e.g. Amaral et al. 2005); este ocorre na área interiorizada como uma superfície plano-ondulada (a *Superfície dos Tabuleiros*) dissecada por vales fluviais de várias ordens (atuais e sub-atuais) e na área costeira podem constituir rupturas de declive (gerando as *falésias*) ou como passagem gradativa às praias arenosas. Os vales podem corresponder a exultórios de água doce (a exemplo do rio Pitimbu) ou afogados pelas marés (o estuário do rio Potengi).

Na área do empreendimento ocorrem areias associadas às fases de dunas transgressivas completamente descaracterizadas pelo crescimento urbano (edificações, malha viária, retificação do terreno). No entorno imediato ainda subsistem dois espelhos de água (as lagoas do Centro Administrativo) igualmente desfigurados por obras de retificação, dragagem e instalação de equipamentos para bombeamento dos excedentes de água no período chuvoso.

A carta imagem disponível (Figura 26 e o mapa do Anexo 5) representa o estágio de ocupação da área em foco, onde o meio natural está extensivamente ocupado e as (poucas) áreas verdes correspondem a parcelas de terreno ainda não edificadas e depressões (antigas lagoas) antropizadas.

Figura 26. Carta imagem da área de influência direta do empreendimento, onde está evidenciada a extensiva ocupação do meio natural pela expansão da cidade de Natal. O substrato sobre o qual assentam tais ocupações corresponde a areias eólicas associadas às dunas transgressivas e depressões interdunares geralmente com afloramento do lençól freático originando as lagoas, bastante comuns no cenário geológico-geomorfológico original.



Fonte: Adaptado do PRODETUR, 2006.

4.1.3. Aspectos Geomorfológicos e Hidrogeológicos

4.1.3.1. Aspectos Geomorfológicos

As unidades geomorfológicas de interesse direto, neste estudo são: a superfície dos Tabuleiros (ou Tabuleiros Costeiros), a qual consiste numa superfície tabular suportada por sedimentos areno-argilosos, em camadas sub-horizontais, sobreposta a formações geológicas mais antigas, esta superfície pode apresentar ainda pequena espessura de cobertura de dunas menos proeminentes ou residuais, que recobrem suas irregularidades geomórficas; neste último caso se configura a

unidade denominada “Superfície de Deflação”. Também sobre a Superfície dos Tabuleiros; estão os campos de dunas do Parque das Dunas (CDPD) e Pirangi/Potengi (CDPP), este último assim chamado por dominar uma faixa de relevo que vai desde o litoral de Pirangi, até a margem direita do Rio Potengi. Estes campos de dunas se sobressaem na paisagem da cidade (Figura 27 e mapa do Anexo 6) e sobre os quais ocorreu a dinâmica de sua urbanização (Amaral et al. 2005a).

As dunas, de modo geral, iniciam na zona de praia, como dunas primárias não vegetadas e avançam para o continente, primeiro como dunas parabólicas não vegetadas e em seguida, como dunas parabólicas vegetadas. As dunas parabólicas são testemunhos de variações climáticas pretéritas e de flutuações do nível do mar, o qual possibilitou o espaço necessário para o transporte eólico de sedimentos. Têm uma forma em “V” ou “U” em planta. Quando são muito grandes, estas dunas podem apresentar múltiplas cristas e faces escarpadas, mas em todos os casos as encostas externas de seus braços são parcial ou totalmente vegetadas. Estas dunas formam um único sistema estável e, no caso das dunas vegetadas, estas têm a capacidade de receptor e transmitir grande quantidade de águas de chuva para armazenamento nos mananciais subterrâneos.

Os campos de dunas, o Tabuleiro Costeiro e a superfície de sedimentos eólicos a este associada, assim como as lagoas interdunares e pequenos exultórios (riachos afogados pela expansão urbana) são as unidades geomorfológicas mais importantes e ambientalmente pressionadas na cidade do Natal. Juntamente com os rios Potengi e Pitimbu (não discutidos neste texto), constituem o seu arcabouço geoambiental. Este sistema manteve-se estável até o surgimento da urbe, quando se iniciou a série de ações de degradação que promoveram o desequilíbrio ambiental da cidade.

a. Aspectos Geo-Ambientais da Cidade do Natal

a.1. Os campos de dunas Parque das Dunas e Pirangi/Potengi

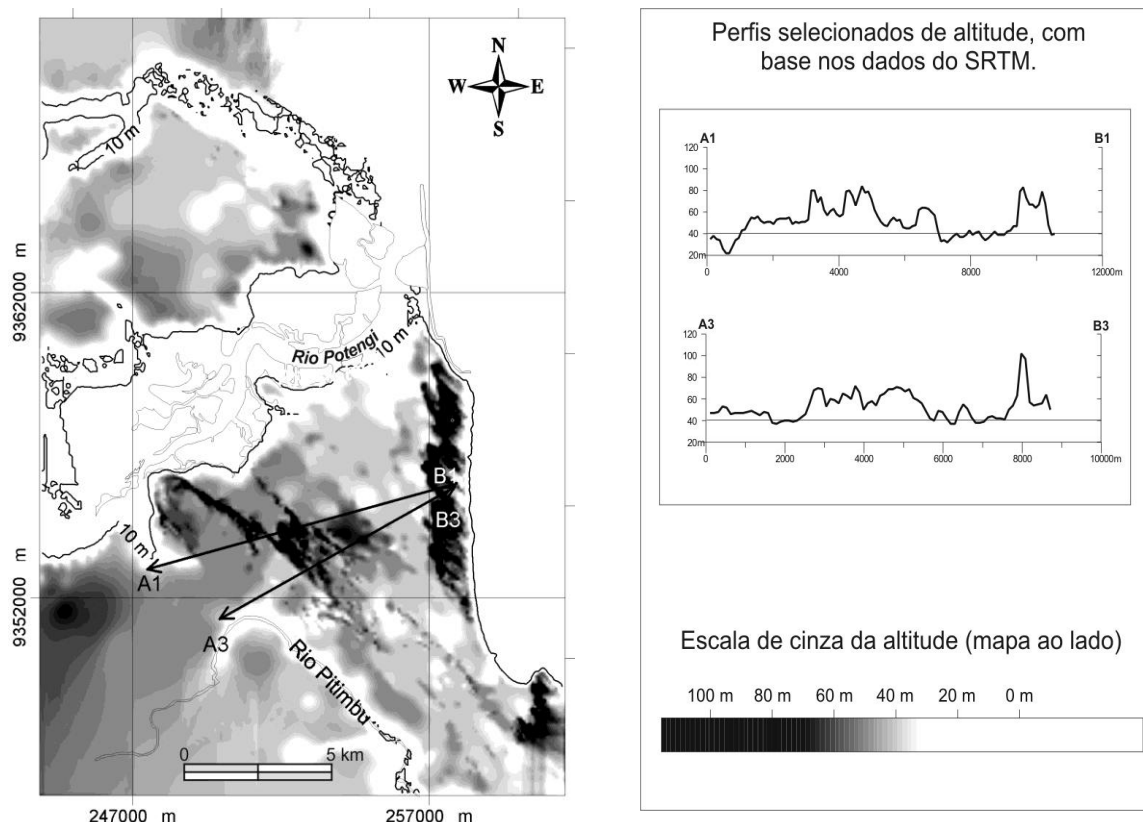
Os campos do Parque das Dunas (CDPD) e o Campo de Dunas Pirangi/Potengi (CDPP) formam importantes áreas de recarga natural de águas subterrâneas na cidade, retiram da paisagem a monotonia característica das planícies de deflação e da Superfície dos Tabuleiros e funcionam como “balizadores” climáticos da cidade.

Tais campos são compostos por areias eólicas cujas propriedades físicas, texturais e hidráulicas (como a elevada porosidade e permeabilidade) são ideais para a captação, infiltração e armazenamento de águas pluviais, tanto nos seus próprios domínios (desde que estejam sobrepostas a substratos impermeáveis), como nos estratos inferiores. Esta situação ocorre em função do substrato dos campos de dunas no litoral desta região, que correspondem principalmente aos sedimentos areno-argilosos da Formação Barreiras, morfologicamente representado pela *Superfície dos Tabuleiros Costeiros*.

Os campos de dunas são, por sua característica dinâmica, mais elevados topograficamente do que a paisagem que os circunda, constituindo uma área com grande volume de material de natureza porosa e permeável e, conseqüentemente, com uma maior capacidade de infiltração de águas pluviais, possibilitando o armazenamento nos estratos areno-argilosos subjacentes (Figura 27).

O CDPP correspondia, em 1966, a uma área de captação natural aproximada de 50 km². Era recoberto por vegetação típica de dunas ou solo nu. Em 33 anos mais de 80% da área do CDPP foi desmatada ou ocupada de alguma forma. Em 1999 apenas duas pequenas áreas estavam parcialmente preservadas, como é ressaltado na Figura 27. A área mais ao Oeste, com cerca de 6 km², aqui chamada de Sanvale e a área mais ao Leste, que corresponde a região conhecida como Lagoinha, com cerca de 3 km² (Amaral et al. 2005a). Em 2008, boa parte da área de Lagoinha foi ambientalmente danificada por um empreendimento imobiliário.

Figura 27. Modelo digital de Terreno da cidade do Natal, onde são ressaltadas as altitudes mais elevadas dos campos de dunas do Parque das Dunas (CDPD) e Pirangi/Potengi (CDPP) (dados altimétricos obtidos do Governo do estado). À direita dois perfis seleccionados mostram o relevo mais elevado dos campos de dunas, sugerindo maior volume de armazenamento de águas pluviais (Amaral et al. 2005a)



Fonte: Amaral et al., 2005.

Uma pequena área no bairro Pitimbú (Sanvale) é o que restou do outrora pujante Campo de Dunas Pirangi/Potengi. A preservação desta área tem um valor hidroambiental e importância ainda não plenamente entendidos, especialmente no que diz respeito às suas relações com as complexidades geológicas e faciológicas que influem nos mecanismos de infiltração das águas e recarga dos estratos inferiores da Formação Barreiras, a qual suporta as reservas hídricas subterrâneas que garantem o abastecimento de água da cidade do Natal. A degradação deste campo é responsável pela perda da qualidade do aquífero.

Salienta-se que as dunas aqui existentes formaram-se por conta de complexos processos geológicos de transporte e deposição de sedimentos ao longo de

milhares de anos, associados à evolução costeira que culminou na atual configuração do Litoral Oriental do RN. Outro longo período geológico perdurou até que fossem desenvolvidas as coberturas vegetais das dunas, tornando-as verdadeiramente fixas. Portanto, as agressões aos sistemas dunares trazem modificações irreversíveis e irreparáveis a essas feições que privilegiadamente a natureza concedeu ao município de Natal (Amaral et al. 2005a).

a.2. As Lagoas Interdunares

A evolução das lagoas na cidade do Natal dá uma idéia clara da intensidade e rapidez do dano ambiental a que a cidade vem sendo sistematicamente submetida. No passado, Natal possuía uma série de lagoas interdunares que, juntamente com os córregos associados aos Rios Potengi e Pitimbú, compunham o sistema de drenagem natural da cidade. Destas lagoas, muitas simplesmente desapareceram aterradas para dar lugar a edificações como o Centro Administrativo, inserido na área objeto de análise, enquanto outras foram tão modificadas a ponto de perder suas características originais (como as lagoas de São Conrado, Preá, dentre outras).

Como afirma Medeiros (2001), a reversão do quadro de degradação ambiental nas lagoas requer mudanças na política de desenvolvimento urbano adotada nas últimas décadas, onde prevalecem os mecanismos de acumulação e especulação imobiliária, em detrimento dos interesses coletivos e ambientais da cidade. No entanto, a atual situação das lagoas da cidade pode ser considerada crítica e as possibilidades de reversão do quadro ambiental são limitadas mesmo que atitudes firmes de preservação sejam tomadas agora (Tabela 5).

Tabela 5. Algumas lagoas na cidade do Natal ao Sul do Rio Potengi. As lagoas destruídas foram aterradas ou encontram-se poluídas e modificadas em sua geometria. As lagoas preservadas estão em processo de ocupação

Condições ambientais de algumas Lagoas ao sul do Rio Potengi			
Algumas Lagoas ao sul do Rio Potengi	Preservada	Parcialmente destruída	Definitivamente destruída
C.Administ. (3 lagoas)			X
Lagoinha (7 lagoas)		X	
Campina			X
Seca			X
Manuel Felipe		X	
Pirangi/ Jiqui (3 lagoas)		X	

Fonte: Adaptado de Medeiros, 2001.

Segundo Medeiros (2001), observa-se na Cidade do Natal uma situação em que a alteração no padrão lacustre, devido à ação do homem sobre as lagoas, se dá em dois momentos:

- 1) construção na bacia e no seu entorno, modificando ou restringindo a drenagem natural, onde os efluentes domésticos e industriais passam a ser lançados.
- 2) modificações da morfologia e alterações fisiográficas na paisagem, surgindo assim um novo relevo, resultante da ação do homem como agente geológico.

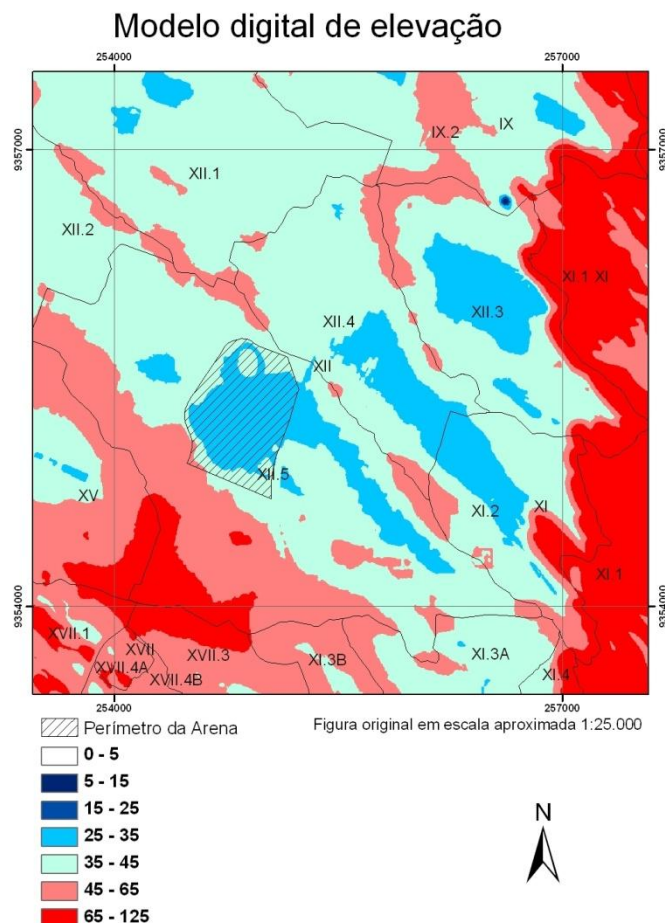
b. Aspectos do relevo na área do empreendimento

Do ponto de vista regional, na área prevista para o ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO verifica-se que historicamente a mesma vem sofrendo com problemas de alagamentos, uma vez que se situa em uma depressão natural. Várias medidas mitigadoras foram adotadas para amenizar o processo de alagamentos que ocorre a cada estação chuvosa mais severa, como a escavação de lagoas por exemplo. Com aproximadamente 420,78 ha de área de influência de drenagem superficial, a região do atual Centro Administrativo concentra todo o volume de água de escoamento superficial, por encontrar-se no ponto mais baixo da

sub-bacia a qual ele pertence, o que pode ser evidenciado através dos perfis topográficos e do modelo digital de elevação.

A Figura 28 e o mapa do Anexo 7 mostram os modelos digitais de elevação do terreno (MDT's) da área do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO. A disposição Noroeste - Sudeste das linhas de relevo denotam a distribuição das areias eólicas e seus respectivos corredores interdunares e depressões fechadas a semi-fechadas. A faixa Leste corresponde ao Parque Estadual das Dunas, cujas feições de cristas e de depressões estão evidentemente preservadas, porém as demais formas associadas às dunas transgressivas acham-se descaracterizadas pela extensiva ocupação urbana da cidade de Natal. A área do Centro Administrativo e do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO se insere majoritariamente em uma grande área rebaixada ("Lagoa Nova").

Figura 28. Modelo digital de elevação do terreno da cidade do Natal na vizinhança do empreendimento ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO. Dados de altimetria em metros



Fonte: FUNDEP. RAS Estádio Arena das Dunas e áreas de estacionamento. 2009.

4.1.3.2. Aspectos Hidrogeológicos

As águas subterrâneas da Região da Grande Natal, armazenadas no sistema aquífero Dunas/Barreiras, constituem o recurso mais viável e seguro ao atendimento às populações. O potencial hidrogeológico deste manancial é elevado e considerado suficiente para atender as demandas hídricas atuais e futuras, além das águas serem de excelente qualidade. Neste sistema estão embutidos os campos de dunas do Parque das Dunas e Pirangi/Potengi.

Natal é uma cidade que apresenta uma expansão urbana relativamente nova e o uso de águas subterrâneas na cidade de Natal remonta ao século passado,

mediante a captação d'água através de cacimbões. Por volta de 1902 foram construídos os primeiros poços tubulares, levando Natal a ser conhecida, nas primeiras décadas do século XX, como a cidade dos cataventos (Melo e Queiroz, 1996).

No ano de 1924 foi desenvolvido pelo engenheiro Henrique Novaes do Rio de Janeiro, o primeiro projeto para abastecimento d'água de Natal. O projeto previa a perfuração de poços tubulares e a indicação das lagoas de Jiqui e Extremoz para o futuro abastecimento da cidade, tendo sido parcialmente implantado. Com o passar do tempo e de conformidade com o incremento populacional, o sistema de abastecimento d'água de Natal foi sendo modificado, com ampliações e melhorias nas captações de águas subterrâneas, garantindo desta feita o consumo satisfatório de água para a população até os dias de hoje (Melo e Queiroz, 1996)

a. O Sistema Hidrogeológico

A constituição geológica da área de Natal e adjacências, incluídas nas bacias do Potengi (Bacia 8) Leste de Escoamento Difuso 16 (SERHID/RN, 1998), define, da base para o topo, os seguintes sistemas aquíferos:

- Aquífero cristalino (pré-cambriano) – Essencialmente fissural;
- Aquíferos sedimentares cretáceos (correlatos geologicamente aos aquíferos Açu e Jandaíra da Faixa Norte de Escoamento Difuso) – Aquíferos sedimentares confinados;
- Aquífero Dunas Barreiras (Neogeno) – Aquífero sedimentar livre.

O Aquífero Cristalino constitui o substrato das demais unidades hidrogeológicas, e não aflora na região de interesse, o mesmo acontecendo com os aquíferos sedimentares cretáceos, que se situam estratigraficamente na faixa intermediária entre o Cristalino e o sistema Dunas-Barreiras. O domínio aflorante na área da bacia

é indicado pelo sistema aquífero Dunas-Barreiras, de natureza geológica sedimentar. Algumas características desses aquíferos são mostrados na Tabela 6.

a.1. Aquífero Dunas-Barreiras

A Formação Barreiras ocorre ao longo de todo o litoral oriental do Rio Grande do Norte, com larguras entre 10 e 40 km, recobrimdo tanto os aquíferos cretáceos (calcários e arenitos) como o embasamento cristalino pré-cambriano. O aspecto geomorfológico desta formação geológica é demonstrado pela feição de Tabuleiros Costeiros, cujas terminações na linha de costa formam as falésias adjacentes às faixas de praias modernas.

Tabela 6. Dados regionais sobre as potencialidades dos recursos hídricos subterrâneos – Faixa Litorânea Leste de Escoamento Difuso do RN – 16

Aquífero	Disponibilidade (hm ³ /ano) *	Potencialidade (hm ³ /ano)**	Prof. média dos poços (m)	Vazão média dos poços (m ³ /h)	Resíduo Seco (mg/L)
Dunas	0,00	0,29	5	1	< 250
Barreiras	80,23	215,18	40 a 100	10 a 100	< 250
Cretáceo/Jandaíra	0,15	0,32	80	5 a 30	500 a 4.000
Cretáceo/Açu	0,37	0,05	250 a 400	10 a 30	1.000 a 2.000

(*) Disponibilidade: Refere-se aos volumes d'água explotados (extraídos dos aquíferos através de poços);

(**) Potencialidade: Refere-se às Reservas Explotáveis (que podem ser extraídas de forma a não comprometer o equilíbrio dos sistemas aquíferos).

Fonte: Modificado a partir de SERHID/RN, 1998.

O Aquífero Barreiras refere-se às seqüências arenosas que constituem a Formação Barreiras. Na parte mais superior dos perfis os sedimentos são em geral mais finos, com areias finas e freqüentes intercalações de argilas e siltes, podendo se interdigitar com os sedimentos de dunas. Na porção basal são mais grossos, destacando-se areias médias a grossas com finas intercalações de argilas arenosas e níveis conglomeráticos. No entanto, são comuns as variações faciológicas laterais

e verticais no conjunto litológico, refletindo descontinuidades dos estratos, o que deve influenciar nas condições de fluxo e conexões hidráulicas do sistema.

O manancial subterrâneo das Dunas tem suas possibilidades aquíferas estabelecidas pela ocorrência dos campos e lençóis de dunas fixas e/ou móveis, constituídos exclusivamente por areias quartzosas. Isoladamente os campos de dunas podem apresentar limitações hidrogeológicas em termos de espessuras saturadas efetivas para exploração por poços, dado que são mais susceptíveis de sofrerem maior interferência das variações sazonais do nível freático (elevação e rebaixamento), entre os períodos secos e chuvosos, bem como maior degradação ambiental por ocupação indevida.

No entanto as dunas, em conjunto com o Aquífero Barreiras, compõem um sistema aquífero integrado e interdependente. Estudos prévios mais antigos já tinham demonstrado que, no trecho litorâneo entre Natal e Touros, o Aquífero Barreiras é constituído predominantemente de seqüências arenosas que formam, juntamente com as dunas, um sistema hidráulico único, do tipo livre.

Tais afirmações foram constatadas por Melo (1995), na região de Natal, referindo-se às dunas e aos sedimentos Barreiras como constituindo um sistema hidráulico único, complexo e indiferenciado, denominado de Sistema Aquífero Dunas-Barreiras. Neste caso, as dunas exercem a relevante função de transferência das águas de infiltração (chuvas) em direção aos estratos arenosos inferiores do Aquífero Barreiras.

A elevada potencialidade do sistema aquífero Dunas-Barreiras (Tabela 7) resulta da integração de fatores climáticos (elevadas precipitações pluviométricas médias – 1500 a 2500 mm/ano), geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos (predomínio de rochas e sedimentos de natureza arenosa, pouco consolidados, porosos e permeáveis; feições de Tabuleiros Costeiros e cobertura de dunas fixas que favorecem a infiltração de águas de chuva e recarga dos aquíferos), e hidrológicos (águas superficiais interagindo com as águas subterrâneas). O conjunto desses fatores favorece a recarga natural dos aquíferos, mediante recepção e infiltração de águas de chuva, armazenamento e renovação das reservas subterrâneas, resultando num elevado potencial de águas subterrâneas de excelente qualidade físico-química natural.

Assim, o complexo de dunas fixas da região de Natal, englobando o Parque das Dunas, Região de Sanvale e Lagoinha, compõe as mais importantes áreas de recarga natural dos aquíferos costeiros do município de Natal.

A preservação destas unidades geomorfológicas implicam na proteção, conservação e uso sustentável do sistema hídrico subterrâneo da região, tendo em vista que os impactos nos sistemas dunares (destruição das dunas e/ou remoção da cobertura vegetal) poderão comprometer as áreas de lagoas e/ou de recarga naturais, e com isso afetar o equilíbrio dinâmico e interações hidráulicas estabelecidas entre os campos de dunas fixas e o Aquífero Barreiras subjacente, ou, conforme já apresentado, no sistema aquífero Dunas-Barreiras.

Em termos globais, o volume d'água fornecido à Grande Natal, de conformidade com as demandas hídricas das cidades, é de $94 \times 10^6 \text{ m}^3$ /ano, no qual as águas subterrâneas contribuem com 70% deste volume e o restante (30%) são águas bombeadas das lagoas de Jiqui e Extremoz (Melo e Queiroz, 1996).

Tabela 7. Dados sobre a água subterrânea na Grande Natal

Mananciais	Reserva Potencial m^3	Reserv. Explorável m^3/ano	Demanda anual m^3	Disponibilidade m^3/ano
Aquífero Dunas/Barreiras	330×10^6	280×10^6	65.8×10^6	214.2×10^6
Lagoa de Jiqui	30×10^6	15×10^6	12×10^6	3×10^6
Lagoa de Extremoz	Sem informação	29×10^6	16.3×10^6	12.7×10^6

Fonte: Modificado de Melo e Queiroz, 1996.

b. Alternativas de Captação

As águas subterrâneas do aquífero Barreiras apresentam-se como o recurso mais favorável ao atendimento das demandas d'água da Região da Grande Natal, já que as estimativas das reservas explotáveis indicam uma ordem de grandeza de $300 \times 10^6 \text{ m}^3$ /ano, e as necessidades hídricas do sistema público de abastecimento serão no ano 2020 de cerca de $208 \times 10^6 \text{ m}^3$ /ano (Melo e Queiroz, 1996). O problema que se vislumbra é então de ordem qualitativa, pois, uma vez poluído o aquífero, seu potencial ficará evidentemente comprometido.

O suprimento hídrico da Grande Natal, na impossibilidade de uso das águas subterrâneas do Aquífero Barreiras, por motivos quaisquer, teria como alternativa a implantação de sistemas de custos elevados (e conseqüente aumento de tarifa), como é o caso do rio Maxaranguape (cerca de 40km) ou da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, localizada a 200 km da cidade de Natal (Melo e Queiroz, 1996).

c. Aspectos de Qualidade e Degradação das Águas Subterrâneas

As águas subterrâneas apresentam composição físico-química bem marcante nos distintos sistemas aquíferos do domínio litorâneo Leste do RN, ora mais, ora menos influenciada pelos efeitos climáticos diretos, ou pelas características hidrogeológicas do arcabouço aquífero. Como se percebe, as águas subterrâneas do Aquífero Dunas-Barreiras são essencialmente doces, em condições naturais. A manutenção das condições naturais da recarga do sistema, em grande parte propiciada pela presença de campos de dunas vegetadas, possibilita o equilíbrio da interface água doce-água salgada, bem evidenciada em aquíferos costeiros como é o caso do Aquífero Dunas-Barreiras da área em foco. Portanto, a destruição das áreas de recarga natural do manancial, em conjunto com a exploração de águas subterrâneas para atender as demandas urbanas sempre crescentes, poderá afetar o equilíbrio e permitir o avanço da cunha salina em direção ao continente, o que por sua vez poderá afetar os poços que captam água doce. Entretanto, não há estudos conclusivos sobre a atual faixa de variação da cunha salina em relação ao

continente de Natal, para o real dimensionamento do risco de sua intrusão no aquífero, o que não significa dizer que este risco está descartado.

c.1. Nitrato na Água

Estudos realizados na Zona Sul de Natal (Melo, 1995) mostraram que, em uma área expressiva da zona urbana, as águas subterrâneas estão contaminadas por nitratos, com teores superiores ao limite estabelecido pela Organização Mundial de Saúde (OMS), que é de 45 mg/l. As águas distribuídas à população pela CAERN são, entretanto, de boa qualidade. Os riscos se verificam no caso de poços particulares localizados nos setores afetados (Melo e Queiroz, 1996).

A camada sedimentar que recobre o lençol freático usado no abastecimento da Grande Natal, é bastante permeável, tornando-se fortemente propícia à infiltração de água, mas também vulnerável à penetração de dejetos líquidos.

Como a maior área da Grande Natal ainda é desprovida de sistema de esgotamento sanitário, os dejetos humanos são carreados para os sumidouros e fossas sépticas. As águas pluviais que infiltram no terreno lixiviam o íon Nitrogênio, contido nestes dejetos, associando-o ao Oxigênio e transformando-o em nitratos, que são carreados para o lençol freático. A impermeabilização do solo por não possibilitar a recarga do aquífero com água de chuva desprovida desse elemento deve acarretar, por sua vez, na concentração do nitrato no sistema hídrico subterrâneo, acelerando o processo de contaminação do aquífero.

O consumo de nitrato acima de 45mg/L, já pode trazer conseqüências à saúde (U.S.EPA, 2001). Em curto prazo os níveis excessivos de nitrato na água podem causar sérias doenças e até a morte. Em crianças são relatadas dificuldades respiratórias, vômito, diarreia e pele azulada. Em longo prazo o nitrato pode causar diurese, depósito de gordura, hemorragia no baço e até câncer. (U.S.EPA, 2001).

A frente de avanço da contaminação do aquífero Dunas/Barreiras por nitrato se expande radialmente, a partir do centro da cidade do Natal, avançando principalmente nos sentidos Leste e Sul (Vasconcelos, 2002). Esse autor, com base em um grande número de análises, também afirma que, este avanço “vem

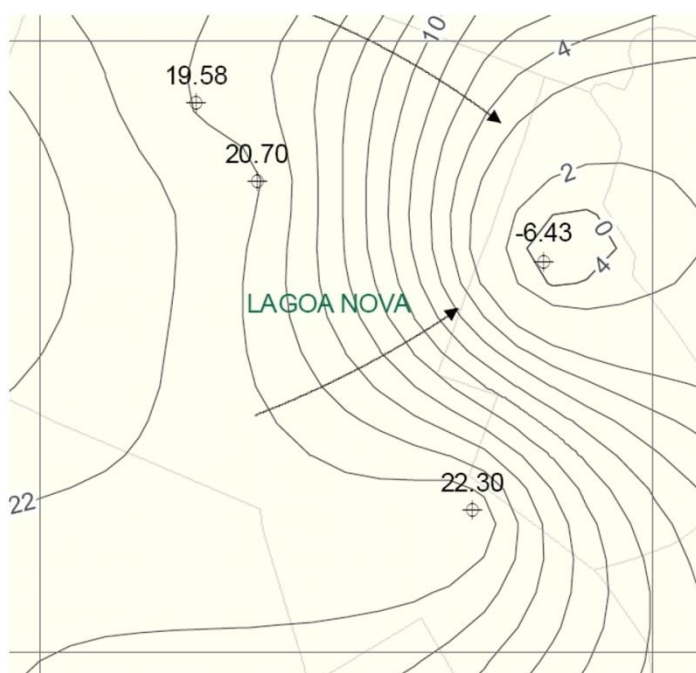
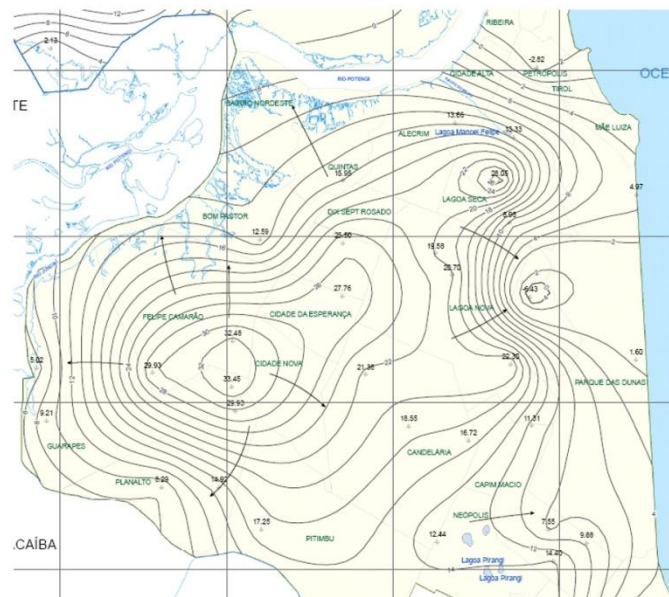
aumentando assustadoramente, comprometendo a qualidade da água e tornando a recuperação do aquífero irreversível, em médio prazo.” Entre os bairros de Neópolis e Capim Macio, por exemplo, os teores de nitrato chegam a 90 mg/l. Nessa região o aumento da área contaminada é de mais de 100 vezes entre 1988 e 2002 (Vasconcelos, 2002).

d. Hidrogeologia da área do Estádio Arena das Dunas e Áreas de Estacionamento

Com base no mapa potenciométrico elaborado pela Secretaria de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SERHID; Santos et al., 2006) pode ser observado que a área do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, sob o ponto de vista hidrogeológico, é influente sobre o Aquífero Dunas-Barreiras, principal fonte de água da cidade e passivo de grande contaminação urbana por nitrato.

Assumindo-se condições de equilíbrio, a vazão de infiltração de água é igual a vazão de saída de água do aquífero que é igual ao produto do gradiente hidráulico (i) pela transmissividade (T) e pela frente de escoamento (L), havendo valor aumentado de qualquer um desses elementos a vazão possui comportamento diretamente proporcional também elevando-se. Observando o mapa de linhas equipotenciais, vemos uma grande densidade de linhas na área imediatamente abaixo do Centro Administrativo, como o gradiente hidráulico é igual a razão da variação de carga (dH) pela distância (dI), um alto gradiente hidráulico é constatado em relação às suas adjacências com direção de caimento para Leste, com destino ao Parque das Dunas de Natal (Figura 29 e Mapa 3 do Anexo 8).

Figura 29. Curvas isotenciométricas e linhas de fluxo da água subterrânea na região do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO



Fonte SERHID; Santos et al., 2006

4.1.4. Solos

4.1.4.1. Fundamentação teórica de solos

a. Definição de solos

O solo, segundo Nunes (2006, p. 36), é um recurso natural situado na superfície da terra, entre a litosfera e a atmosfera, um ecossistema que possui potencialidades e limitações, mas que é responsável pela vida vegetal e animal. O mesmo autor, Nunes (2007, p. 47), também explica a origem desse material quando diz que as coberturas pedológicas são materiais inconsolidados que recobrem a superfície terrestre, resultantes dos processos de intemperismo de rochas ou depósitos sedimentares que, a partir da intemperização e pedogênese passou a constituir-se em solos.

O solo é uma “coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente terem sido modificados por interferências antrópicas (EMBRAPA, 2006, p. 31)”.

Cada tipo de solo representa uma história geopedológica ocorrida em tempos pretéritos, cujo processo intempérico provoca mudanças na composição química das rochas ou depósitos sedimentares, originando solos em diferentes estágios de evolução. Além do mais, materiais geológicos diferentes, quando bastante intemperizados, podem originar coberturas semelhantes.

A adequada classificação de um solo permite estabelecer correlação com sua gênese e evolução, assim como com fatores ambientais e econômicos relativos à sua ocupação, manejo, aptidão agrícola, entre outros. A classificação de solos é tema relevante no ensino e atuação profissional ligadas principalmente (embora não se restringindo) às áreas da Engenharia Agrônômica, Geografia, Engenharia Civil, Engenharia Florestal, e Geologia. Para que a classificação possa ser executada de

acordo com critérios científicos, foi organizado o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SBCS (PONTAROLO, 2005).

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos é o resultado da experiência coletiva em solos brasileiros, envolvendo vários colaboradores de diversas instituições nacionais, sob a liderança e coordenação da Embrapa Solos. (Embrapa, 2006, p. 4).

Palmieri e Larach (2004, p. 66-68) consideram o limite superior do solo a superfície terrestre e seu limite inferior aquele em que os processos pedogenéticos cessam ou quando o material originário dos solos apresenta predominância das expressões dos efeitos do intemperismo geo-físico-químico. Complementando com a afirmação, a EMBRAPA (2006, p. 31) traz que os limites laterais dos solos são estabelecidos quando em contato com corpos d'água superficiais, rochas, gelo, áreas com coberturas de materiais detríticos inconsolidados, aterros ou com terrenos sob espelho d'água permanente.

Para a análise do solo, é definido um perfil vertical que vai desde a superfície do terreno até uma profundidade de 2 metros, ou até o aparecimento de rocha em fase inicial de decomposição, ou não, de maneira que se permita a identificação dos horizontes existentes (PALMIERI e LARACH, 2004, p.66-68). Nas condições de clima tropical úmido, prevalentes no Brasil, a expressão da atividade biológica e os processos pedogenéticos comumente ultrapassam profundidades maiores que 200 cm, por isso metodologias diferenciadas são aplicadas nesses casos (EMBRAPA, 2006, p. 31).

b. Horizontes

As camadas e/ou zonas, também denominados de horizontes do solo, representam a expressão dos processos e dos mecanismos de formação do solo (PALMIERI e LARACH, 2004, p. 66).

Consistem de seções aproximadamente paralelas que se distinguem do material de origem inicial, como resultado de adições, perdas, translocações e transformações de energia e matéria, que ocorrem ao longo do tempo e sob influência dos fatores clima, organismos e relevo (EMBRAPA, 2006, p. 31).

c. Fatores de formação dos solos

Os processos de intemperismo atuam de forma diferenciada, sendo eles físicos, químicos ou biológicos, aonde os principais atores formadores de um solo são: a água, nas suas distintas formas físicas (gasosa, líquida ou sólida), o clima, o tempo e os organismos vivos (vegetais ou animais). Na mesma linha, Primavesi (2002, p. 88-89), ao tratar das condições pedológicas em regiões de clima tropical, destaca seis fatores atuantes quanto à influência e formação dos solos: “I – Material de origem, II – Clima, III – Vegetação, IV – Tempo, V – Relevo, VI – Homem”.

Na obra de Palmieri e Larach (2004, p. 70), encontra-se que o solo é resultado de cinco variáveis independentes, denominadas fatores de formação dos solos, entre as quais inclui: clima, organismos, material originário, relevo e tempo.

- Clima – através de seus elementos meteorológicos é um dos mais ativos fatores que influencia no intemperismo das rochas;
- Organismos – a fração orgânica do solo é fornecida pelos vegetais e animais, responsável, em geral, pela cor escura dos horizontes;
- Material originário – refere-se ao material não consolidado a partir do qual o solo se formou;
- Relevo – refere-se à configuração superficial da crosta terrestre e afeta o desenvolvimento dos solos, principalmente, pela influência sobre a dinâmica da água, erosão e microclimas;
- Tempo – certo período de tempo é necessário para o desenvolvimento de horizontes no solo.

d. Classes de solos

Segundo a EMBRAPA (2006, p. 67; 74), “as classes de solos são definidas segundo atributos diagnósticos em um mesmo nível de generalização ou abstração e incluindo todos os solos que satisfizerem a essa definição”.

A classe de solo que compreende predominantemente a área do empreendimento denomina-se Neossolo, apesar do mesmo se associar com o Latossolo, o qual constitui um grupamento de solos pouco evoluídos (novo), composto por material mineral (ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura), não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico.

e. Taxa de infiltração (absorção)

Quando se fala em infiltração, associa-se logo ao movimento da água dentro do solo. Assim, Netto (2007, p. 114), diz que:

“Os solos definem as quantidades de chuvas que infiltram ou que excedem para escoar na superfície do terreno. Considerando que a viagem da água sobre a superfície é mais rápida, tornando-se cada vez mais lenta em profundidade, pode-se dizer que os solos determinam o volume do escoamento da chuva, a sua distribuição temporal e as descargas máximas, tanto em superfície como em subsuperfície”.

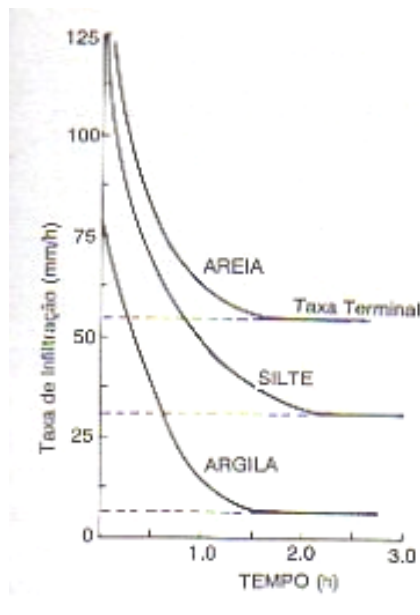
Guerra e Cunha (2002, p. 140), reforçam afirmando que: “A taxa de infiltração é o índice que mede a velocidade com que a água da chuva se infiltra no solo”.

A água infiltrada e estocada no solo torna-se disponível à absorção pelas plantas e também ao retorno para a atmosfera por evapotranspiração. A água que não retorna a atmosfera recarrega o reservatório de água sub-superficial ou subterrânea e daí converge muito lentamente para as correntes de fluxos, a exemplo dos canais fluviais, para as áreas rebaixadas do terreno ou ainda para áreas denominadas de aquíferos.

Os solos arenosos da área de estudo permitem fácil percolação das águas, alimentando rapidamente o lençol freático e escoando o fluxo para as áreas mais rebaixadas do relevo à medida que vai ocorrendo saturação dos poros. “Em solos homogêneos, a porosidade total do solo tende a decrescer com a profundidade, sendo acompanhada por aumento relativo da densidade aparente” (NETTO, 2007, p. 116).

Guerra (2007, p. 167), complementa afirmando que “as taxas de infiltração variam também de acordo com as características dos solos. Em geral, solos de textura mais grosseira, como os arenosos, possuem taxas de infiltração maiores do que as dos argilosos”. Para comprovação de tal afirmativa, o estudioso cita o modelo de taxas de infiltração diferenciadas (solos arenosos, siltosos e argilosos) construído por Withers e Vipond (1974), considerando as três primeiras horas de um evento chuvoso.

Figura 30. Taxa de infiltração em vários tipos de solos (modelo Withers e Vipond)



Fonte: Guerra, 2007, p. 167.

No modelo apresentado, verifica-se que a taxa de infiltração do solo arenoso é excessiva, e apesar de ocorrer certa estabilidade após quase duas horas de intensa precipitação, não se verifica a completa saturação do mesmo, que poderá ocorrer

horas depois a depender do ritmo da precipitação e outros elementos aqui não elencados. Tal situação pode ser assemelhada a área de estudo, devido a característica do solo ser predominantemente arenosa, típica de um neossolo quartzarênico.

4.1.4.2. Caracterização dos solos de Natal

A expansão dos centros urbanos e o fluxo produtivo da população tornam o uso da terra cada vez mais competitivo e todo e qualquer tipo de solo acaba sofrendo pressão pelas atividades humanas. Essa condição externa a importância de se refletir sobre o uso da terra como um espaço para manutenção e melhoria da qualidade de vida dos seres humanos, assim como para garantia de sobrevivência e reprodução de espécies constantes nesse ambiente megadiverso do território brasileiro.

Com efeito, sabe-se que no contexto da cidade as decisões de uso do solo são por vezes irreversíveis, sendo de capital importância que o planejamento de uso da terra seja feito em função de suas potencialidades, possibilidades e características para atender determinadas prioridades permitindo que o desenvolvimento não promova a sua degradação, permitindo a inserção do conceito da sustentabilidade.

O uso ora requerido para a área do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO abordado neste estudo refere-se à implantação de um empreendimento voltado a atividade esportiva, que requer a edificação e transformação do espaço atual, já urbanizado. Revelando assim a expansão do construído através de infra-estrutura, constituindo-se em forte alternativa socioeconômica para a região, pois acarretará em uma obra permanente voltada ao desenvolvimento dos jogos da copa do mundo em 2014, mas após o evento estará inevitavelmente prevista a sua utilização de seu espaço pela sociedade natalense.

Nesse entendimento será realizada agora uma breve caracterização geral dos solos existentes no município de Natal, para na sequência, traçar-se as principais características particulares do solo da área do empreendimento, abrindo a possibilidade de análise dos principais impactos ambientais sobre esse recurso

natural, decorrentes das atividades humanas já desenvolvidas na área e que poderão ocorrer com a implantação do empreendimento ora apresentado.

Inserida no Litoral Oriental do Rio Grande do Norte, a cidade do Natal constitui com outros 09 municípios (Ceará-Mirim, Extremoz, Macaíba, Monte Alegre, Nísia Floresta, Parnamirim, São Gonçalo do Amarante e São José de Mipibú) uma Região Metropolitana, que apresenta características pedológicas semelhantes entre os municípios, por estarem majoritariamente na mesma zona climática e estrutura geológica, principalmente os que se localizam em contato com o oceano.

De acordo com Nunes (2000, p. 21-22), os solos da Região Metropolitana são oriundos dos períodos Quaternário e Terciário na escala geológica, e, no caso específico de Natal, os solos do Quaternário são de formação mais recente e encontrados, principalmente, sobre as formações dunares, recebendo a denominação de Areias Quartzosas marinhas, por terem sido transportados do litoral para o continente por efeito da atuação dos ventos. Durante o Quaternário, foram formados ainda os Solos Aluviais, Solos Gleis e os Solos de Mangues. Em se tratando do período Terciário, os solos estão diretamente relacionados à estrutura geológica local da Formação Barreiras, que deu origem a uma variedade de solos areno-argilosos, como os Latossolos, os neossolos quartzarênicos distróficos e os Podzólicos, todos resultantes da atuação do clima úmido com intensas precipitações e ventos constantes intercalados por períodos de estiagem, desenvolvidos em superfícies planas do tabuleiro costeiro.

Conforme Nunes (2006, p. 36), os solos encontrados em Natal possuem a característica peculiar de serem em sua maioria profundos, possuindo espessura superior aos 2 metros. Além disso, observa-se que os mesmos comumente apresentam um aspecto textural mais arenoso do que argiloso, principalmente, nas primeiras camadas do perfil. Solos com essas características, associados à estrutura geológica local e a geomorfologia predominantemente plana da cidade, favorecem a infiltração e conseqüente armazenamento de água em sub-superfície.

As águas que precipitam sobre as superfícies impermeáveis, alimentam rapidamente o lençol freático e escoam o fluxo para as áreas mais rebaixadas do relevo à medida que vai ocorrendo saturação dos poros. Dessa maneira as águas sub-superficiais

lentamente se direcionam para as áreas de descarga, a exemplo das Planícies Fluviais e para as sub-bacias de drenagem confinadas, dando origem às lagoas.

Uma breve análise do município de Natal demonstra a existência de quatro tipos de solos, que segundo a nova classificação dos solos do Brasil, tem-se: os Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas marinhas e Areias Quartzosas distróficas), Argissolos, Latossolos e Gleissolos (ver Anexo 9 – Mapa de Solos de Natal).

Nunes et al. (2007, p. 41) diz que a Região Metropolitana de Natal é composta por quatro domínios geo-ambientais regionais, dos quais o domínio geo-ambiental das Planícies Sedimentares¹, aonde está assentada a área de interesse do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, estão associados os Neossolos Quartzarênicos (areias quartzosas), percebendo-se também a associação com outros solos e materiais, apresentando uma área potencial de lagoa nas proximidades.

¹ Dividido em vales interplanícies e taludes.

4.1.4.3. Caracterização dos solos da área do empreendimento

Estudos realizados por Nunes (2006, p. 59), indicam que a área de estudo é composta pelas Areias Quartzosas distróficas (neossolos quartzarênicos) associadas aos Latossolos, compreendendo solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem, como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica, ou por influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos conforme classificação da EMBRAPA (2006, p. 84).

Para Palmieri e Larach (2004, p. 111-112), as Areias Quartzosas fazem parte de uma classe formada por solos profundos de constituição areno-quartzosa compreendendo, apenas, as classes texturais areia e areia franca, coloração amarelada e avermelhada, extremamente pobre em nutrientes e com horizonte A fracamente desenvolvido, ocorrendo em superfícies de topografia plana a suave ondulada.

Ainda que predominem as Areias Quartzosas, devido à configuração geológica local, há associação destas com o Latossolo Amarelo, o qual se desenvolve particularmente mais a Oeste do município de Natal em direção a Parnamirim, pois no município de Natal o mesmo se destaca nas áreas não recobertas pelos Neossolos.

Com base nessas informações, Nunes (2007, p. 48-50), acabou caracterizando esses dois tipos de formação pedológica, sua respectiva associação e os potenciais de uso dos mesmos:

- Areias Quartzosas distróficas (Neossolo Quartzarênico) – São solos muito arenosos, profundos, excessivamente drenados, ácidos e de baixa fertilidade natural. Encontrados em áreas de relevo predominantemente plano, como nas planícies sedimentares costeiras, derivados dos sedimentos arenosos

quartzosos da Formação Barreiras, comumente dão origem a lagoas relacionadas ao afloramento do freático.

Esta cobertura pedológica é utilizada, principalmente, para a exploração de culturas perenes regionais, como o coqueiro e o cajueiro, dado a deficiência de macro e micronutrientes, além de utilizada na construção civil como fonte de empréstimo de material.

- Latossolo Amarelo – É um solo muito profundo e permeável, fortemente drenado, tem boa resistência a erosão, elevado grau de intemperismo, são ácidos e de baixa fertilidade natural. Ocorrem também associados com outras unidades, em áreas de relevo plano a suavemente ondulado, desenvolvidos a partir de sedimentos arenosos e argilosos da Formação Barreiras com maior concentração do primeiro.

Tais coberturas são utilizadas para a pecuária, culturas permanentes e temporárias, sendo necessário que haja um programa de adubação e fertilização, visando elevar o nível de nutrientes, bem como, irrigação suplementar. Suportam a mecanização agrícola, além de serem adequados para utilização em obras de engenharia, sendo uma ótima fonte de matéria-prima para a construção civil, devido à baixa coerência do material, a sua grande espessura e alta porosidade, o que facilita a escavação.

- Areias Quartzosas associadas a Latossolo Amarelo – São solos profundos, areno-quartzosos, friáveis, excessivamente drenados, com baixos teores de argila, ácidos, fertilidade natural baixa e resistentes a erosão. São também bastante intemperizados, apresentando-se em áreas de relevo plano a suave ondulado, predominantes em toda a cidade de Natal, originado da Formação Barreiras, sendo comum a presença de lagoas devido à superficialidade do freático. Essas superfícies têm sido utilizadas pelo homem, com a instalação de estruturas permanentes no processo de expansão urbana.

Apesar do mapa de reconhecimento de solos elaborado pela EMBRAPA² indicar a predominância das Areias Quartzosas na Zona Administrativa Sul da cidade de Natal, inclusive porque a escala adotada para o levantamento não permite um maior detalhamento, verifica-se que o Latossolo Amarelo destaca-se nas áreas mais

² Embrapa Solos, UEP Recife, 2006 (www.uep.cnps.embrapa.br/solos/).

afastadas do litoral, nas áreas mais rebaixadas do relevo e nos locais mais afastados das áreas de dunas, estando diretamente associado à Formação Barreiras, e às vezes apresentando estreito recobrimento pelas coberturas arenosas espaiadas das Areias Quartzosas. Por isso, para a área do empreendimento, a classificação potencial dos solos enquadra-se mais na associação das Areias Quartzosas e Latossolos Amarelos como identificado por Nunes (2007, p. 50) e classificado no parágrafo anterior.

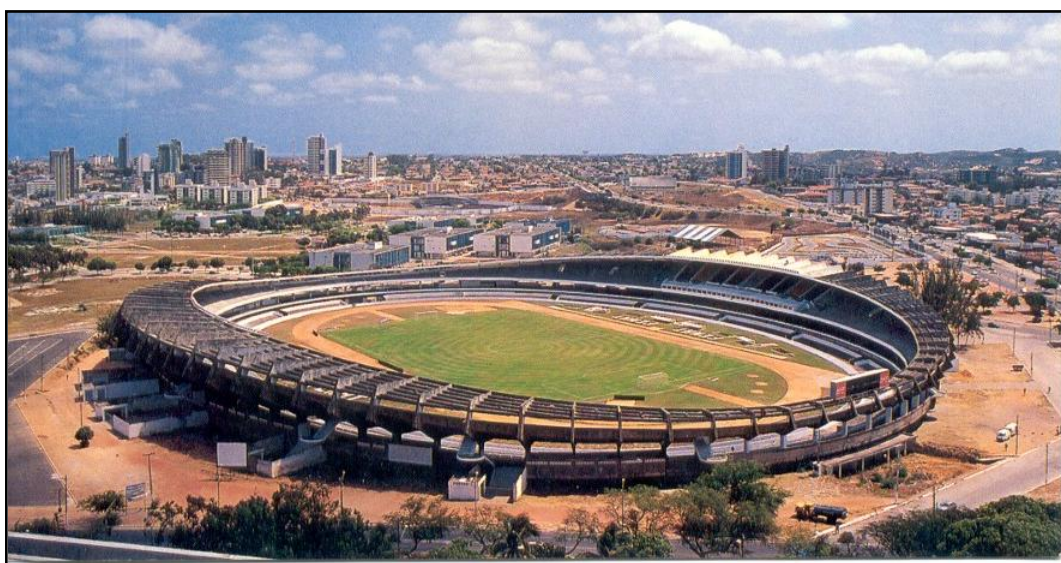
Ainda que seja realizado o enquadramento para classificação do tipo de solo, não se podem dissociar as alterações proporcionadas na paisagem pelas atividades humanas, com destaque para os processos de terraplenagem e aterros com outros materiais de diferentes origens (entulho e outros solos), que historicamente ocorreram em praticamente todo o município para implantação das estruturas urbanas. Destaque se faz para a área de interesse para a construção do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO e seu entorno imediato – aonde situa-se o Centro Administrativo do Estado – quanto as últimas atividades antrópicas mencionadas, pois sabe-se que aquela área localiza-se numa depressão do relevo, que concentra as áreas precipitadas na superfície da sub-bacia de drenagem para a antiga Lagoa Nova existente nas imediações, mas que só aflora nos períodos chuvosos, sendo inclusive uma área de coleta de água subterrânea que abastece parte da população da Zona Sul da cidade de Natal.

Figura 31. Área do empreendimento em 1972, com destaque para o estádio Machadão e entorno – verificando-se atividades de terraplenagem



Fonte: Desconhecido, 1972.

Figura 32. Área do empreendimento em 2000 com destaque para o estádio Machadão e Centro Administrativo do Estado em baixo topográfico



Fonte: Site do América Futebol Clube. Disponível em: www.americadenatal.com.br

Com base nesta observação e considerando a extensão das áreas permeáveis existentes na área de estudo, considerando a composição do material arenoso que compõe o solo local, mesmo descaracterizado por aterros, e sua capacidade de promover a fácil infiltração das águas precipitadas, considerando a importância do abastecimento de água através de poços na área de influência direta, devendo ser preservada a qualidade da mesma e, considerando ainda que a área situa-se numa depressão (antiga lagoa, a qual ainda aflora no período chuvoso, só mantendo seu nível controlado pelo bombeamento das águas), é aconselhável que o projeto do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, leve em conta a importância de se manter a taxa de permeabilidade das superfícies arenosas, se possível recobrando-as com vegetação que auxiliarão na infiltração das águas de chuva, na proteção contra processos erosivos decorrentes do escoamento superficial e, ainda, a possibilidade de criação de um microclima diferenciado para o local. Dessa forma, estará contribuindo para o conforto térmico local. Também recomenda-se a adoção de materiais e estruturas permeáveis ou semi-permeáveis, para os passeios e áreas de estacionamento.

4.1.4.4. Mapeamento da área de solos

Para o município de Natal, o mapeamento mais recente e aproximado de sua pedologia foi realizado pela EMBRAPA Solos – UEP Recife em 2006 através de “Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte na Escala: 1:500.000, EMBRAPA 1971”, por isso não é recomendável a sua utilização para solução de espaços específicos, servindo mais para uma visão global dos diversos solos existentes no Estado. Ressalta-se ainda que as bases cartográficas originais datam a década de 70 e 80, aonde foram necessárias compatibilizações e atualização com a base cartográfica do IBGE, publicada em 2001.

Ademais, deve-se levar em consideração que desde o momento de elaboração dos levantamentos de solo que remontam a década de 70, a cidade do Natal passou por transformações significativas, aonde a expansão urbana tomou conta de quase todos os espaços físicos naturais disponíveis no município, restando apenas

algumas poucas áreas conservadas referentes a algumas Zonas de Proteção Ambiental dentre outras áreas protegidas.

Com a urbanização, o espaço natural foi transformado, e não sendo diferente, os solos tiveram seu horizonte A e horizonte Ap descaracterizados, revolvidos, promovidos aterros, terraplenados, misturados com outros materiais, inclusive com resíduos da construção civil em muitas áreas, prejudicando sobremaneira a elaboração de um mapa do meio físico, especificamente o de solos nas áreas urbanizadas, pois a superfície de solos da área urbana não é mais condizente com os processos pedogenéticos originários.

Dessa forma, a elaboração de um “mapa de solos” para a área de estudo conforme foi requerido no Termo de Referência – na escala 1:8.000 ou compatível, perde sua eficácia visto o que já foi considerado anteriormente. No entanto, a partir de registros históricos técnico-científicos, sabe-se que a área caracterizava-se como uma área constituída de solos predominantemente arenosos, remetendo-se às Areias Quartzosas distróficas associadas aos Latossolos Amarelos, sendo desta forma, adotada essa classificação neste Relatório.

Mesmo assim, não se pode descartar que a área do entorno do terreno pleiteado para o licenciamento, apesar de urbanizado, ainda apresenta uma área representativa de superfície permeável, parcialmente vegetada, onde apresentam importante função para infiltração das águas das chuvas, e suporte para o crescimento de coberturas vegetais (ver anexo 10 – Terreno e área de entorno).

4.1.5. Recursos Hídricos

4.1.5.1. Águas Superficiais

O empreendimento está localizado na Sub-bacia de Drenagem denominada XII-5 e está inserida na Bacia XII. A Bacia XII é a maior existente na cidade de Natal, com área de 1.276 ha, abrangendo parte dos bairros das Quintas, Nordeste, Dix-Sept Rosado, Nossa Senhora de Nazaré, Lagoa Nova, Nova Descoberta e Candelária, além de pequenos trechos do Parque das Dunas e dos bairros de Bom Pastor, Lagoa Seca, Alecrim, Capim Macio e Cidade da Esperança. Essa bacia de drenagem relaciona-se com duas importantes áreas ambientais do município: o Rio Potengi e o Parque das Dunas, e contém sete lagoas e um riacho.

Possui 5 sub-bacias, assim denominadas:

- SB-XII.1 formada por partes do bairro das Quintas, Nordeste e Lagoa Nova, com pequenos trechos do Alecrim e de Lagoa Seca. Nessa sub-bacia, há o riacho das Quintas, com cerca de 600m de extensão, que drena parte das águas pluviais captadas pelas galerias, desaguando no Rio Potengi, além da Lagoa do Bum Bum, situada no bairro do Alecrim.
- A SB-XII.2 que compreende a quase totalidade do bairro Nossa Senhora de Nazaré e porções de Dix-Sept Rosado e Lagoa Nova, além de um reduzido trecho do bairro Cidade da Esperança. Nela verifica-se a presença de galerias e da lagoa artificial de São Conrado.
- A SB-XII.3, formada quase que exclusivamente pelo Bairro Nova Descoberta e por pequena porção do Parque das Dunas. Além de galerias, a Lagoa dos Potiguares integra esse recorte hidrográfico. Esta sub-bacia é majoritariamente composta por parte de Lagoa Nova, acrescida de um trecho de Nova Descoberta, apresentando diversas galerias e a Lagoa do Preá mais ao sul da sub-bacia.
- A SB-XII.5, em sua maior parte formada pelo bairro de Lagoa Nova, compreendendo ainda porções de Candelária e Capim Macio; contam quatro

lagoas: Lagoas do Centro Administrativo 01, 02 e 03 e Lagoa do CEI. Há um sistema de galerias integrado com as lagoas do centro administrativo.

O uso da área da bacia XII é predominantemente residencial, abarcando edificações com diferentes características e com condições sócio-econômicas heterogêneas. O traçado é predominantemente regular, do tipo xadrez, com a presença de algumas quadras de grandes dimensões onde funcionam equipamentos urbanos como o Centro de Abastecimento – CEASA, o Centro Administrativo, o Hospital do Câncer, parte da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, o Estádio Municipal João Machado e o Ginásio Municipal de Esportes Humberto Nesi. Há poucos espaços com solo natural, havendo predominantemente o solo impermeabilizado, contudo, parte do terreno do Centro Administrativo e da UFRN, e o Parque das Dunas, funcionam como áreas de absorção das águas pluviais em função dos seus espaços livres.

A sub-bacia SXII-5 está diretamente associada ao empreendimento sob análise. Possui área de drenagem de 420 ha. No que se refere à drenagem da área, a caracterização hidrológica está relacionada com o regime de chuvas intensas, com a transformação das chuvas em deflúvios superficiais, com a geração de hidrogramas de cheia e com o amortecimento dos hidrogramas por lagoas de acumulação e infiltração.

Para a quantificação das chuvas intensas, usualmente emprega-se a seguinte relação entre a intensidade de chuva, a duração e o período de retorno:

$$i = \frac{K \cdot T^m}{\left(t + t_0 \right)^n}$$

sendo: i a intensidade máxima em mm/h; T o período de retorno em anos; t a duração da chuva em min ou horas; K , m , n e t_0 parâmetros característicos do local estudado, determinados a partir de análise estatística de relações de regressão.

Para Natal, obtém com os dados de chuva disponíveis, a seguinte relação intensidade-duração-frequência, condicionadas a durações inferiores a 180 minutos:

$$i = \frac{502,47.T^{0,1431}}{(+10,8)^{0,606}}$$

Para chuvas de longa duração, geradoras de grandes volumes precipitados e consideradas as de maior importância para lagoas fechadas, através de dados coletados por Otto Pfafestetter, obtém-se a seguinte relação, válida para durações de até 30 dias:

$$P = 57,479.t^{0,437} \left[+ 0,651.\ln C \right]$$

sendo: P a precipitação máxima anual em mm, t a duração, em dias, e T o período de retorno, em anos.

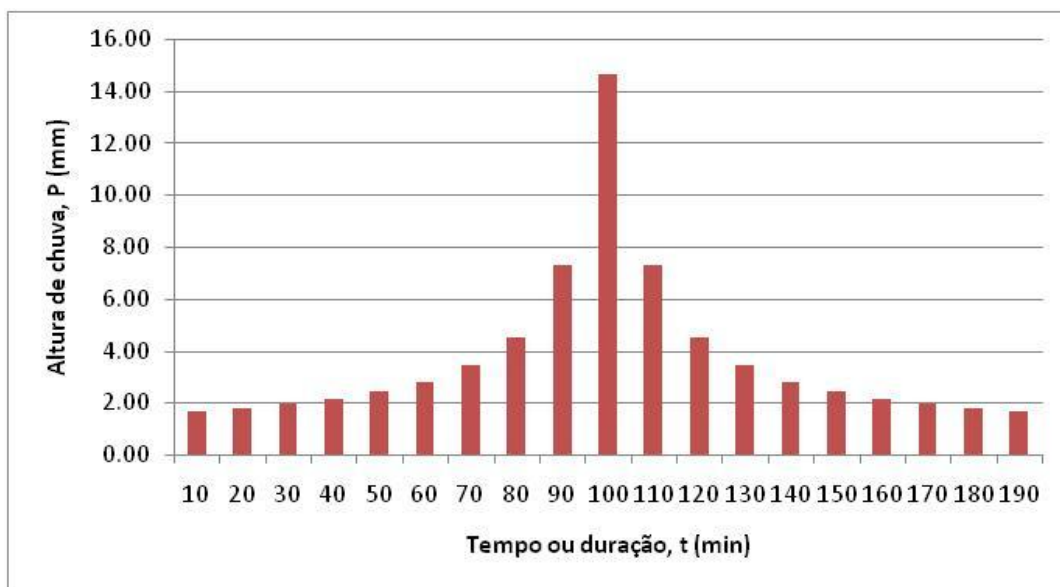
A partir dessas equações de chuvas intensas pode-se construir hietogramas de precipitações máximas (distribuição temporal das precipitações) com o objetivo de se utilizarem chuvas críticas associadas a períodos de retorno. Um padrão de chuva crítica, amplamente utilizado em projetos de drenagem urbana é obtido tomando-se todas as chuvas máximas com durações menores a uma duração especificada. Assim, por exemplo, uma chuva crítica de duração $t = 1$ h será construída de forma a conter as chuvas críticas de durações menores, ou seja, as de duração de 45 min, 30 min, 15 min.

A seguir, são apresentados três grupos de hietogramas críticos para projetos e estudos hidrológicos para áreas urbanas de Natal: **A.** micro-drenagem (de pequenas durações: $t < 200$ min); **B.** macro-drenagem ($t < 25$ horas) e **C.** macro-drenagem com bacias de infiltração ($t < 31$ dias). Os gráficos apresentados possibilitam extrair hietogramas ou chuvas críticas para durações quaisquer menores do que a duração máxima apresentada nesses gráficos.

A. Chuvas de curta duração

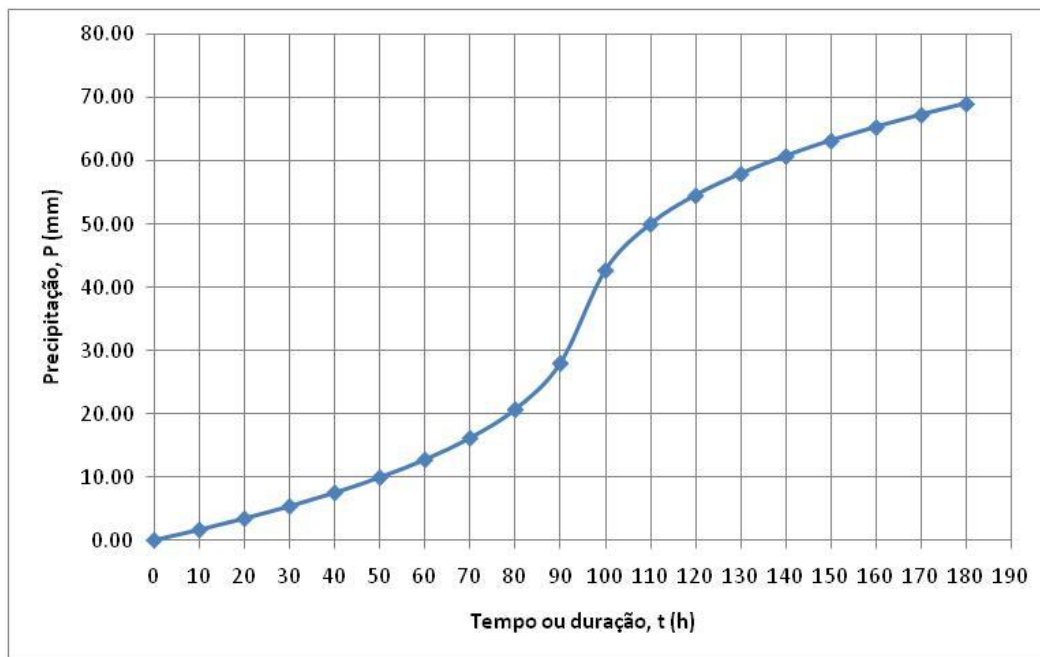
As Figuras 33 a 38 fornecem os hietogramas e as precipitações acumuladas para durações de até 180 min e períodos de retorno de 2, 10 e 25 anos. Por construção, a chuva máxima de 180 min contém todas as chuvas máximas menores que 180 min e assim sucessivamente para uma chuva de duração t qualquer inferior a 180 min.

Figura 33. Hietograma de máximos para $T = 2$ anos



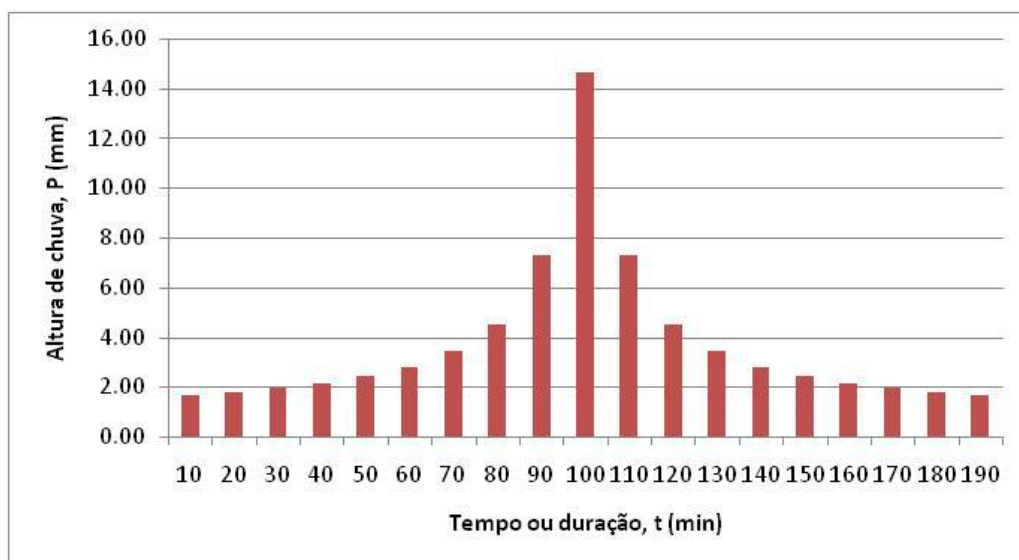
Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

Figura 34. Precipitações acumuladas ou total precipitado para $T = 2$ anos, $P(\text{mm})$



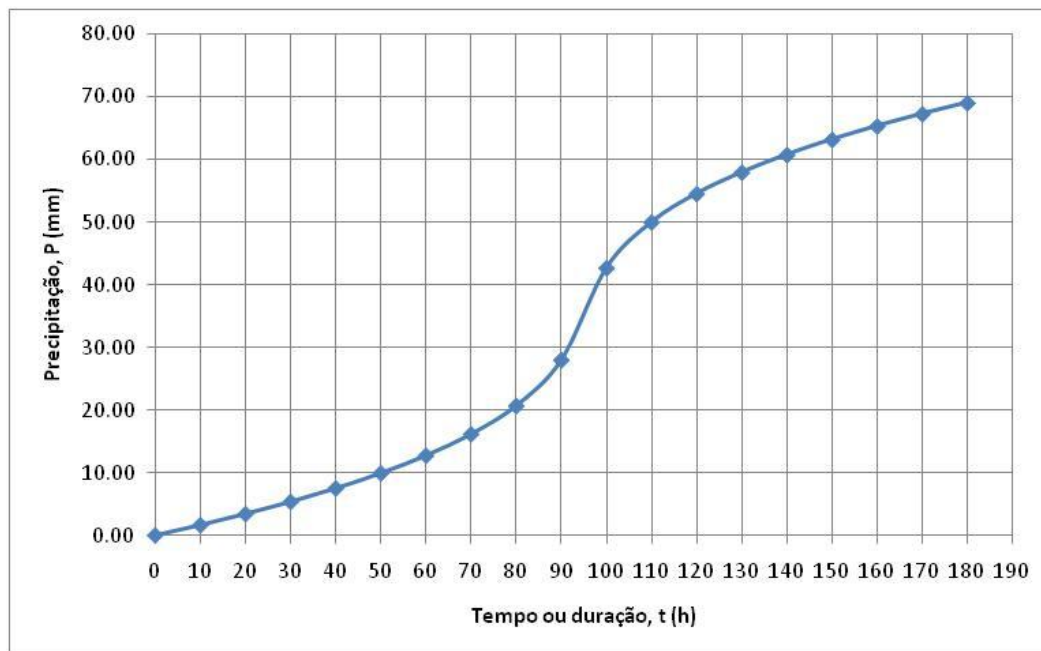
Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

Figura 35. Hietograma de máximos para $T = 10$ anos



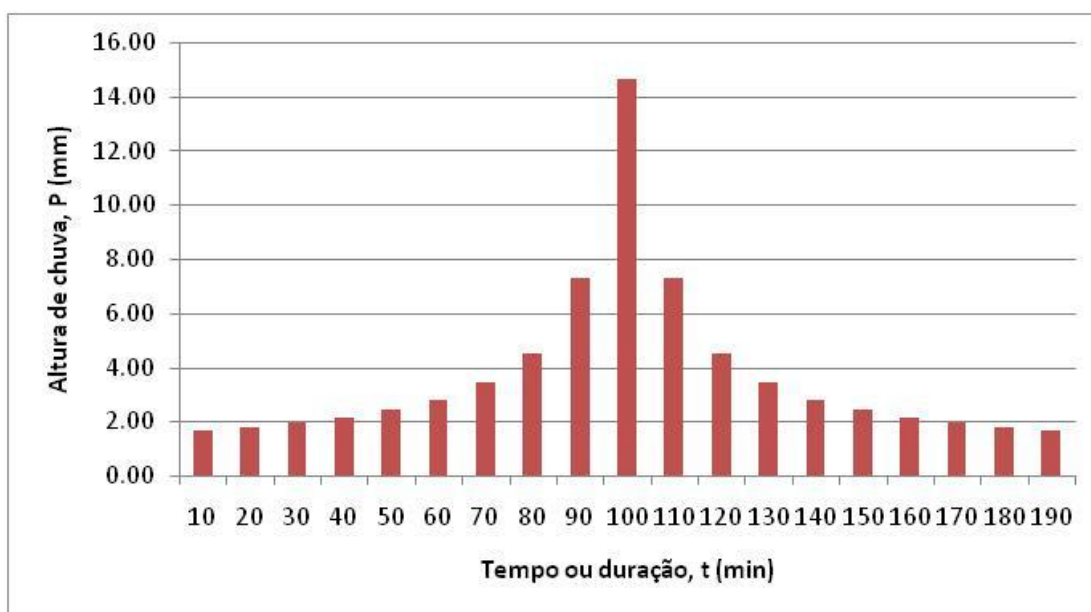
Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

Figura 36. Precipitações acumuladas ou total precipitado para $T = 10$ anos, $P(\text{mm})$



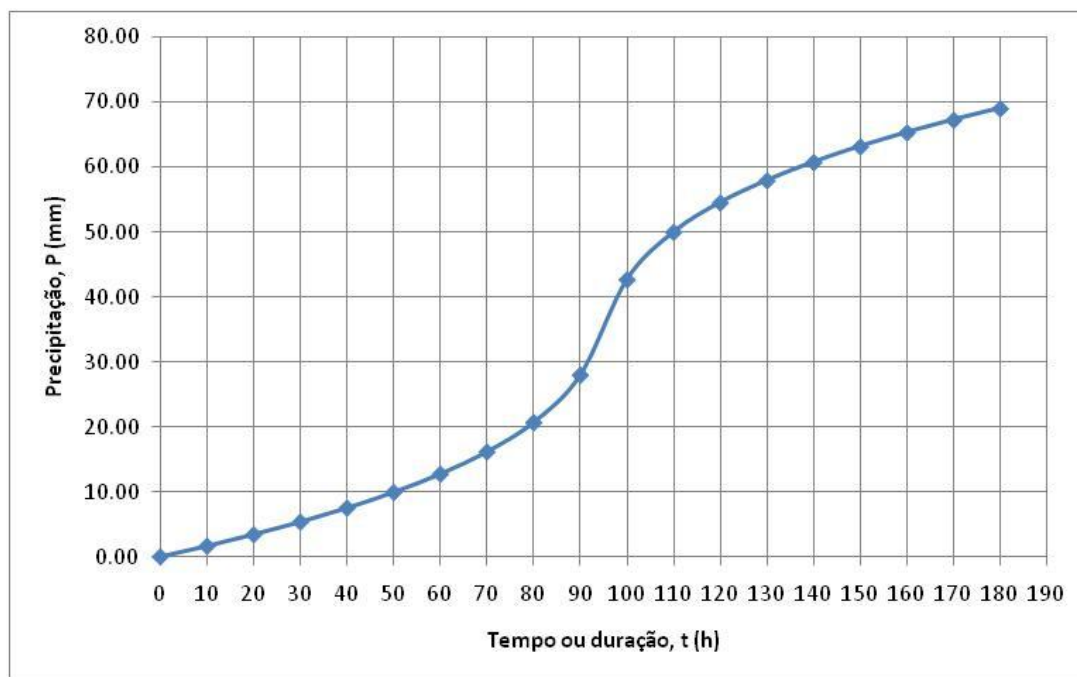
Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

Figura 37. Hietograma de máximos para $T = 25$ anos



Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

Figura 38. Precipitações acumuladas ou total precipitado para $T = 25$ anos, $P(\text{mm})$

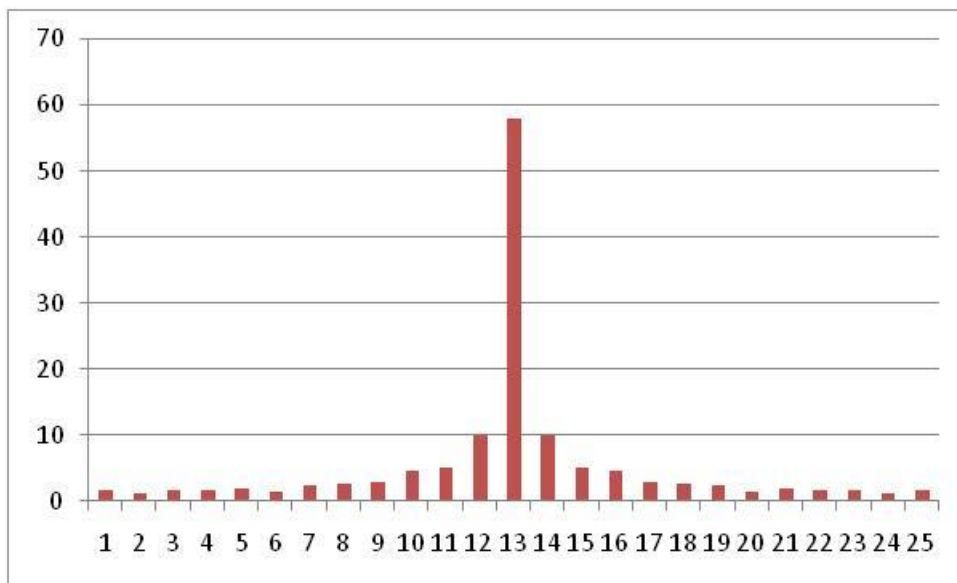


Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

B. Chuvas críticas horárias ao longo de um dia

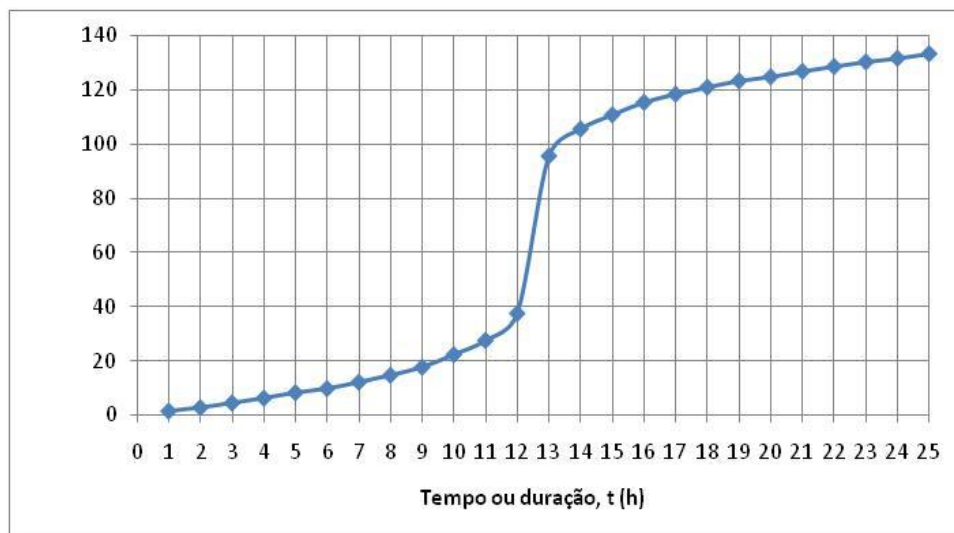
As Figuras 39 a 44 fornecem os hietogramas e as precipitações acumuladas para durações de até 24 horas e períodos de retorno de 2, 10 e 25 anos. Por construção, a chuva máxima de 24 horas contém todas as chuvas máximas menores que 24 h e assim, sucessivamente, para uma chuva de duração t qualquer inferior a 24 h.

Figura 39. Hietograma de máximos horários para $T = 2$ anos



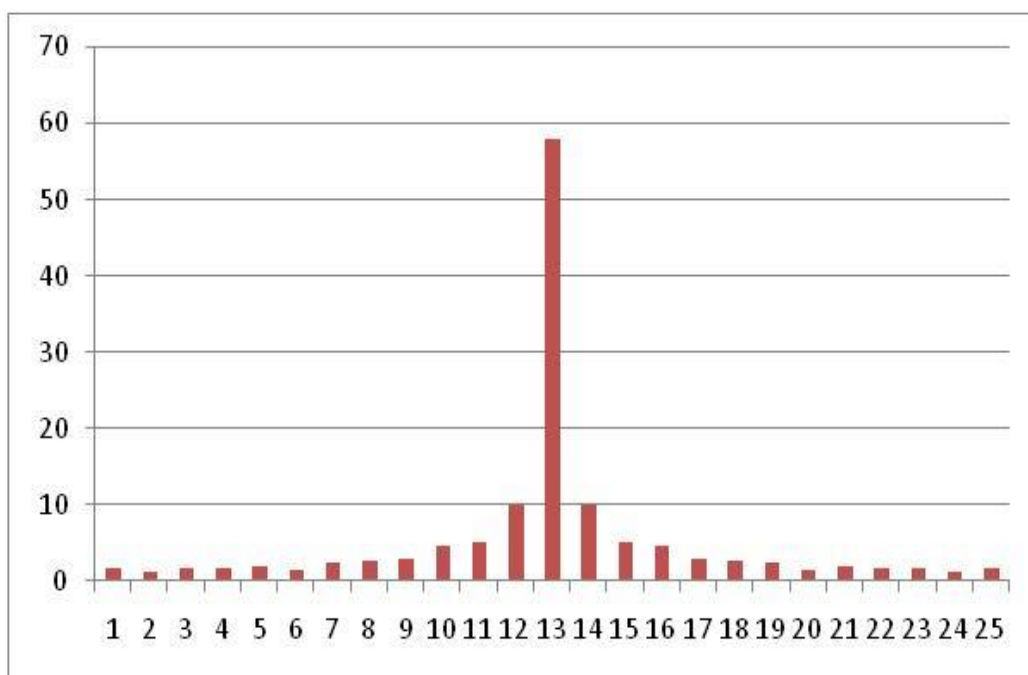
Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

Figura 40. Precipitações acumuladas ou total precipitado para $T = 2$ anos, $P(\text{mm})$



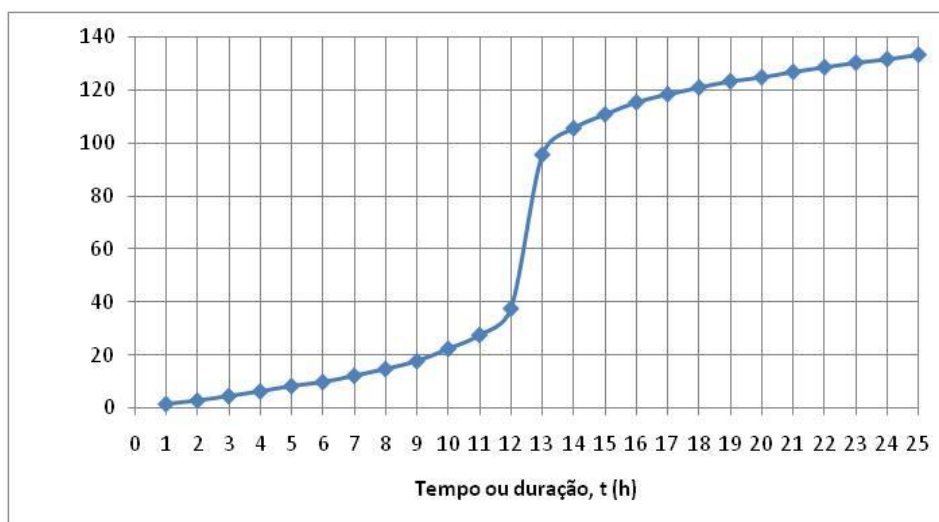
Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

Figura 41. Hietograma de máximos horários para $T = 10$ anos



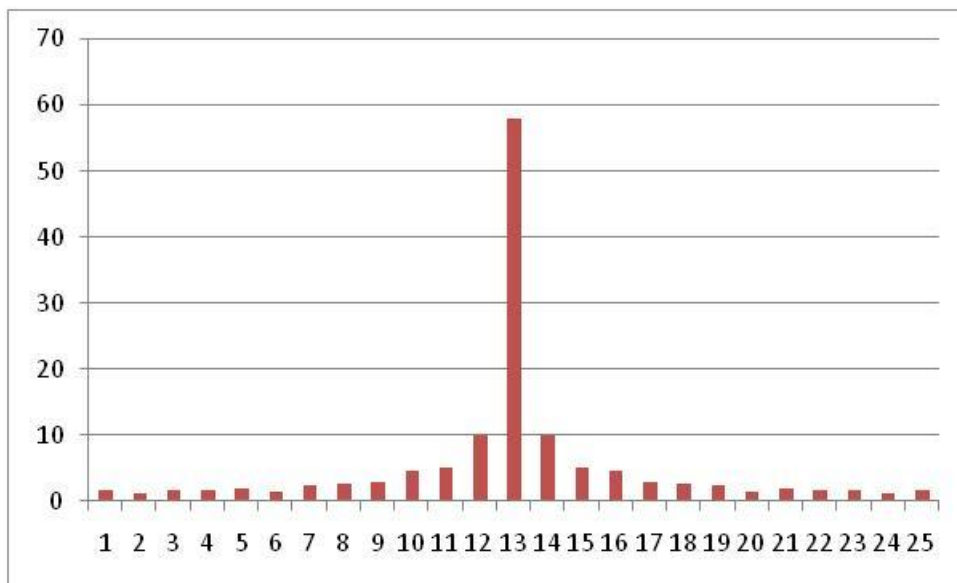
Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

Figura 42. Precipitações acumuladas ou total precipitado para $T = 10$ anos, $P(\text{mm})$



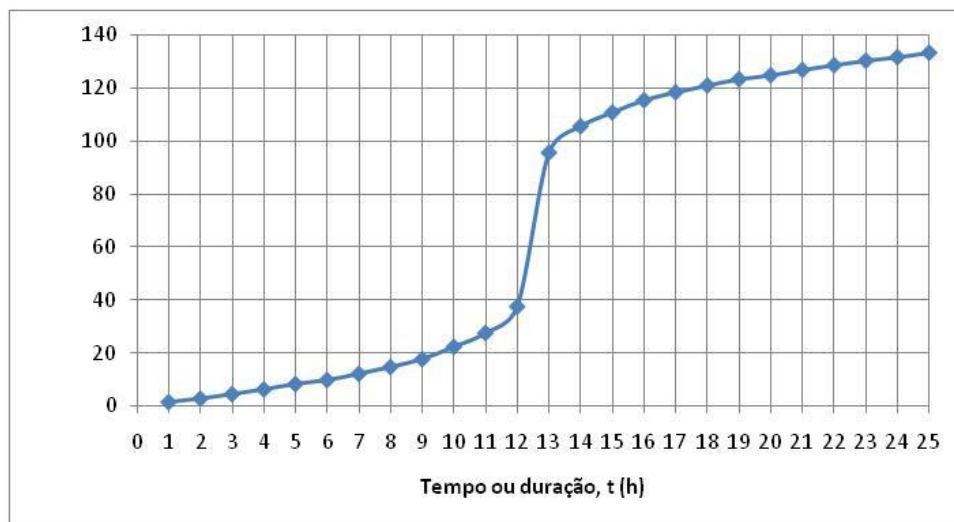
Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

Figura 43. Hietograma de máximos horários para $T = 25$ anos



Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

Figura 44. Hietograma de máximos horários para $T = 25$ anos

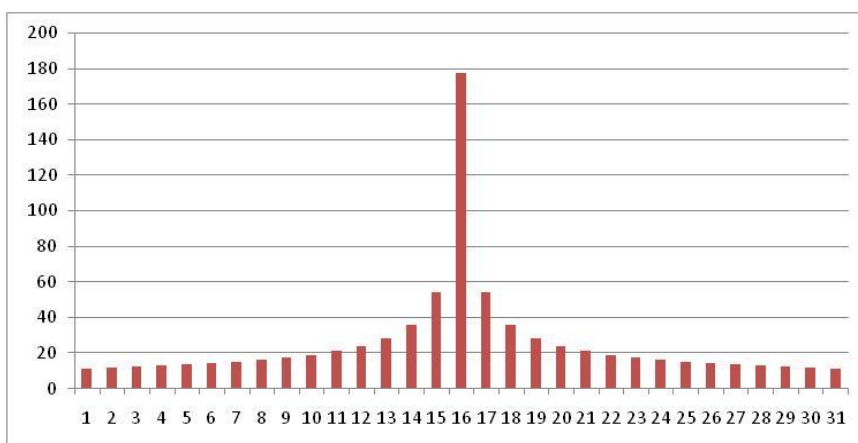


Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

C. Chuvas críticas diárias ao longo de um mês

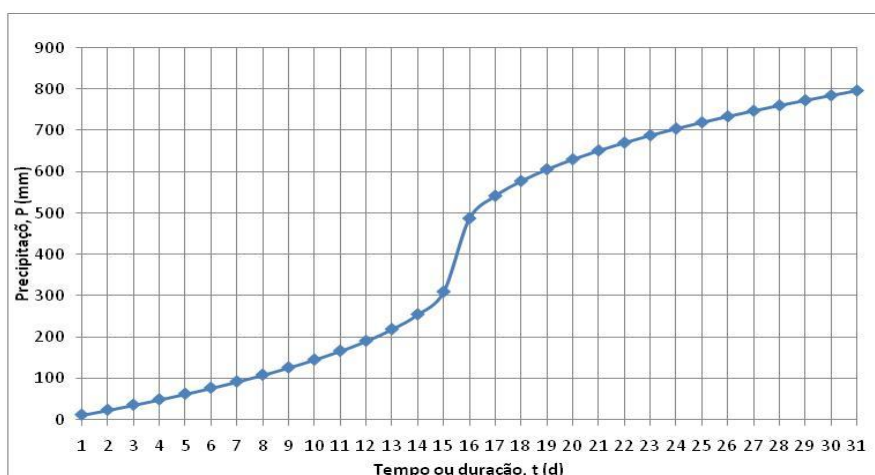
As Figuras 45 a 50 fornecem os hietogramas e as precipitações acumuladas para durações de até 30 dias e períodos de retorno de 2, 10 e 25 anos. Por construção, a chuva máxima de 30 dias contém todas as chuvas máximas menores que 30 dias e assim, sucessivamente, para uma chuva de duração t qualquer inferior a 30 dias.

Figura 45. Hietograma de máximos horários para $T = 2$ anos



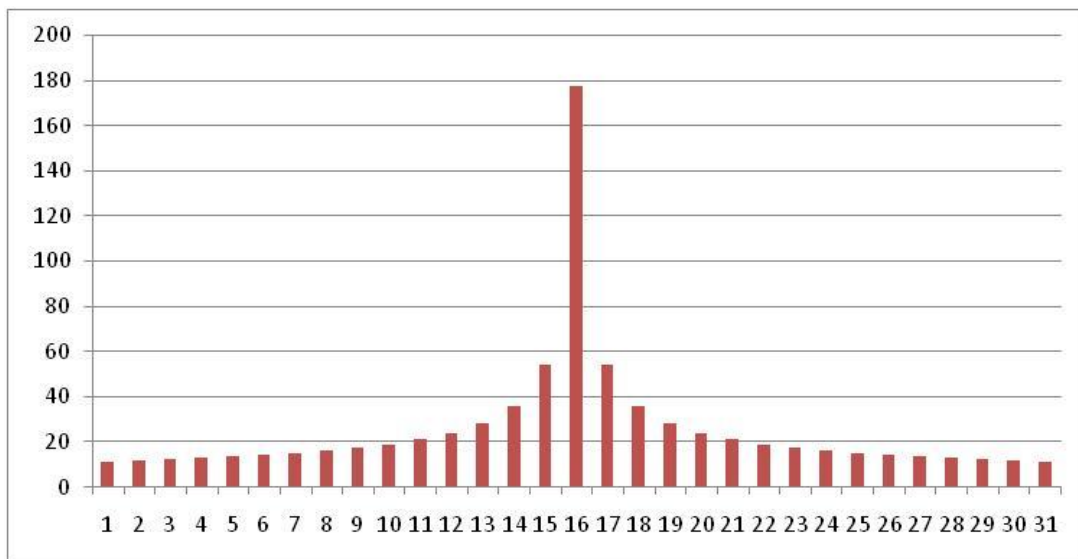
Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

Figura 46. Precipitações acumuladas ou total precipitado para $T = 2$ anos, $P(\text{mm})$



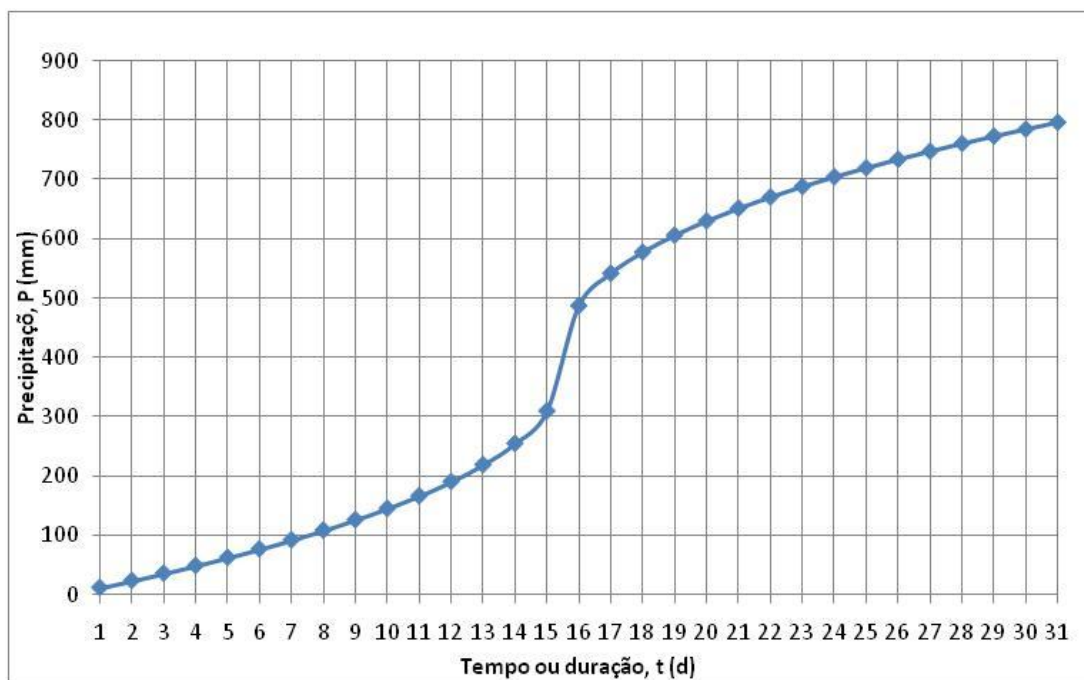
Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

Figura 47. Hietograma de máximos horários para $T = 10$ anos



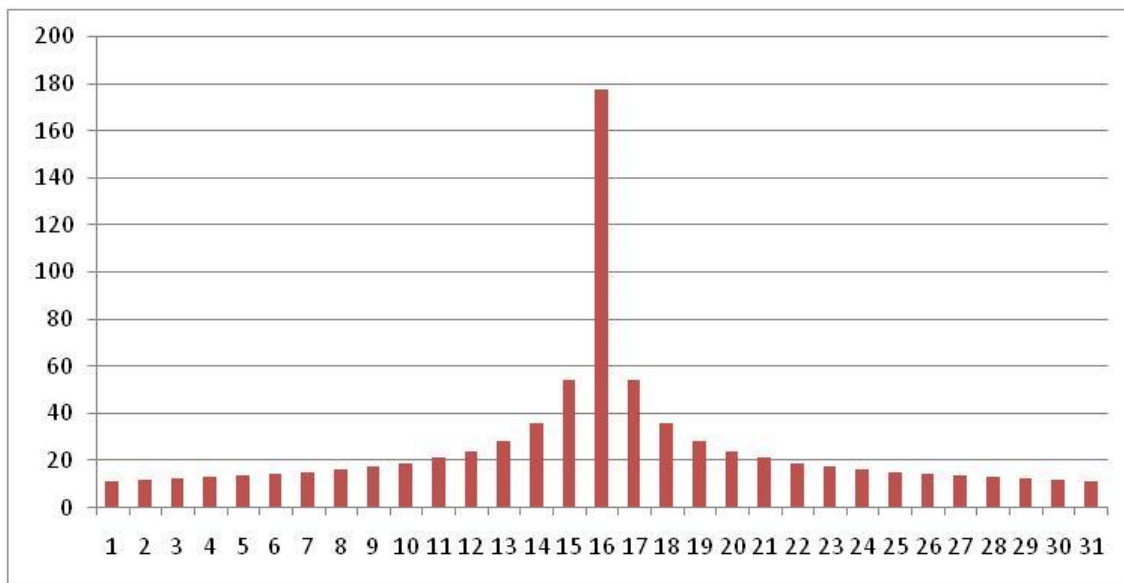
Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

Figura 48. Precipitações acumuladas ou total precipitado para $T = 10$ anos, $P(\text{mm})$



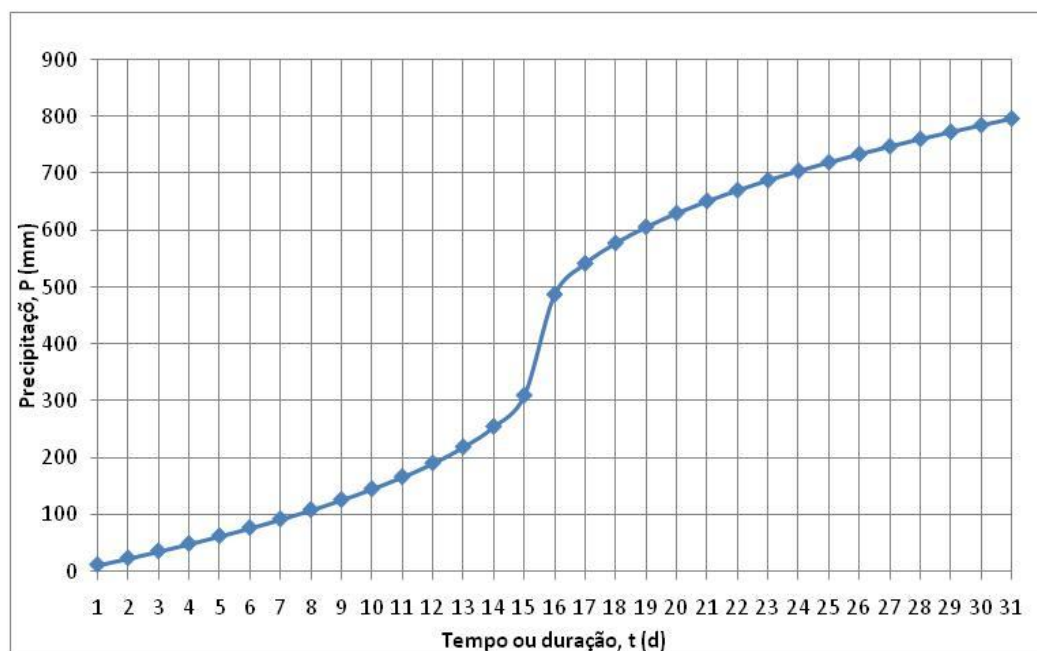
Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

Figura 49. Hietograma de máximos horários para $T = 25$ anos



Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

Figura 50. Precipitações acumuladas ou total precipitado para $T = 25$ anos, $P(\text{mm})$



Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

a. Hidrogramas de cheia

As cheias urbanas são provocadas por chuvas intensas e dissipadas através de sistemas de drenagem adequados. Tais sistemas são classificados segundo a magnitude das áreas de contribuição geradoras das cheias. Comumente, os sistemas são classificados em sistemas de micro-drenagem e sistemas de macro-drenagem.

Um sistema de micro-drenagem refere-se à infra-estrutura ou elementos de drenagem de áreas relativamente pequenas, de algumas centenas de metros quadrados até áreas de 200 ha ou 2 km². As vazões de cheia são avaliadas, considerando-se chuvas críticas de curta duração, sendo tomada a duração crítica correspondente ao tempo de concentração da área de drenagem que contribui para a vazão afluente a um determinado elemento do sistema de micro-drenagem, como a boca de lobo que alimenta um trecho de galeria de águas pluviais.

Os sistemas de macro-drenagem, por sua vez, drenam extensas áreas de uma bacia hidrográfica, podendo englobar vários sistemas de micro-drenagem. Em geral, a infra-estrutura associada ao sistema de macro-drenagem é constituída de canais em fundo de vales, canais fechados, bacias de retenção, túneis e sistemas elevatórios para a transposição de águas pluviais excedentes.

a.1. Sistema de micro-drenagem

O método racional é usualmente utilizado para avaliar a vazão de pico decorrente de uma chuva crítica. Para pequenas áreas, a vazão de pico corresponde ao instante em que toda a área passa a contribuir para a vazão que deverá escoar por um elemento hidráulico do sistema de micro-drenagem, seja ele um bueiro ou uma galeria de águas pluviais.

Nos sistemas de micro-drenagem, eventuais retenções de água são consideradas como medidas compensatórias, tais como micro-reservatórios em lotes, condomínios e locais públicos como praças e pavimentos a fim de reduzir a vazão de pico ou evitar alagamentos localizados. O método racional consiste em utilizar uma equação

simples da continuidade que expressa a igualdade entre a vazão precipitada e a vazão de pico no instante correspondente ao tempo de concentração, t_c , considerando uma fração de retenção na área de drenagem, quantificada pelo coeficiente de deflúvio, C . Assim, a vazão ou deflúvio superficial, Q , é avaliado pela seguinte equação:

$$Q = k \cdot C \cdot i \cdot A$$

sendo Q a vazão em m^3/s ; C o coeficiente de deflúvio, adimensional; i a intensidade de chuva em m/s ou mm/min ou mm/h e A a área de drenagem em m^2 ou ha ou km^2 ; e k um coeficiente de homogeneidade que depende das unidades das grandezas utilizadas. A Tabela 8 apresenta valores de k para as unidades mencionadas anteriormente.

Tabela 8. Valores de k

Intensidade de chuva (i)	Área de drenagem (A)		
	m^2	Há	Km^2
m/s	1,00	$1,00 \times 10^3$	$1,00 \times 10^6$
mm/min	$1,67 \times 10^{-2}$	$1,67 \times 10^2$	$1,67 \times 10^4$
mm/h	$2,78 \times 10^{-7}$	$2,77 \times 10^{-3}$	$2,77 \times 10^{-1}$

Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

O coeficiente de deflúvio, C , é função do tipo de superfície, seja solo nu, solo com vegetação ou área parcialmente ou totalmente impermeabilizada. Para a cidade de Natal, são recomendados os seguintes valores apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Coeficientes de deflúvio em função da ocupação do solo

Ocupação	C
Solo arenoso bem drenado	0,0 - 0,10
Gramado	0,10-0,20
Lote ou área com x% impermeabilizado	$(0,6x+20) / 100$
Pavimentos porosos	0,40 - 0,70
Pavimentos asfálticos	0,90 – 0,95

Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

A intensidade de chuva crítica é determinada em função do período de retorno T em anos e da duração da chuva, valor igual ao tempo de concentração. Assim, deve-se necessariamente avaliar o tempo de concentração da área de drenagem, cujo valor é estimado ou por fórmulas empíricas encontradas em livros de hidrologia ou através da avaliação do tempo de percurso para a água proveniente do local mais distante chegar ao local onde se pretende avaliar a vazão de pico.

Somado ao tempo de percurso, em geral, adota-se um tempo inicial para a formação de lâmina que resulte em escoamento superficial. Para esse tempo, t_0 , usualmente é adotado o valor de 10 min para a drenagem de área mínima de 1 ha. Para áreas menores, esse tempo inicial deve ser reduzido a um valor entre 2 e 5 min.

Já o tempo de percurso é avaliado pelo caminhamento de águas provenientes de pontos distantes, levando-se em conta a velocidade da água, avaliada por uma equação de resistência, como a equação de Manning, em que a declividade da linha de escoamento desempenha papel essencial.

Assim, pode ocorrer que o tempo de concentração seja determinado por um percurso menor, mas com declividade baixa, ou seja, o tempo de concentração é determinado pelo maior tempo de percurso dentre os possíveis percursos selecionados para a determinação do tempo de concentração, ou seja:

$$t_c = \text{máx}[tp_1, tp_2, \dots, tp_n]$$

sendo tp_1, tp_2, \dots, tp_n tempos de percurso da água pluvial na área de drenagem.

Um tempo de percurso qualquer, tp_i corresponde ao somatório dos tempos de percurso parciais em cada um dos trechos que formam este percurso. E para cada percurso parcial, o tempo de percurso da água, $tp_{i,j}$ é avaliado pela relação:

$$tp_{i,j} = \frac{L_{i,j}}{v_{i,j}}$$

sendo $L_{i,j}$ e $v_{i,j}$, respectivamente, o comprimento do trecho (i,j) e a velocidade da água neste trecho. Esta velocidade pode ser avaliada pela equação de Manning, expressa por:

$$v_{i,j} = \frac{\sqrt{I}}{n} h^{2/3}$$

sendo $v_{i,j}$ a velocidade da água em m/s; I a declividade do elemento hidráulico do trecho; n o coeficiente de rugosidade de Manning; h a altura da lâmina de água.

Nos projetos de galerias, as vazões encontradas pela aplicação da equação do método racional são utilizadas para o dimensionamento de cada trecho de galeria. Atente-se para o fato que um trecho de galeria formado por duas galerias de montante não terá como vazão de projeto a soma das vazões provenientes de cada trecho utilizadas para o dimensionamento desses trechos, mas a vazão global, considerando toda a área de drenagem e tempo de concentração associados a esse novo trecho a ser dimensionado.

Pela quantidade enorme de sistemas de micro-drenagem que compõem os sistemas de macro-drenagem da cidade de Natal, não serão detalhados aspectos específicos, mas apontados os principais locais que merecerão detalhamento e execução de medidas para mitigar ou eliminar alagamentos localizados.

a.2. Sistemas de macro-drenagem

O sistema de macro-drenagem refere-se à infra-estrutura e medidas compensatórias de áreas de drenagem de grandes dimensões, em geral, associada a uma bacia de drenagem, composta de várias áreas de drenagem com seus respectivos sistemas de micro-drenagem.

Num plano de desenvolvimento operativo dos sistemas de drenagem, recomenda-se fortemente, a elaboração de uma rede de informações associadas aos sistemas de macro-drenagem, embasados em modelagem matemática, monitoramento e banco de dados. É uma atividade intrínseca ao órgão governamental responsável pela drenagem urbana, que em qualquer instante, teria a informação completa de todo o sistema. Essa rede de informação deve fazer parte de uma atividade de longo prazo, com pessoal qualificado e permanente.

Quanto às avaliações de cheia, numa atividade de longo prazo, seriam elaborados continuamente a modelagem matemática da transformação chuva-vazão nas bacias de drenagem, num processo contínuo e evolutivo de se aprimorarem as informações básicas do modelo, a calibração e a validação e, principalmente, deste modelo oferecer rapidamente, respostas para questões de relevância associadas a cheias, urbanização, riscos, medidas compensatórias etc.

Com o hietograma de projeto, ou seja, com as intensidades de chuva correspondentes a, por exemplo, $T = 25$ anos e duração qualquer e, com as isócronas de cada sub-bacia e seus respectivos coeficientes de deflúvio (*runoff*) e áreas de influência (Tabela 10 e Figura 52), são determinadas as vazões de cheia no exutório de cada sub-bacia, utilizando-se a seguinte equação recursiva linear de contribuição de cada subárea considerada:

$$Q_j = C_1 A_1 I_j + C_2 A_2 I_{j-1} + C_3 A_3 I_{j-2} \dots$$

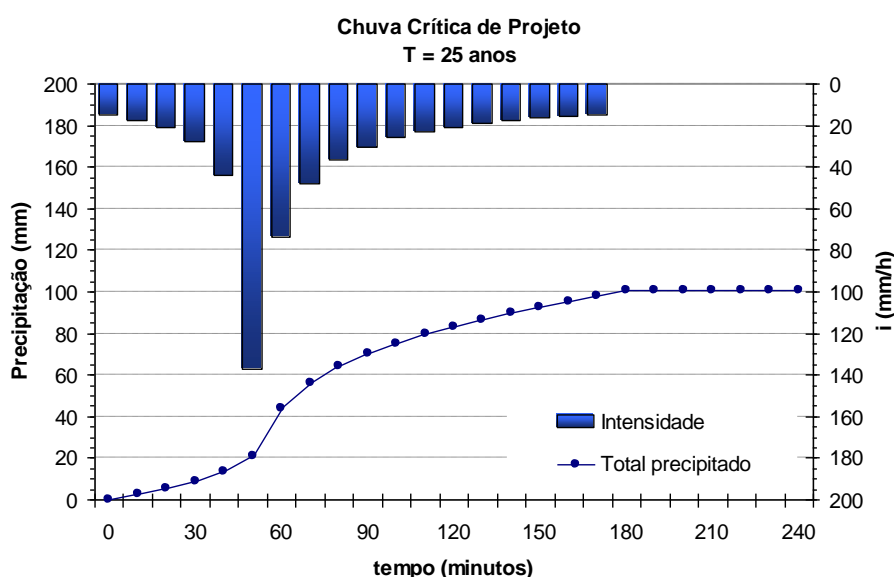
sendo: Q_j a vazão de cheia correspondente ao instante $t = j \cdot \Delta t$, adotando-se, por exemplo, $\Delta t = 10$ min; A_1, A_2, A_3, \dots , as áreas de influência associadas às isócronas

de 10 min, 20 min, 30 min, ..., respectivamente; C_1, C_2, C_3, \dots , os coeficientes de deflúvios associados às áreas A_1, A_2, A_3, \dots ; $I_j, I_{j-1}, I_{j-2}, \dots$, as intensidades de chuva de duração $t = j \cdot \Delta t, (j-1) \cdot \Delta t, (j-2) \cdot \Delta t, \dots$

Os hidrogramas de cheias simuladas para os exutórios das sub-bacias de Natal correspondem a uma chuva padrão cujo hietograma tem duração de 180 min, ou seja, de 3 horas, tempo suficiente para provocar vazões de pico máximas em todas as sub-bacias. A Figura 51 fornece o hietograma utilizado, com intensidade pluviométrica máxima de 140 mm/h no instante $t = 60$ min para um período de retorno $T = 25$ anos. Os hietogramas correspondentes a $T = 2$ e 10 anos podem ser obtidos diretamente através da relação $(T/25)^{0,1431}$ obtida da equação de chuvas intensas para a cidade de Natal.

Os hidrogramas de cheia gerados para os períodos de retorno de 2, 10 e 25 anos e para a bacia XII-5 diretamente associada ao empreendimento estão apresentados na Figura 53. As vazões de pico são significativas, demonstrando a importância das lagoas de acumulação existentes no Centro Administrativo e na área do empreendimento.

Figura 51. Hietograma de projeto para $T = 25$ anos, duração da chuva de 120 min e instante de ocorrência da intensidade de chuva máxima de 60 min.



Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

Tabela 10. Coeficientes de deflúvio das áreas de influência da sub-bacia XII-5

Isócronas		Tempo de concentração em minutos		
		10	20	30
Área da Isócrona (ha)		85,58	259,82	75,37
Lotes	%	24	64	72
	C	0.5	0.5	0.5
Vias	%	6	16	18
	C	0.9	0.9	0.9
Áreas públicas	%	70	20	10
	C	0.1	0.1	0.1
C composto		0.24	0.48	0.53
C médio (Sub-bacia)		0.44		

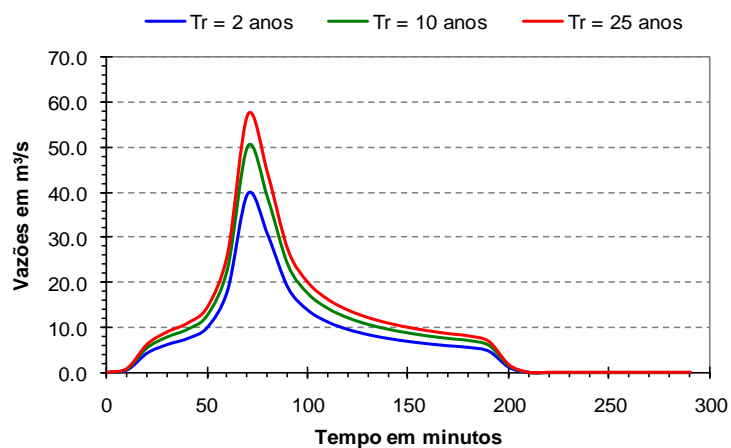
Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

Figura 52. Bacia XII-5 e linhas isócronas



Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

Figura 53. Hidrograma gerado na sub-bacia XII-5



Fonte: L R Engenharia. Relatório de estudos hidrológicos do plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Urbanas de Natal/RN, 2009.

4.1.5.2. Hidrogeologia

As principais características que contribuem para o reconhecimento de um dado sistema aquífero correspondem aos tipos litológicos, os parâmetros hidrodinâmicos dos meios insaturado e saturado, as características do fluxo d'água subterrâneo, bem como a condição na qual o armazenamento d'água está ocorrendo no aquífero.

Tais características condicionam a ocorrência de aquíferos dos tipos confinado, semi-confinado, livre ou semi-livre. Em conjunto, tais características corroboram para a definição do modelo hidrogeológico conceitual de uma dada região, considerando a estrutura hidrogeológica e o funcionamento hidráulico de um dado sistema aquífero.

a. Hidrogeologia regional

O Estado do Rio Grande do Norte é subdividido regionalmente nas seguintes unidades hidrogeológicas: a Bacia Potiguar, a Bacia Costeira PE/PB/RN, os Depósitos Aluviais, os Depósitos de Dunas e o Embasamento Cristalino (HIDROSERVICE, 1997).

A área estudada encontra-se regionalmente inserida no contexto da Bacia Costeira PE/PB/RN. No Estado do Rio Grande do Norte (RN), tal bacia sedimentar localiza-se ao longo de uma estreita faixa que bordeja o litoral Leste, exibindo largura média de cerca de 30,0 km. O limite com o Estado da Paraíba caracteriza o limite Sul dessa bacia sedimentar no RN, tendo ainda como limites Leste e Oeste a linha de costa e as rochas do embasamento cristalino, respectivamente. O limite ao Norte se dá com a Bacia Potiguar, o qual é bastante discutido em função da inexistência de evidências claras da ligação entre as Bacias Potiguar e Costeira.

A principal unidade hidrogeológica da Bacia Costeira PE/PB/RN corresponde ao aquífero Barreiras, o qual é representado pelos sedimentos que compõem o grupo geológico homônimo.

a.1. Características do Aquífero Barreiras na Bacia Costeira PE/PB/RN

O aquífero Barreiras corresponde aos sedimentos clásticos (arenitos argilosos a pouco argilosos, argilitos e siltitos) pertencentes ao grupo Barreiras, com área de ocorrência na bacia costeira Leste do Estado do Rio Grande do Norte, além de algumas ocorrências localizadas do na porção Norte da Bacia Potiguar e no interior do Estado RN. Ao contrário da bacia costeira Leste do RN, as ocorrências do grupo Barreiras existentes na porção Norte da Bacia Potiguar e no interior do Estado RN não apresentam grandes potencialidades hidrogeológicas.

De um modo geral, tal aquífero é considerado como do tipo livre, com presença de alguns trechos tipicamente confinados a semi-confinados. Na parte basal desse aquífero os litotipos são tipicamente compostos por sedimentos quartzosos médios a grossos, pouco argilosos, ao passo que em direção ao topo tais sedimentos tornam-se mais argilosos.

Os estudos realizados pelo IPT (1982) mostraram que na faixa costeira Leste do Estado do Rio Grande do Norte o aquífero Barreiras comporta-se de forma diferente de Sul para Norte. Ao Norte, os sedimentos do grupo Barreiras, juntamente com os sedimentos aluvionares e dunares, formam um sistema aquífero único, normalmente do tipo livre. Nessa região, os sedimentos do grupo Barreiras apresentam pouco a médio conteúdo argiloso. A partir de Natal/RN, em direção ao Sul, os sedimentos do grupo Barreiras mostram um acentuado aumento de conteúdo argiloso na sua porção superior, de forma bastante heterogênea. Essa disposição apresentada ao Sul de Natal/RN confere ao sistema aquífero um caráter extremamente anisotrópico. Estudos realizados na região de Natal por Melo (1995) caracterizam o sistema aquífero de tal região como formado pelas dunas e sedimentos do grupo Barreiras, formando um sistema único, do tipo livre, com semi-confinamentos localizados.

Sob o ponto de vista hidroestratigráfico na área de ocorrência na bacia costeira Leste do Estado do Rio Grande do Norte, o aquífero Barreiras normalmente ocorre depositado sobre arenitos com cimentação ou matriz calcífera de idade cretácea, o qual constitui-se no substrato impermeável basal desse aquífero. Sobre as rochas que compõem o grupo Barreiras, pode ser observada a ocorrência de sedimentos quaternários inconsolidados ou pouco consolidados correlacionados aos sedimentos

dunares, sedimentos de praias, sedimentos da formação Macaíba (Pleistoceno) ou mesmo sedimentos aluvionares.

De um modo geral, as águas hospedadas nesse aquífero mostram uma salinidade total muito baixa (IPT, 1982). As águas que mostram valores de sólidos totais dissolvidos de até 100,0 mg/L são observadas em cerca de 70% da faixa costeira leste do Estado (IPT, op. cit.).

Considerando-se as informações regionais existentes sobre a Bacia Costeira PE/PB/RN, pode-se inferir que as rochas Tércio-quaternárias do grupo Barreiras estão depositadas em discordância erosiva/deposicional sobre rochas cretáceas compostas por termos carbonáticos e clásticos. Estas últimas estão depositadas discordantemente sobre o embasamento cristalino pré-Cambriano da referida bacia costeira (Figura 54).

Figura 54. Litoestratigrafia simplificada da região de Natal-RN (bacia costeira).

ERA	PERÍODO	ÉPOCA	FORMAÇÕES		LITOLOGIA
Cenozóico	Quaternário	Holoceno	Praias, dunas recentes móveis e fixas.		Areias eólicas brancas a amareladas, por vezes em tons de cinza, com concreções ferruginosas. Por vezes apresenta granulometria de silte.
		Pleistoceno	Grupo Barreiras	Fm. Macaíba	Sedimentos pouco ou inconsolidados, arenosos, areno-argilosos, cores claras.
	Terciário	Plioceno		Fm. Guararapes	Idem, muito argilosos e de cores variegadas.
		Eoceno		Fm. Serra do Martins DISCORDÂNCIA	Sedimentos mal selecionados, arenosos a conglomeráticos, silicificado em alguns trechos.
Mesozóico	Cretáceo	Superior	Calcário		Calcários a arenitos calcíferos.
			Arenito DISCORDÂNCIA		Arenitos mal selecionados, finos a grossos, esbranquiçados, por vezes silicificados.
Pré-cambriano	Pré-cambriano		Embasamento cristalino		Rochas intrusivas, suítes plutônicas ± supracrustais de diferentes gerações.

Fonte: Elaboração própria, 2009.

a.2. Potenciometria do Aquífero Barreiras na região Sul de Natal-RN

Desde a década de 1970 foram realizados alguns estudos sobre a hidrogeologia do município de Natal como um todo. Além destes, também foram desenvolvidos vários estudos pontuais ao longo do tempo, os quais são voltados para a avaliação das condições de exploração ou de avaliação da qualidade das águas do aquífero Barreiras no município.

Em todos os estudos realizados foram efetuadas várias discussões sobre o modelo hidrogeológico mais representativo para o aquífero Barreiras na região de Natal.

Os primeiros estudos desenvolvidos consideraram que as dunas e as rochas do grupo Barreiras formavam aquíferos individualizados, com possibilidade de ocorrência de comunicação hidráulica entre essas unidades hidroestratigráficas, formando um sistema aquífero muito anisotrópico.

O estudo mais recente considerando as características hidrogeológicas reinantes na região sul do município de Natal foi desenvolvido por Melo (1995). Nesse trabalho, o autor considera que as dunas e as rochas do grupo Barreiras formam um sistema hidráulico único, tendo atribuído ao conjunto a designação de *Sistema Aquífero Dunas-Barreiras*. Tal sistema foi caracterizado como muito complexo e indiferenciado, comportando-se predominantemente como do tipo livre. Nesse contexto, as dunas exerceriam apenas a função de transferência das águas de infiltração em direção aos estratos inferiores de constituição arenosa do grupo Barreiras. O mesmo autor assume uma elevada potencialidade hidrogeológica de tal sistema aquífero, atribuída a uma elevada taxa de infiltração da ordem de 45%. Foi feita ainda uma indicação da zona de recarga do referido sistema aquífero, a qual seria composta pela região localizada entre os bairros de Planalto, San Vale e Ponta Negra. As lagoas existentes na área estudada por Melo (op. cit.) foram consideradas como fontes de recarga do sistema aquífero acima citado, sendo a origem das mesmas condicionada à presença de aquíferos suspensos.

a.3. Potenciometria do Sistema Aquífero Dunas-Barreiras

O mapa potenciométrico construído por Melo (1995) para a região sul de Natal descreve as principais características do padrão de escoamento das águas subterrâneas no Sistema Aquífero Dunas-Barreiras (Figura 55).

A configuração das linhas equipotenciais denota a ocorrência de um alto potenciométrico nas imediações do bairro de San Vale (SW da zona Sul de Natal), o qual corresponde à zona de recarga do sistema aquífero supracitado, a partir da infiltração de precipitações pluviométricas. A partir dessa região é observada a

ocorrência de três divisores d'água subterrânea que condicionam um fluxo d'água subterrâneo divergente, segundo três frentes de escoamento principais: a frente de escoamento costeira; a frente de escoamento Potengi; a frente de escoamento Pitimbu (Figura 55).

A **frente de escoamento costeira** localiza-se a Leste da zona de recarga, a qual caracteriza-se pela ocorrência de fluxo d'água subterrâneo em direção ao Oceano Atlântico, o qual corresponde nesse setor a uma das zonas de descarga desse sistema aquífero. Nesse setor, as águas subterrâneas escoam em direção ao mar segundo gradientes hidráulicos da ordem de 0,66% (Melo 1995).

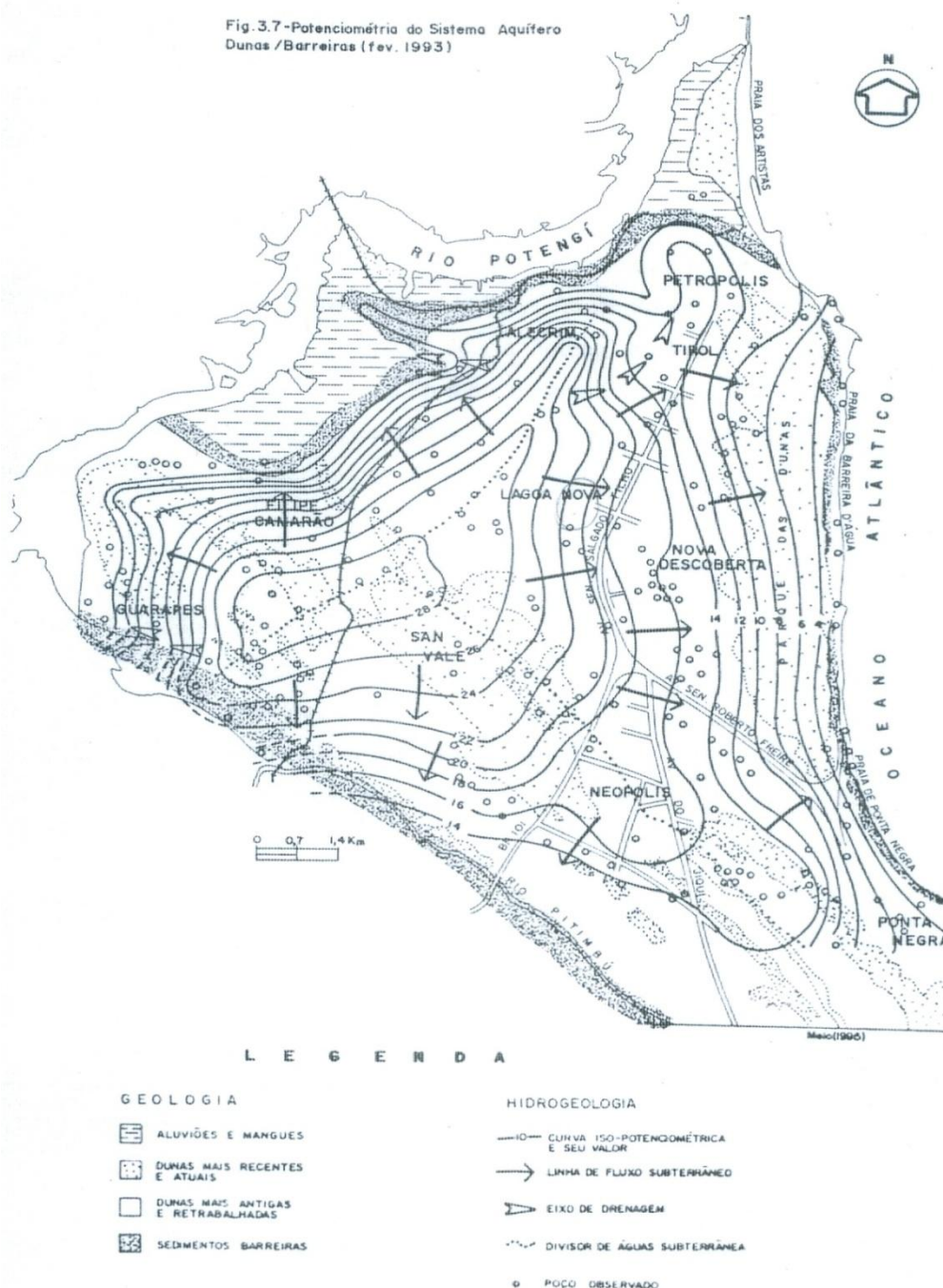
A **frente de escoamento Potengi** está localizada a N/NW da zona de recarga, sendo caracterizada por fluxos d'água subterrâneos em direção ao rio Potengi. Esse contexto hidrogeológico aponta o referido dreno superficial como uma importante zona de descarga do sistema aquífero Dunas-Barreiras, o que contribui para a sua perenização. Nessa frente de escoamento as águas subterrâneas fluem em direção ao rio Potengi com gradientes hidráulicos da ordem de 1,2%, em média (Melo op. cit.).

A **frente de escoamento Pitimbu** localiza-se ao Sul da zona de recarga, com a ocorrência de fluxo d'água subterrâneo em direção ao rio Pitimbu. Assim como o rio Potengi, o rio Pitimbu pode ser considerado como uma importante zona de descarga do sistema aquífero Dunas-Barreiras, também contribuindo para a sua perenização. Nessa frente de escoamento as águas subterrâneas fluem em direção ao rio Pitimbu com gradiente hidráulico médio de 0,66% (Melo op. cit.).

Melo (1995) ainda informa que as curvas equipotenciométricas obtidas para a Figura 55 foram obtidas considerando as alturas potenciométricas dos poços de captação d'água monitorados em condições de equilíbrio, ou seja, com interrupção do bombeamento do poço a ser medido e dos poços mais próximos, com posterior medição das profundidades do nível d'água após a recuperação das cargas hidráulicas. Mesmo assim, o autor ainda observou que as equipotenciais apresentavam algumas inflexões, o que pode ser o reflexo da influência dos bombeamentos dos poços mais afastados dos pontos de observação dos níveis d'água. As medições das profundidades dos níveis d'água foram efetuadas nos

poços de captação da Companhia de Águas e Esgotos do RN (CAERN) existentes em várias captações da zona sul de Natal.

Figura 55. Mapa potenciométrico do Sistema Aquífero Dunas-Barreiras na zona sul da cidade de Natal/RN (fevereiro/1993). Modificado de Melo (1995).



Fonte: Adaptado de Melo (1995).

b. Características Hidrogeológicas da Área

Neste item será efetuada uma descrição das principais características hidrogeológicas da área destinada à implantação do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO. Tal empreendimento inclui os espaços destinados para a construção do estádio de futebol e da área de estacionamento anexa ao mesmo para uso na Copa do Mundo de Futebol a ser promovida pela *Fédération Internationale de Football Association* (FIFA) em 2014 no Brasil, sendo a cidade de Natal uma das sedes do evento.

A área onde se pretende instalar esses empreendimentos (estádio de futebol e estacionamento) está localizada na região central da cidade do Natal, mais especificamente no bairro de Lagoa Nova.

A consulta bibliográfica prévia à elaboração deste Relatório Ambiental Simplificado (RAS) identificou a existência de informações hidrogeológicas sobre a área onde hoje se localiza o Centro Administrativo do Governo Estadual do Rio Grande do Norte. As informações existentes compreendem 09 (nove) poços de captação d'água subterrânea da CAERN compondo a Captação de Lagoa Nova I, com seus respectivos perfis litológicos e construtivos, além de mapa potenciométrico e testes de bombeamento realizados nos poços da captação, com indicação de parâmetros hidráulicos do aquífero na área do Centro Administrativo.

Tais informações podem perfeitamente ser extrapoladas para a área adjacente onde hoje se localizam o Estádio João Cláudio de Vasconcelos Machado (conhecido como Machadão), bem como o Ginásio Poliesportivo Humberto Nesi (conhecido como Machadinho), já que ambos se localizam a cerca de 200,0m do Centro Administrativo (Figura 56). Para a região onde se localizam o Machadão e o Machadinho não foram obtidas informações específicas sobre o contexto hidrogeológico.

b.1. Litologia

Segundo PLANAT (1977), a análise dos perfis litológicos dos poços da captação de Lagoa Nova I permite a identificação de três unidades hidroestratigráficas compondo o sistema aquífero da área, descritas a seguir da base para o topo:

b.1.1. Arenitos calcíferos

Correspondem ao substrato do aquífero Barreiras na área. São constituídos por arenitos finos a médios, ligeiramente calcíferos, ou calcários arenosos, com tonalidades cinza e marrom. Esses litotipos normalmente ocorrem em profundidades superiores aos 80,0m na área estudada e são correlacionados à sequência infra-Barreiras, de idade cretácea.

b.1.2. Grupo Barreiras

Os litotipos dessa unidade hidroestratigráfica ocorrem sobrepostos aos arenitos calcíferos, compondo uma sequência de rochas clásticas formadas por arenitos finos a grossos, com conteúdo variável de argilas formando a matriz das mesmas, além de siltitos e argilitos.

O detalhamento da análise dos perfis litológicos dos poços da captação de Lagoa Nova I permite segregar as rochas do grupo Barreiras em duas unidades. A unidade mais basal, depositada diretamente sobre os arenitos calcíferos, é composta por arenitos finos a grossos, por vezes conglomeráticos, com poucas intercalações argilosas, de coloração esbranquiçada a amarelada, ocorrendo normalmente entre 30,0 e 80,0m de profundidade. A unidade superior do grupo Barreiras é formada por arenitos argilosos, argilitos arenosos, siltitos e argilitos, de coloração variegada, variando do creme ao vermelho, ocorrendo normalmente entre 15,0 e 30,0m de profundidade (PLANAT 1977).

Carvalho Jr. (2001) subdividiu informalmente essas unidades como unidades Barreiras superior e Barreiras inferior, que são compostas, respectivamente, pelos termos muito argilosos a argilosos e pelos termos arenosos pouco argilosos.

b.1.3. Sedimentos Dunares

Correspondem a areias finas a médias, homogêneas e de composição quartzosa, de idade quaternária, que recobrem toda a sequência sedimentar descrita anteriormente. Ocorrem desde a superfície do terreno até profundidades da ordem de 15,0m.

4.1.5.3. Dimensões e limites

Segundo Melo (1995), regionalmente os sedimentos dunares e as rochas do grupo Barreiras formam um sistema aquífero único, muito complexo e indiferenciado, designado de Sistema Aquífero Dunas-Barreiras. Este aquífero normalmente comporta-se como do tipo livre, com semi-confinamentos localizados. Nesse cenário, os sedimentos dunares funcionam como uma unidade de transferência das águas de infiltração para acumulação nos estratos arenosos do grupo Barreiras.

Localmente, a variação lateral de fácies do grupo Barreiras pode provocar a ocorrência de confinamentos bastante restritos. Um exemplo clássico desse contexto foi estudado por Carvalho Jr. (2001) nos bairros de Ponta Negra e Pirangi, localizados na zona sul de Natal. Na região de Ponta Negra a porção superior do grupo Barreiras é composta por arenitos com conteúdo argiloso moderado, permitindo que as águas de chuvas se infiltrem através das dunas e sejam acumuladas na porção inferior dessa unidade hidroestratigráfica, caracterizando na área um aquífero do tipo livre formado pelas dunas e rochas do grupo Barreiras. Em direção ao bairro de Pirangi (a oeste de Ponta Negra) ocorre uma brusca variação lateral de fácies da unidade superior do grupo Barreiras para argilitos e siltitos, culminando na ocorrência localizada de duas unidades aquíferas: as Dunas formando um aquífero livre; a porção inferior do grupo Barreiras compondo um aquífero confinado a semi-confinado.

Figura 56. Mapa de localização dos poços da captação de Lagoa Nova I da CAERN

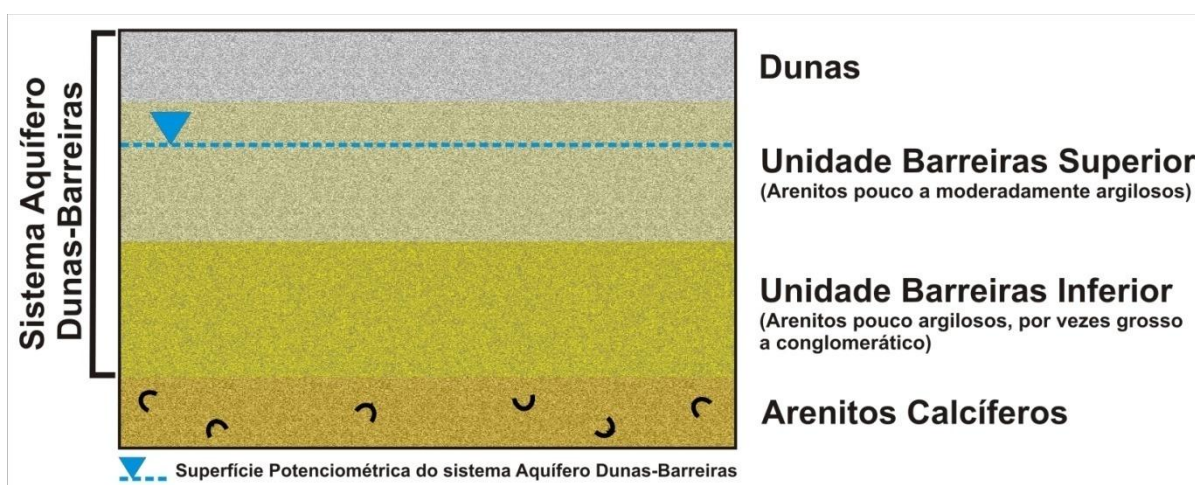


Fonte: Adaptado da CAERN, 2009.

Na região de Lagoa Nova, onde se pretende instalar o ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, os dados constantes nos trabalhos de Melo (1995) e PLANAT (1977) apontam para a ocorrência de um aquífero único, do tipo livre, formado pelas Dunas e rochas do grupo Barreiras. Na área estudada, a porção superior do grupo Barreiras é composta predominantemente por arenitos com conteúdo arenoso moderado e algumas intercalações de lentes argilosas. Nesse contexto, os sedimentos dunares funcionam como uma unidade de transferência das precipitações pluviométricas para serem acumuladas na porção inferior do grupo Barreiras.

Com isso, pode-se estabelecer dimensões e limites para o sistema aquífero Dunas-Barreiras na área estudada (região do Centro Administrativo, estádio Machadão e ginásio Machadinho). Segundo PLANAT (1977), isoladamente nessa área, a espessura útil de arenitos pouco argilosos do grupo Barreiras para a acumulação e produção de águas subterrâneas pode ser estimada como variando entre 30,0m e 48,0m. Considerando-se este sistema aquífero como do tipo livre, pode-se propor como limite inferior os arenitos calcíferos de idade cretácea e como limite superior a superfície freática desse aquífero, considerando a sua variação sazonal. A Figura 57 ilustra um modelo hidrogeológico conceitual simplificado para a área estudada.

Figura 57. Modelo hidrogeológico conceitual para a área do Centro Administrativo, Estádio Machadão e Ginásio Machadinho



Fonte: FUNDEP. RAS, 2009.

4.1.5.4. Potenciometria da área

Segundo o mapa potenciométrico produzido por Melo (1995), a região do bairro de Lagoa Nova e, mais especificamente, a área da captação Lagoa Nova I da CAERN localizada no Centro Administrativo, nas adjacências do estádio Machadão e do ginásio Machadinho, está inserida na frente de escoamento costeira (Figura 55). Nesse setor da cidade do Natal o fluxo d'água subterrâneo do sistema aquífero Dunas-Barreiras se dá em direção ao oceano Atlântico, que corresponde à zona de descarga do referido aquífero.

Na área da captação de Lagoa Nova I, Melo (op. cit.) verificou a influência do bombeamento dos poços dessa captação na superfície potenciométrica do sistema aquífero Dunas-Barreiras, localmente (Figura 58). O mapa potenciométrico produzido para a região envolvendo as captações da CAERN de Lagoa Nova I, Lagoa Nova II e parte da captação Dunas mostrou que a superfície potenciométrica apresentava-se em março de 1994 com depressões nas regiões adjacentes às captações supracitadas. Este comportamento foi explicado pelo autor como sendo relacionado aos cones de rebaixamento produzidos pelos bombeamentos nas baterias dos poços de captação, modificando as condições naturais de escoamento. Porém, o mapa potenciométrico da área ainda mostrava uma tendência geral do fluxo d'água subterrâneo similar ao contexto regional, ou seja, em direção ao mar (Figura 58).

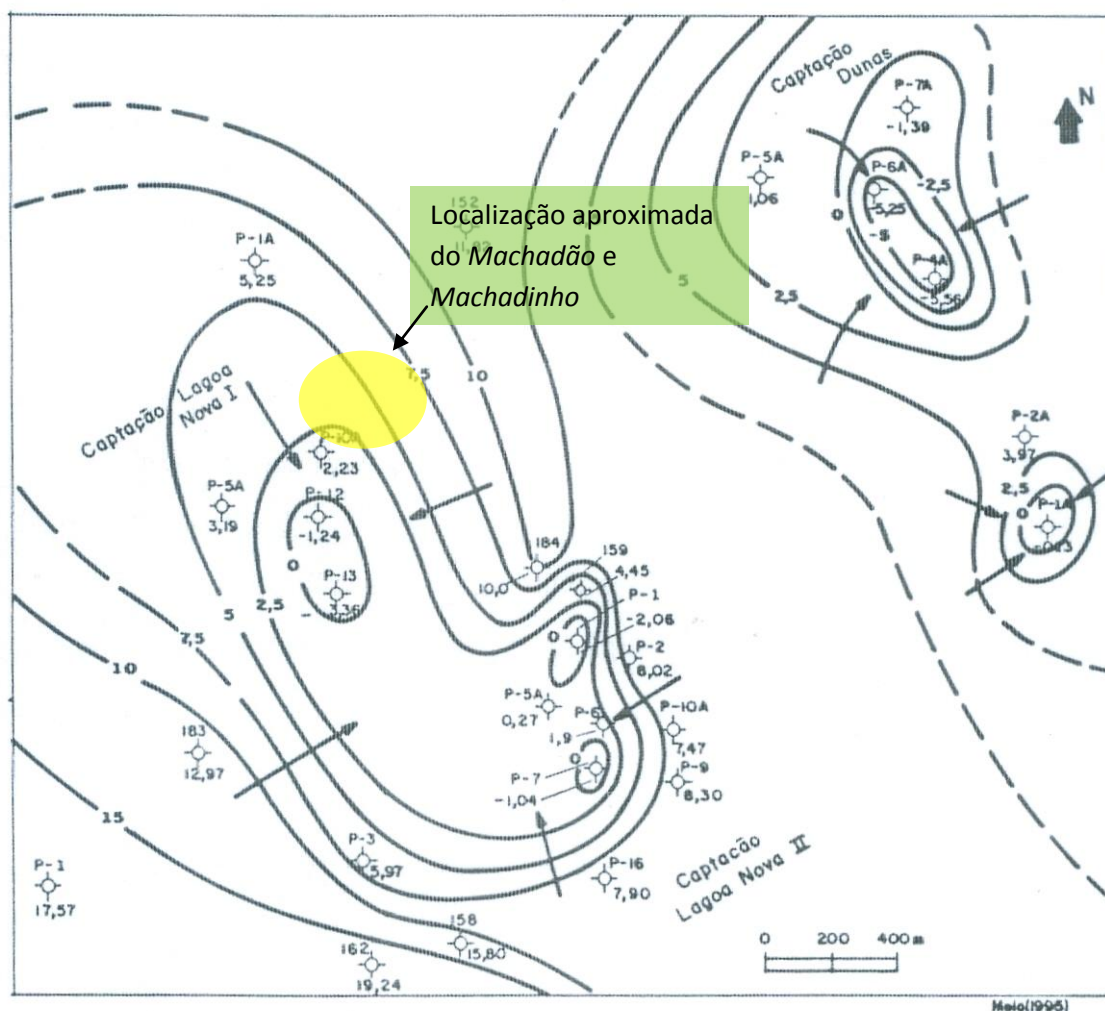
Melo (1995) ainda produziu uma seção hidrogeológica de direção aproximada E-W, cruzando a região do Centro Administrativo (Figura 59). Essa seção mostra as relações existentes entre as cargas hidráulicas do sistema aquífero Dunas-Barreiras e estruturação hidrogeológica reinante na área estudada. Observa-se que as cargas hidráulicas medidas nos poços monitorados ajustam-se a uma mesma superfície potenciométrica, inclinada em direção ao mar. Isto ratifica a tendência de migração do fluxo d'água subterrâneo em direção ao mar, conforme já observado no mapa potenciométrico regional e local da área do Centro Administrativo. Observa-se também nessa seção hidrogeológica a ocorrência da Lagoa do Centro Administrativo (imediações dos poços P-2A e P-13 – vide Figura 59), cuja ocorrência e relacionamento com as águas subterrâneas do sistema aquífero Dunas-Barreiras será descrita posteriormente no **Capítulo 1.2.6.**

4.1.5.5. Condições de recarga e descarga

O sistema aquífero que ocorre na área estudada é considerado, com base nos estudos realizados, como do tipo livre. Nesse contexto, a recarga do mesmo se processa através da infiltração vertical das precipitações pluviométricas através das dunas, com acumulação das águas na porção inferior do grupo Barreiras, que forma a unidade aquífera com potencial para acumular e produzir água subterrânea na área estudada.

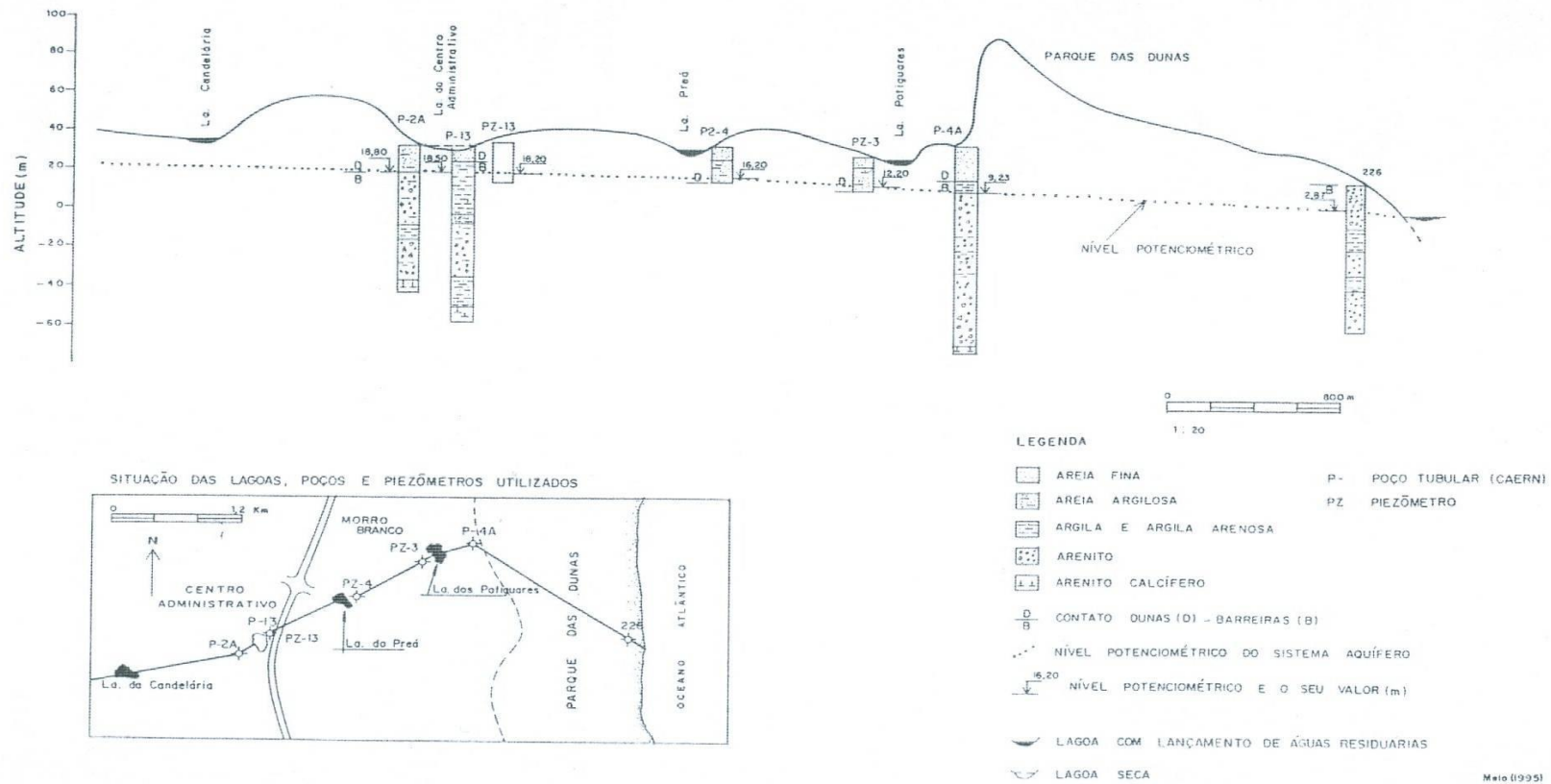
Nesse setor da cidade, segundo dados de Melo (1995), o fluxo d'água subterrâneo do sistema aquífero Dunas-Barreiras se processa segundo uma frente de escoamento que descarrega suas águas em direção ao mar (Figuras 55 e 57).

Figura 58. Mapa potenciométrico da área do Centro Administrativo do Estado do RN e adjacências. Observar localização aproximada do estádio Machadão e ginásio Machadinho. Notar depressões da superfície potenciométrica do sistema aquífero Dunas-Barreiras nas imediações das captações da CAERN devido ao bombeamento dos poços.



Fonte: Modificado de Melo, 1995.

Figura 59. Seção hidrogeológica cruzando a região do Centro Administrativo e imediações do estádio Machado e ginásio Machadinho.



Fonte: Modificado de Melo, 1995.

4.1.5.6. Características hidrodinâmicas da área

A única fonte de informação confiável que pode ser disponibilizada na área trata-se de uma bateria de poços da CAERN, dispersos dentro da área do Centro Administrativo do Estado do RN, denominada de Captação Lagoa Nova I, cuja água é aduzida aos Reservatórios R-4 e R-5 situados respectivamente nos bairros do Alecrim e Lagoa Nova.

Estes poços foram perfurados no ano de 1977, no âmbito de um contrato de consultoria com a empresa PLANAT, sendo que alguns deles foram substituídos (P-2, P-5, P-8 e P-10) pela CAERN em 1984, utilizando-se de novas tecnologias da perfuração, visando aumentar a capacidade de produção. Entretanto, os dados dos testes de produção dos poços só foram avaliados e interpretados no ano de 1989 e constam de Relatório Técnico interno da CAERN, elaborado em maio do mesmo ano.

De acordo com o mencionado relatório, os dados coletados durante os testes de bombeamento, foram interpretados pelo método da transmissividade equivalente, com o emprego da equação de De Glee, com correção das perdas não lineares. A escolha deste método foi fundamentada, ainda segundo relatório da CAERN, na análise dos perfis litológicos e construtivos dos poços, além do fato dos rebaixamentos em todos os ensaios estabilizarem ou mostrarem uma forte tendência a estabilização ao final dos testes. Em função dos resultados coletados obteve-se uma transmissividade (T) média da ordem de $8,94 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ e condutividade hidráulica (K) média de $1,712 \times 10^{-4} \text{ m/s}$.

Posteriormente, Melo (1995) em trabalho realizado para a CAERN, no âmbito da zona sul de Natal, reavaliou os parâmetros hidrodinâmicos das principais captações que abasteciam a Zona Sul de Natal. Para tanto, o referido autor realizou testes de aquífero com dispositivo de poço de observação, encontrando os seguintes parâmetros hidráulicos para o Sistema Aquífero Dunas-Barreiras na região da Captação Lagoa Nova I: $T = 1,33 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ e $K = 2,96 \times 10^{-4} \text{ m/s}$. Como pode ser observado, os valores de transmissividade diferem em ordem de grandeza dos obtidos pela CAERN em 1989. Entretanto, os resultados de Melo (1995) foram

baseados em avaliações mais criteriosas, inclusive com o auxílio de teste de aquífero, o que confere aos valores obtidos uma confiabilidade muito maior.

Assim sendo, considera-se os valores de transmissividade (T) e condutividade hidráulica (K) assumidos no trabalho de Melo (1995) como mais confiáveis para o Sistema Aquífero Dunas-Barreiras na área da captação de Lagoa Nova I. Esta área é circunvizinha à localização do empreendimento objeto do presente estudo, de forma que os parâmetros hidráulicos obtidos por Melo (1995) também podem ser considerados como representativos para área do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO. Desde já, percebe-se a necessidade de reavaliação desses parâmetros hidráulicos em trabalhos futuros, considerando a execução de testes de aquífero com dispositivo de poço de observação no interior da área do empreendimento.

4.1.5.7. Interação das águas subterrâneas e superficiais

A área em estudo pode ser caracterizada como um baixo topográfico, que não raramente condiciona a formação de lagoas no município de Natal, no período de chuvas intensas. Segundo dados históricos relatados sobre a região, naquela área havia a formação de uma lagoa de caráter temporário, denominada de Lagoa Nova, e que inclusive serviu de nome ao bairro.

Os dados disponíveis no tocante a profundidade do nível d'água (lençol freático) dizem respeito aos poços da bateria de Lagoa Nova I pertencentes a CAERN, a qual é composta por nove poços de captação situados dentro dos limites do Centro Administrativo do Estado do RN, os quais apresentavam à época da sua construção um nível estático mínimo de 5,495m (Poço 11) e máximo de 13,00m (Poço 08A), com uma média aproximada de 10,00m.

Considerando que trabalhos anteriores (Melo 1995) e mesmo estudos mais recentes admitem um modelo hidrogeológico conceitual no qual o aquífero se comporta como livre, compondo um sistema único, complexo e indiferenciado, formado pelas Dunas e as rochas do grupo Barreiras, neste caso seria previsível que em épocas de maior pluviosidade ocorreria uma elevação do lençol freático, aflorando na área sob a

forma de pequenas lagoas. Porém, esse cenário não ocorre devido ao bombeamento contínuo (24 horas) dos poços da captação de Lagoa Nova I, os quais por serem relativamente próximos entre si provocam uma superposição dos cones de rebaixamento associado a cada poço bombeado, provocando conjuntamente um rebaixamento do lençol freático na área.

Apesar desta intensa exploração, no ano de 1986, onde há registros da ocorrência de índices pluviométricos de grande anomalia, foi registrada uma elevação do nível do lençol freático na área do Centro Administrativo devido à infiltração das águas das chuvas em subsuperfície, saturando o meio insaturado e provocando a formação de uma lagoa, cujas águas invadiram grande parte dos prédios que compõem o Centro Administrativo. Além disso, este evento provocou danos nos vestiários do estádio Machadão, causando diversos prejuízos tanto de natureza econômica como material ao Governo do Estado. Este fato foi agravado, uma vez que a elevação do lençol freático forçou a paralisação de alguns poços da Captação de Lagoa Nova I, facilitando ainda mais a elevação do nível d'água do lençol freático.

Pelo exposto, pode-se afirmar que a área do Centro Administrativo e adjacências pode ser susceptível a formação de lagoas, como reflexo da elevação do nível d'água do lençol freático em períodos de chuvas intensas. Fica evidente que a atual captação de Lagoa Nova I desempenha um papel importante no controle deste evento de formação de lagoas, atuando de forma decisiva na manutenção do rebaixamento do lençol freático em níveis seguros.

4.1.5.8. Caracterização da qualidade das águas subterrâneas na área

A partir de uma análise comparativa realizada a seguir, de maneira simplificada, dos resultados de análises físico-químicas disponíveis da água proveniente dos poços que compõem o sistema de captação d'água de Lagoa Nova I, pertencente à CAERN, situada nas adjacências da área onde se pretende instalar o ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO enfocam-se os resultados aqui discutidos relativos aos anos de 1984, 2008 e 2009, os quais foram obtidos a partir de resultados analíticos de monitoramento sistemático das águas subterrâneas dessa

captação pela CAERN, considerando os principais parâmetros utilizados como padrão de potabilidade pela Portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde, quais sejam: cloretos, dureza, condutividade elétrica, cálcio, sódio e nitrato.

Nesse contexto, será procedida uma análise da evolução temporal desses parâmetros desde 1984 até 2009, considerando a inter-relação entre as características do aquífero da área e o desenvolvimento urbano da região.

Em 1984, com mais de cinco anos de operação do sistema de captação d'água de Lagoa Nova I, quando praticamente não existia na área e adjacências um grande adensamento populacional e de construções, os dados das análises químicas dessa época mostraram teores de todos os parâmetros analisados dentro dos padrões de potabilidade exigidos pela Portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde.

Entre 1984 e 2009, os dados de relatórios internos da CAERN informam que todos os parâmetros analisados continuam dentro dos padrões de potabilidade, com exceção do íon nitrato. Para o nitrato (NO_3^-), observa-se que houve uma evolução dos teores desde 1984 até 2009. A título de exemplo, os teores de nitrato presentes nas águas dos poços Pt-08B e Pt-05A em 1984 eram, respectivamente, de 0,3 mg/L N- NO_3^- e 3,7 mg/L N- NO_3^- , mostrando que naquela época o aquífero da área possuía águas potáveis com relação ao íon nitrato, sendo minimamente atingido por ações antrópicas que pudessem contaminar as águas subterrâneas.

Considerando os dados de análises químicas internas da CAERN referentes ao mês de fevereiro de 2009, observa-se que houve uma evolução hidroquímica ao longo do tempo, principalmente com relação ao íon nitrato. As águas subterrâneas captadas pelos poços Pt-08B e Pt-05A atualmente apresentam teores de nitrato de 1,9 mg/L N- NO_3^- e 12,5 mg/L N- NO_3^- , respectivamente, segundo relatórios internos da CAERN.

Essa evolução dos teores do íon nitrato para valores acima do valor máximo permitido para potabilidade está intrinsecamente relacionada ao aumento do nível de urbanização na região estudada, devido à inexistência de coleta e tratamento de esgotos, os quais são infiltrados em direção às águas subterrâneas, contaminando-as principalmente com nitratos.

Esse processo de contaminação é ainda agravado pelo grande crescimento e adensamento populacional nas adjacências da área, com intenso processo de impermeabilização do solo, provocando a diminuição da infiltração das águas de chuvas na área e carreamento de materiais para a área, já que a mesma encontra-se em setor de topografia mais baixa.

Conforme informações de relatórios técnicos da CAERN, os outros poços da captação de Lagoa Nova I também apresentam essa mesma tendência, evidenciando um aumento da contaminação pelo íon nitrato ao longo do tempo. Porém, ainda existem poços que estão com teores de nitrato abaixo do padrão de potabilidade exigido pela portaria do Ministério da Saúde.

A empresa CAERN, concessionária do sistema de abastecimento de água de Natal, informou que procede a uma diluição das águas captadas com teores de nitrato acima do valor máximo para potabilidade permitido pela Portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde. Tal diluição é efetuada com águas provenientes de outros poços com teores de nitrato abaixo do valor máximo permitido para potabilidade, distribuindo água potável para a população através dos diversos reservatórios de distribuição existentes.

Os poços que possuem águas com teores elevados de nitrato elevados são desativados quando não é possível processar esse processo de diluição.

Considera-se fundamental que o empreendimento do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO possua redes coletoras do esgoto gerado, com condução do mesmo para sistemas públicos ou privados de tratamento e disposição final do esgoto tratado. Com isso, o empreendimento poderá ser considerado sustentável sob o aspecto de geração, coleta, tratamento e disposição final dos efluentes gerados, contribuindo para a minimização do problema de contaminação das águas subterrâneas do sistema aquífero Dunas-Barreiras por nitrato na região de Natal.

4.1.5.9. Vulnerabilidade natural do aquífero da área estudada à contaminação

Nesse item será efetuada uma análise simplificada do grau de vulnerabilidade do sistema aquífero Dunas-Barreiras caracterizado na área estudada, bem como os

riscos de contaminação associados às cargas poluentes existentes e que podem ser geradas com a construção do empreendimento.

a. Aspectos de atenuação de impactos oriundos de atividades antrópicas

O termo vulnerabilidade pode ser utilizado como sendo a susceptibilidade de um dado sistema aquífero em sofrer agressão ou impacto de poluentes resultantes de ações antrópicas desenvolvidas na superfície do solo, podendo provocar modificações na qualidade natural das águas subterrâneas através da poluição e/ou contaminação.

O meio aquífero apresenta diversos parâmetros físicos que podem propiciar uma atenuação ou incremento nos mecanismos de infiltração dos poluentes, tais como: condutividade hidráulica, conteúdo de umidade da zona não saturada, porosidade efetiva, distribuição do tamanho dos grãos e macroporos do material, mineralogia da zona não saturada, etc.. Conhecer os mecanismos de transporte e diagnosticar as transformações bio-físico-químicas são pontos críticos na avaliação dos riscos de contaminação das águas subterrâneas.

No caso de aquíferos não confinados ou freáticos, sobretudo nos lugares onde a zona não saturada é de pequena extensão e a superfície freática se encontra próximo à superfície do terreno, há uma preocupação maior no tocante à contaminação das águas subterrâneas.

Os aquíferos mais profundos e/ou altamente confinados encontram-se relativamente mais bem protegidos das fontes de poluição localizadas na superfície, a exceção de elementos poluentes muito persistentes que envolvem um longo tempo de trânsito até alcançarem tais aquíferos

a.1. Comportamento de contaminantes em aquíferos

Segundo Carvalho Jr. (2001), o transporte de contaminantes da superfície do terreno pela zona não saturada, até atingir o meio saturado e migrar segundo o fluxo d'água

subterrâneo, tende a ser um processo bastante lento em muitos sistemas aquíferos. Assim, dada a ocorrência de fontes potenciais de contaminação em superfície, mesmo com produtos persistentes e móveis, os efeitos dos mesmos somente serão notados em poços de produção ou de monitoramento de água subterrânea após certo período, que pode ser de meses, anos ou mesmo décadas. Diversos autores apontam que os perfis de solo, ou zona não saturada, podem funcionar de forma eficiente como atenuantes de um grande número de contaminantes da água subterrânea, agindo como verdadeiros sistemas de purificação de águas que recarregam os recursos hídricos subterrâneos.

Os principais processos que atuam como atenuantes de diversos contaminantes são os seguintes: diluição, retardação e eliminação. Tais processos são mais eficientes no meio não saturado, principalmente quando o material que o compõe o aquífero é consolidado e com conteúdo argiloso. Quando o material do meio insaturado é constituído de sedimentos não consolidados, os processos de atenuação de contaminantes podem ocorrer em maiores profundidades, porém em menor grau.

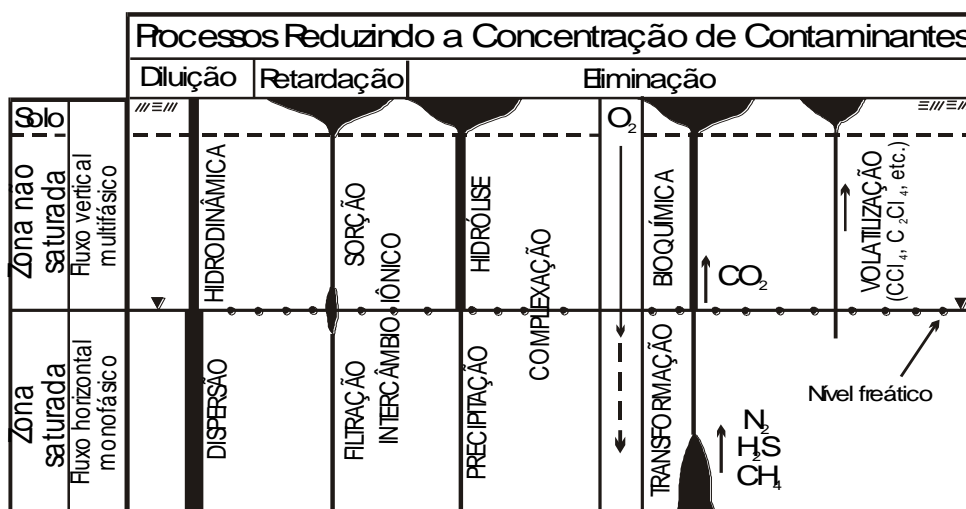
Supondo que um dado contaminante, por exemplo, aporte na zona não saturada, o processo de dispersão hidrodinâmica ao longo do fluxo das águas subterrâneas pode ocasionar diluição desses contaminantes (Foster & Hirata, 1993). A figura 60 resume os principais processos que atuam na atenuação de contaminantes. De um modo geral, o transporte de um dado soluto/contaminante em meio poroso pode ser relacionado aos mecanismos de dispersão hidrodinâmica, envolvendo fluxos advectivo, dispersivo e difusivo, além de interações sólido-soluto e reações químicas.

b. Análise dos riscos de contaminação e grau de vulnerabilidade de aquíferos

A metodologia para a análise das classes de vulnerabilidade do sistema aquífero Dunas-Barreiras na área estudada foi baseada no método proposto por Foster & Hirata (1993). Esse método considera a avaliação de três parâmetros referentes à capacidade de atenuação e inacessibilidade hidráulica dos poluentes (Figura 61):

- Tipo de ocorrência da água subterrânea (aqüífero livre, confinado, semi-confinado, surgente.): os valores obtidos são pontuados dentro de um intervalo que varia de 0,0 a 1,0;
- Classificação dos estratos acima da zona saturada do aqüífero em termos do grau de consolidação e caráter litológico: pontuado numa escala de 0,4 a 1,0;
- Determinação da profundidade do nível das águas subterrâneas ou topo de aqüíferos confinados: pontuado na escala de 0,4 a 1,0.

Figura 60. Principais processos de atenuação de contaminantes nas águas subterrâneas



*A espessura das linhas representa a importância do processo no solo, sobre o nível estático. As setas indicam desprendimento de gases ou uma menor presença de O₂.

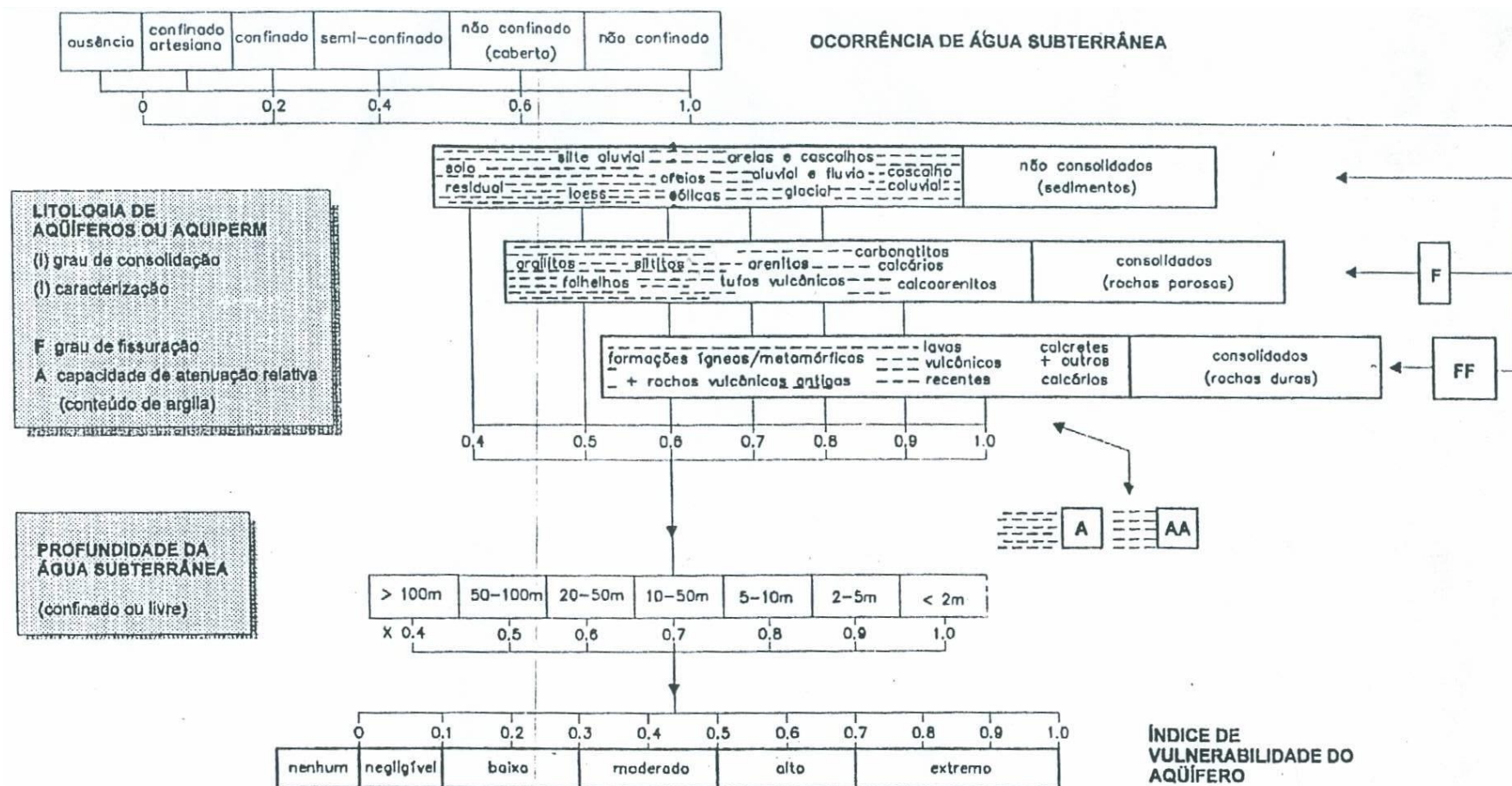
Fonte: Modificado de Foster & Hirata (1993).

Após a pontuação das três etapas acima é feito o produto dos valores obtidos, obtendo-se os índices de vulnerabilidade do aqüífero, os quais possuem os seguintes intervalos de significância (ver Figura 61):

- 0,0 – 0,1: NEGLIGÍVEL ou INSIGNIFICANTE – Material do aqüífero muito argiloso ou bem compactado, com fluxos verticais descendentes não significativos;

- 0,1 – 0,3: BAIXO - Vulnerável a contaminantes conservativos em longo prazo, quando continuamente e amplamente lançado;
- 0,3 – 0,5: MODERADO - Vulnerável a alguns poluentes, mas somente quando continuamente lançado;
- 0,5 – 0,7: ALTO - Vulnerável a muitos poluentes, exceto aqueles muito pouco móveis e pouco persistentes;
- 0,7 – 1,0: EXTREMO - Vulnerável a muitos poluentes, com rápido impacto em muitos cenários de contaminação.

Figura 61. Sistema de avaliação de vulnerabilidade de aquíferos



Fonte: Modificado de Foster & Hirata (1993).

c. Análise da vulnerabilidade e riscos de contaminação do sistema aquífero Dunas-Barreiras na área estudada

Conforme discutido anteriormente, foi identificado na área estudada a ocorrência de uma unidade aquífera individualizada, relacionada ao sistema aquífero Dunas/Barreiras (profundo, do tipo livre). O aquífero pode ser considerado como do tipo poroso, heterogêneo e anisotrópico, apresentando uma variação faciológica tanto no sentido vertical como horizontal.

O sistema aquífero Dunas-Barreiras é composto na área por arenitos mal selecionados, com matriz argilosa, intercalados com lentes de argilitos e siltitos. São recobertos por uma cobertura dunar constituída de areias fina a média, compondo um sistema aquífero único.

Com base nessas informações, foi efetuado um cálculo de índices de vulnerabilidade à contaminação do sistema aquífero Dunas-Barreiras para a área estudada. Para tanto, considerou-se como parâmetros mais confiáveis para uma análise da vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação os dados dos níveis estáticos dos poços da captação de Lagoa Nova I, pertencente à CAERN.

Considerando que não foi possível a medição de níveis estáticos atuais, representativos da condição de repouso de aquífero, devido ao funcionamento da captação de Lagoa Nova I, foram utilizados os dados de níveis estáticos medidos quando da construção dos 09 poços da referida captação. Tais dados foram obtidos em relatório técnico da CAERN (1989).

Conforme mostra a Tabela 11, a captação de Lagoa Nova I é composta atualmente por 09 (nove) poços tubulares, denominados de: Pt-01A, Pt-02A, Pt-05B, Pt-08B, Pt-10A, Pt-11A, Pt-12, Pt-13 e Pt-14 (ver localização na Figura 56). Destes, apenas o poço Pt-01A está localizado fora da área do Centro Administrativo do estado do RN. Os poços Pt-08B e Pt-11A estão desativados por problemas técnicos. A capacidade de exploração do sistema de captação atualmente é de 1.110,0 m³/h.

Tabela 11. Dados técnicos dos poços que compõem a captação de Lagoa Nova

Nº Atual	Captação	Endereços	X (m)	Y (m)	Prof.	NE	ND	Diâm.	Q (m³/h)
P01A	Lagoa Nova I	Rua Marcilio Furtado, 1284 – Lagoa Nova	254782	9356089	97,09	28,4	31,28	9 5/8"	150
P02A	Lagoa Nova I	Centro Administrativo – Lagoa Nova	254742	9354969	73,25	10,29	26,49	9 5/8"	110
P05B	Lagoa Nova I	Centro Administrativo – Lagoa Nova	254643	9355395	72,95	9,67	31,17	9 5/8"	100
P08B	Lagoa Nova I	Centro Administrativo – Lagoa Nova	255203	9355411	83,76	13	25,27	12"	180
P10A	Lagoa Nova I	Centro Administrativo – Lagoa Nova	254956	9355450	63,39	11,46	17,22	9 5/8"	90
P11A	Lagoa Nova I	Centro Administrativo – Lagoa Nova	255123	9355236	70	5,49	8,88	6"	50
P12	Lagoa Nova I	Centro Administrativo – Lagoa Nova	254953	9355217	150	9,5	16,6	8"	145
P13	Lagoa Nova I	Centro Administrativo – Lagoa Nova	255005	9355018	145	12	16	8"	145
P14	Lagoa Nova I	Centro Administrativo – Lagoa Nova	254563	9355126	150	8	16	8"	140

Prof. = Profundidade do poço (m); NE = Nível Estático (m); ND = Nível Dinâmico (m)

Fonte: CAERN, 1989.

Foi efetuada a análise de perfis litológicos dos nove poços da captação de Lagoa Nova I, inseridos dentro na área estudada, onde observa-se a ocorrência de sedimentos dunares e arenitos argilosos como as principais unidades estratigráficas posicionadas acima da zona saturada do aquífero na área. Com base nestes materiais geológicos, foi atribuída uma pontuação de 0,7 para os estratos acima da zona saturada do aquífero, em termos do grau de consolidação e caráter litológico.

Os níveis d'água estáticos naturais, medidos quando da construção dos poços de captação usados para a avaliação do grau de vulnerabilidade desse aquífero à contaminação, variou de 5,49m (poço Pt-11A) a 11,46m (poço Pt-10A). Considerando as premissas do método proposto por Foster & Hirata (op. cit.), tais profundidades permitiram a obtenção de pontuação variando de 0,7 a 0,8.

De posse dessas informações, considerando o aquífero da área como sendo do tipo livre, foi efetuado o cálculo do índice de vulnerabilidade do sistema aquífero Dunas-

Barreiras para a área estudada, considerando cada ponto d'água avaliado na área do Centro Administrativo. Foram obtidos valores variando de 0,42 a 0,56 (Tabela 12), permitindo caracterizar a vulnerabilidade à contaminação do sistema aquífero Dunas-Barreiras na área estudada e adjacências como variando de moderada a alta.

No setor compreendido entre os poços Pt-05B, Pt-11, Pt-12 e Pt-14, compreendendo a parte central da área da captação de Lagoa Nova I, a vulnerabilidade pode ser considerada como alta. No setor compreendido entre os poços Pt-10 e Pt-08B (porção nordeste da área da captação) e os poços Pt-02 e Pt-13 (porção sul da área da captação), áreas mais extremas da captação, foi constatada uma vulnerabilidade moderada com fortes tendência a alta (vide Tabela 12). Com base no exposto, pode-se considerar a vulnerabilidade do sistema aquífero Dunas-Barreiras na área como moderada a alta, com tendência a alta.

Assim, recomenda-se que os empreendedores e projetistas do complexo esportivo do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, que deverá abranger grande parte da área estudada, devem planejar adequadamente a construção do empreendimento, observando um dimensionamento adequado para os sistemas de escoamento e drenagens de águas superficiais, coleta, tratamento e destinação final de efluentes sanitários e outras instalações que por ventura possam constituir fontes de contaminação das águas subterrâneas.

Vale ressaltar que, conforme discutido no item 4.1.5.2, a área do Centro Administrativo se comporta como um receptor natural de águas provenientes de precipitações pluviométricas, já que a mesma localiza-se em cotas topográficas mais baixas. Além disso, caso ocorram índices pluviométricos anômalos há possibilidade de ocorrência de uma elevação da superfície potenciométrica do aquífero na área, fazendo com que o nível da água aflore formando lagoas, o que pode provocar inundações na região do Centro Administrativo e adjacências. Lembrando que um evento dessa natureza já ocorreu no ano de 1986, ocasionando uma inundação das instalações do Centro Administrativo. A formação dessas lagoas, com condução de cargas contaminantes para o interior das mesmas, constitui um cenário que pode aumentar mais ainda a vulnerabilidade do sistema aquífero Dunas-Barreiras à contaminação.

Tabela 12. Índices de vulnerabilidade calculados para o sistema aquífero Dunas-barreiras na área estudada

Ponto d'água	Pontuação			Índice de Vulnerabilidade para cada ponto d'água analisado
	Tipo de aquífero: livre	Litologia	Profundidade água subterrânea (m) / pontuação	
Pt01A	1	0,7	28,4/0,6	0,42
Pt02A	1	0,7	10,29/0,7	0,49
Pt05B	1	0,7	9,67/0,8	0,56
Pt08B	1	0,7	13/0,7	0,49
Pt10A	1	0,7	11,46/0,7	0,49
Pt11A	1	0,7	5,49/0,8	0,56
Pt12	1	0,7	9,5/0,8	0,56
Pt13	1	0,7	12/0,7	0,49
Pt14	1	0,7	8/0,8	0,56

Fonte: Elaboração própria, 2009.

4.1.5.10. Considerações

I – Regionalmente, a área pesquisada encontra-se inserida na Bacia Costeira PE/PB/RN. Na região de Natal, a principal unidade hidrogeológica corresponde ao sistema aquífero Dunas-Barreiras, conforme definido por Melo (1995). A área onde se pretende instalar o ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO localiza-se, mais especificamente, na frente de escoamento costeira;

II – O aquífero na área do Centro Administrativo e adjacências pode ser considerado como do tipo livre. Os sedimentos dunares funcionam como uma unidade de transferência das águas de chuva para acumulação nas rochas do grupo Barreiras. Em conjunto, tais unidades hidroestratigráficas compõem o sistema aquífero Dunas-Barreiras;

III – Os parâmetros hidrodinâmicos do aquífero na área, obtidos a partir da interpretação de testes de produção e aquífero, podem ser considerados como compatíveis com as características hidráulicas reinantes no sistema aquífero Dunas-Barreiras em toda a zona sul da cidade do Natal;

IV – A área pesquisada é susceptível à formação de lagoas como reflexo da elevação do nível d'água subterrâneo em períodos de alta pluviosidade, como ocorrido no ano de 1986. A captação de Lagoa Nova I da CAERN, situada no Centro Administrativo, desempenha um papel importante na manutenção do nível do lençol freático em profundidades seguras. Tal captação provoca um rebaixamento artificial do lençol freático, criando um espaço no meio insaturado para a infiltração de volumes de chuvas anormais, minimizando a possibilidade de formação de lagoas na região;

V – Com base nos dados disponíveis na época da perfuração dos poços da captação de Lagoa Nova I, a vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação pode ser considerada como moderada a alta, conforme metodologia proposta por Foster & Hirata (1993);

VI – A qualidade das águas subterrâneas do sistema aquífero Dunas-Barreiras na época da perfuração dos poços da captação de Lagoa Nova I era considerada como de excelente qualidade físico-química, servindo para todos os fins. Em função da vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação, da construção do Centro Administrativo, do incremento do nível de urbanização e da carência de coleta e tratamento de esgoto sanitário no bairro de Lagoa Nova, a qualidade dessas águas foi sendo deteriorada com o passar do tempo, estando atualmente com alguns poços da captação com concentrações do íon nitrato acima do valor máximo permitido para potabilidade, conforme a Portaria N° 518 do Ministério da Saúde.

4.2. Meio Biótico

4.2.1. Ecossistemas Terrestres

4.2.1.1. Metodologia do Diagnóstico Florístico e Faunístico

a. Flora

A região que compreende a Área de Influência da ARENA DAS DUNAS E SUAS ÁREAS DE ESTACIONAMENTO foi vistoriada para a caracterização florística. As espécies vegetais encontradas foram listadas e em seguida, fotografadas com câmera digital Sony Alpha 350 com lente SAL-1870 AF DT 18-70 mm e Sony Cyber-shot DSC-W110. Destaca-se como as espécies mais significativas o Pau-Brasil, Ipê-amarelo e Ipê-roxo que foram georreferenciadas com GPSmap 76CSx para construção de mapas. Para identificação das espécies foi consultada bibliografia especializada, tais como Brito *et al.*, 2006; Cestaro, 2002; Lorenzi & Souza, 2001; Lorenzi, 2002; Lorenzi *et al.*, 2006.

b. Fauna

Foram realizadas visitas para reconhecimento da área da ARENA DAS DUNAS E SUAS ÁREAS DE ESTACIONAMENTO e coleta de dados da fauna terrestre utilizando-se de entrevistas não estruturadas com funcionários do local, além das observações em campo realizadas na área de estudo.

Para registro fotográfico dos indivíduos foi utilizada uma câmera fotográfica digital Nikon D60 com lente Tamron 500 mm ou Nikon 18-55 mm e uma Sony Cyber-shot DSC-W110.

- **Anfíbios**

Para caracterizar a fauna de anfíbios, utilizou-se a metodologia de procura ativa em habitats presumíveis de encontrá-los, tais como lagoas temporárias, lagoas permanentes (Figura 62) e ambientes próximos.

Para identificação dos anfíbios foram utilizados guias fotográficos existentes, tais como, Bastos *et al.*, 2003; Freitas & Silva, 2004; Freitas & Silva, 2005. A lista taxonômica das espécies segue SBH (2009).

Figura 62. Área alagadiça próxima a uma lagoa por trás do posto de combustível do Centro Administrativo que margeia a Av. Senador Salgado Filho – BR-101 (A) e lagoa próxima ao Kartódromo da Av. Prudente de Moraes (B)



Fonte: Bruno França, 2009.

- **Répteis**

Os répteis foram inventariados utilizando-se da metodologia de procura ativa nos diferentes limites existentes na área de influência (Figura 63), bem como nos variados habitats existentes; como metodologia complementar, entrevistou-se funcionários dos diferentes setores do Centro Administrativo.

Para identificação dos répteis, foram utilizados guias fotográficos existentes, tais como Freitas, 2003; Freitas & Silva, 2005. A lista taxonômica das espécies segue Bérnills (2009).

Figura 63. Vegetação herbácea próxima ao Campo de Futebol do Centro Administrativo (A) e Vegetação herbácea com algumas arbóreas nas proximidades do Estádio João Machado (B)



Fonte: Denise Santana - A; Bruno França - B, 2009.

- **Aves**

Registramos na Área de Influência do empreendimento a presença de 46 espécies de aves que estão agrupadas em 25 famílias (Tabela 15). Mas para verificar se a riqueza de espécies encontrada na área condiz com a riqueza real (número total de espécies presentes na área de estudo) utilizamos a curva do coletor. Essa curva mostra como a riqueza de espécies da área se comporta com o aumento do esforço amostral. Então se a riqueza de espécies forma uma curva estabilizada, ou seja, à medida que se aumenta o esforço amostral não surge mais espécie. Então teoricamente a riqueza da área foi totalmente mensurada. Durante esse estudo, apesar do número de espécies ser representativo, a riqueza de aves da área parece ser maior que a observada, pois não houve estabilização da curva do coletor com o referido esforço amostral. Dessa forma é bem possível que a riqueza de aves na área seja maior. Dessa forma seria necessário um trabalho a longo prazo para atingir tal estabilização da curva (Figura 76).

Os registros foram baseados em contatos visuais e auditivos. Para a documentação dos registros utilizou-se gravador digital Marantz PMD660 acoplado a um microfone direcional Sennheiser ME66. Para fins de conferência, as gravações foram

depositadas no arquivo sonoro particular dos autores. Os pontos amostrais foram georreferenciados com o auxílio de um GPSmap 76CSx.

Durante a coleta de dados foi utilizado o método do transecto, percorrendo-se trilhas e/ou estradas no interior do Centro Administrativo. Em cada transecto percorrido anotou-se o número de indivíduos vistos e ouvidos pertencentes a cada espécie. Esse método embora não seja padronizado garante uma amostragem mais completa da riqueza de espécies de aves em áreas abertas.

Foram calculados alguns parâmetros de abundância como o número de indivíduos observado nas contagens de campo (abundância absoluta), frequência de ocorrência ($FO = No * 100 / Nt$, No= número de vezes que a espécie foi observada e Nt = número total de dias amostrados) que corresponde o número de vezes em que determinada espécie foi observada em relação ao número total amostrado e a abundância relativa ($Ab = ni * 100 / N$, ni= número de indivíduos de cada espécie e N= somatória de contato com aves na área de estudo).

- **Mamíferos**

Os dados sobre a ocorrência de mamíferos na área em questão foram baseados em procuras ativas pelos indivíduos ou por seus vestígios (rastros e/ou fezes), entrevistas realizadas com funcionários do Centro Administrativo e através de literatura especializada, dentre as quais Bianconi & Pedro, 2007; Fabian & Gregorin, 2007; Nogueira *et al.*, 2007; Varela-Freire, 1997; Zortéia, 2007.

4.2.1.2. Diagnóstico Florístico do Ecossistema Terrestre

Na área de estudo a composição florística encontra-se totalmente alterada por ação antrópica, estando completamente inserida em zona urbana e sob pressão da mesma. A gleba apresenta uma grande quantidade de espécies exóticas e invasoras, características de ambientes que sofrem tal ação. Portanto, não há formação que defina algum tipo de vegetação, tratando-se apenas de uma área com uma variedade de espécies, tanto herbácea e arbustiva quanto arbórea.

Identificaram-se durante o trabalho de campo 100 espécies de plantas que estão agrupadas em 41 famílias conforme Figura 64.

Figura 64. Plantas registradas na Área de Influência do Estádio das Dunas, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil

Família	Nome Científico	Nome Popular	Hábito
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	quebra-pedra	erva
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	cajueiro	arbóreo
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	mangueira	árvore
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	cajá	arbóreo
Anacardiaceae	<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	umbu	arbóreo
Annonaceae	<i>Annona squamosa</i> L.	pinha	arvoreta
Apocynaceae	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	mangaba	arvoreta
Apocynaceae	<i>Allamanda blanchetii</i> A.DC.	alamanda-roxa	arbusto
Apocynaceae	<i>Allamanda cathartica</i> L.	alamanda	arbusto
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	espirradeira	arbusto
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	coco	arbóreo
Arecaceae	<i>Copernicia prunifera</i> (Mill.) H.E.Moore	carnaúba	arbóreo
Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq	dendezeiro	árvore
Arecaceae	<i>Roystonea</i> sp.	palmeira-imperial	árvore
Arecaceae	<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	catolé	árvore
Asclepiadaceae	<i>Cryptostegia grandiflora</i> R. Br.	viúva-alegre	arbusto
Asteraceae	<i>Bidens bipinnata</i> L.	carrapicho	erva
Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	Ipê-amarelo, craibeira	arbóreo
Bignoniaceae	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl	ipê-roxo	árvore
Cactaceae	<i>Melocactus</i> sp.	coroa-de-frade	herbáceo
Casuarinaceae	<i>Casuarina</i> sp.	casuarina	árvore
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	embaúva	árvore
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	pau-pombo	árvore

Família	Nome Científico	Nome Popular	Hábito
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i> Benth.	oiti	árvore
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	castanhola	árvore
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	marianinha	erva
Commelinaceae	<i>Tradescantia pallida</i> (Rose) D.R. Hunt var. <i>purpurea</i> Boom	coração-roxo	erva
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Brown	salsa-da-praia	escandente
Convolvulaceae	<i>Ipomoea asarifolia</i> (Ders.) Roem. & Schult.	salsa	escandente
Convolvulaceae	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	jitirana-cabeluda	erva trepadeira
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	melão-de-são-caetano	herbácea trepadeira
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	capim	erva
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.	erva-de-santa-luzia	erva
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus phyllacanthus</i> Pax & K. Hoffm	faveleira	arbóreo
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur	urtiga	subarbusto ou arbusto
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	pinhão-roxo	arbusto
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	carrapateira	arbusto
Fabaceae	<i>Abarema</i> sp.	ingarana	árvore
Fabaceae	<i>Andira</i> sp.	angelim	árvore
Fabaceae	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	mororó	arbórea
Fabaceae	<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	pau-brasil	árvore
Fabaceae	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	jucá	arbórea
Fabaceae	<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth.	cunhã	erva trepadeira
Fabaceae	<i>Chamaecrista hispidula</i> (Vahl) H.S. Irwin & Barneby	melosa-da-praia	subarbusto
Fabaceae	<i>Crotalaria pallida</i> Aiton	guizo-de-cascavel	erva
Fabaceae	<i>Crotalaria retusa</i> L.	gergelim-bravo	subarbusto

Família	Nome Científico	Nome Popular	Hábito
Fabaceae	<i>Delonix regia</i> Raff	flamboyant	árvore
Fabaceae	<i>Erythrina indica</i> Lam. var. <i>picta</i> Hort.	brasileirinho	árvore
Fabaceae	<i>Indigofera hirsuta</i> L.	anileira	erva
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> Lam.	leucena	árvore
Fabaceae	<i>Mimosa</i> sp.	malícia	erva
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	jurema preta	arbóreo
Fabaceae	<i>Piptadenia moniliformis</i> Benth.	catanduva	arbóreo
Fabaceae	<i>Prosopis juliflora</i> (SW) D.C)	algaroba	arbóreo
Fabaceae	<i>Schrankia leptocarpa</i> DC.	malícia-roxa	subarbusto
Fabaceae	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H. S. Irwin & Barneby	mata-pasto-liso	subarbusto
Fabaceae	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	manjerioba	arbusto
Fabaceae	<i>Senna siamea</i> (Lam) H.S.	cássia-de-sião	árvore
Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i> L.	tamarindo	árvore
Lamiaceae	<i>Vitex rufescens</i> Juss.	maria-preta	árvore
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	abacate	árvore
Loranthaceae	<i>Struthanthus</i> sp.	erva-de-passarinho	hemiparasita
Malpighiaceae	<i>Byrsonima gardneriana</i> Juss.	murici-pitanga	arbustivo
Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i> Sessé & Moc. Ex DC.	acerola	arvoreta
Malvaceae	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	algodão-da-praia	árvore
Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	cacau-selvagem	árvore
Malvaceae	<i>Pavonia cancellata</i> (L.f.) Cav.	olho-de-boi	arbustivo
Malvaceae	<i>Sida ciliaris</i> L.	malva-da-praia	erva
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	nim	arbóreo
Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	fruta-pão	árvore
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	jaca	árvore

Família	Nome Científico	Nome Popular	Hábito
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	gameleira	árvore
Musaceae	<i>Musa X paradisiaca</i> L.	banana	herbácea
Myrtaceae	<i>Eucaliptus</i> sp.	eucalipto	arbóreo
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitanga	árvore
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	goiaba	arvoreta
Myrtaceae	<i>Psidium guineense</i> Sw.	araçá-do-campo	arbusto ou arvoreta
Myrtaceae	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	azeitona-doce	árvore
Myrtaceae	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L. M. Perry	jambo-vermelho	árvore
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia diffusa</i> L.	pega-pinto	erva
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	bugãvilha	arbusto
Olacaceae	<i>Ximenia americana</i> L.	ameixa-do-mato	arbóreo
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	carambola	árvore
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	maracujá-mochila	herbáceo
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	carrapicho	erva
Poaceae	<i>Chloris</i> sp.	capim	erva
Poaceae	<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	capim-favorito	erva
Poaceae	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	capim-mombaça	erva
Portulacaceae	<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd.	maria-gorda	erva
Rhamnaceae	<i>Zizyphus joazeiro</i> Mart.	juazeiro	árvore
Rubiaceae	<i>Ixora coccinea</i> L.	ixora	erva
Rubiaceae	<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.	poaia-do-campo	erva
Rubiaceae	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	Cabeça-de-nego	erva
Rubiaceae	<i>Tocoyena</i> sp.	genipapo	arbustivo
Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	limão-galego	arbusto
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	laranja	árvore

Família	Nome Científico	Nome Popular	Hábito
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i> L.	jurubeba	arbusto
Sterculiaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	malva-branca	erva ou subarbusto
Strelitziaceae	<i>Strelitzia</i> sp.	estrelitzia	arbusto
Turneraceae	<i>Turnera ulmifolia</i> L.	chanana	erva

Fonte: Elaboração própria com base nas pesquisas de campo

Como forma de caracterizar melhor a área de estudo, criou-se as seguintes subáreas: - área projetada; - áreas 1, 2, 3, e 4; - canteiros e praças, conforme apresentado na Figura 65.

Figura 65. Localização das subáreas para caracterização da vegetação

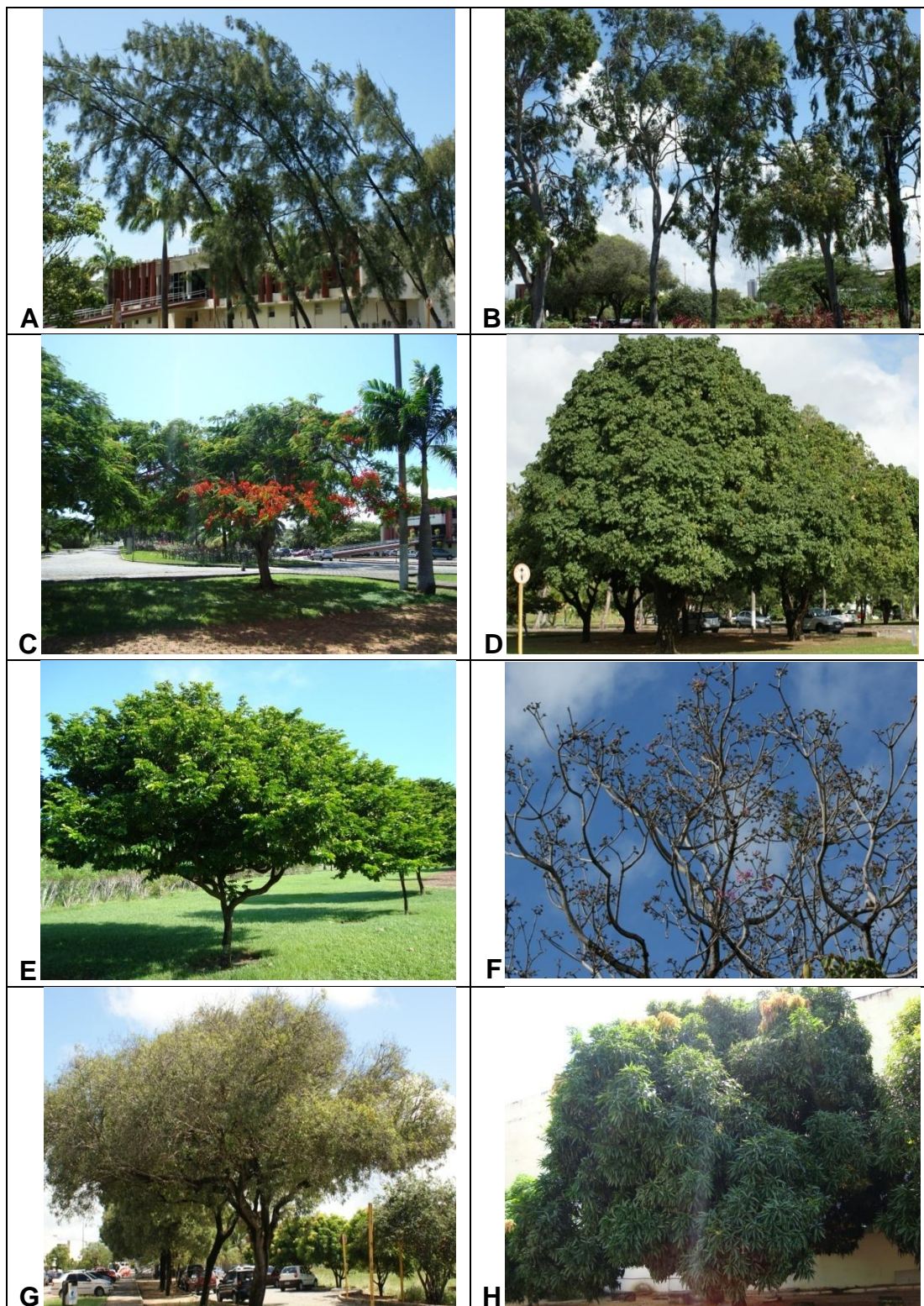


Fonte: Elaboração própria a partir de imagens fornecidas pela SEMURB.

a. Área Projetada

Na área em que há edificações, a composição florística foi totalmente refeita pelo homem através de um projeto paisagístico, onde foram inseridas plantas ornamentais. Nessa área há predominância de espécies vegetais como: palmeira-imperial (*Roystonea* sp.), casuarina (*Casuarina* sp.) (Figura 66-A), eucalipto (*Eucalyptus* sp.) (Figura 66-B), oiti (*Licania tomentosa*), flamboyant (*Delonix regia*) (Figura 66-C), mugumba (*Paquira aquatica*) (Figura 66-D), pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) (Figura BT 66-E), coqueiro (*Cocos nucifera*), ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*) (Figura 66-F), craibeira (*T. aurea*) (Figura 66-G), mangueira (*Mangifera indica*) (Figura 66-H) e cajueiro (*Anacardium occidentale*). Outras plantas que também merecem destaque embora tenham uma menor abundância são as frutíferas: cajá (*Spondias mombin*), umbu (*S. tuberosa*), abacate (*Persea americana*), fruta-pão (*Artocarpus altilis*), jaca (*A. heterophyllus*) e jambo-vermelho (*Syzygium malaccense*).

Figura 66. Plantas comuns na área de estudo: casuarina (*Casuarina* sp.) **A**, eucalipto (*Eucalyptus* sp.) **B**, flamboyant (*D. regia*) **C**, mugumba (*P. aquatica*) **D**, pau-brasil (*C. echinata*) **E**, ipê-roxo (*T. impetiginosa*) **F**, craibeira (*T. aurea*) **G** e mangueira (*M. indica*) **H**



Fontes: Luísa Câmara - A, B, D, F e G, Bruno França - E e Denise Santana - C e H.

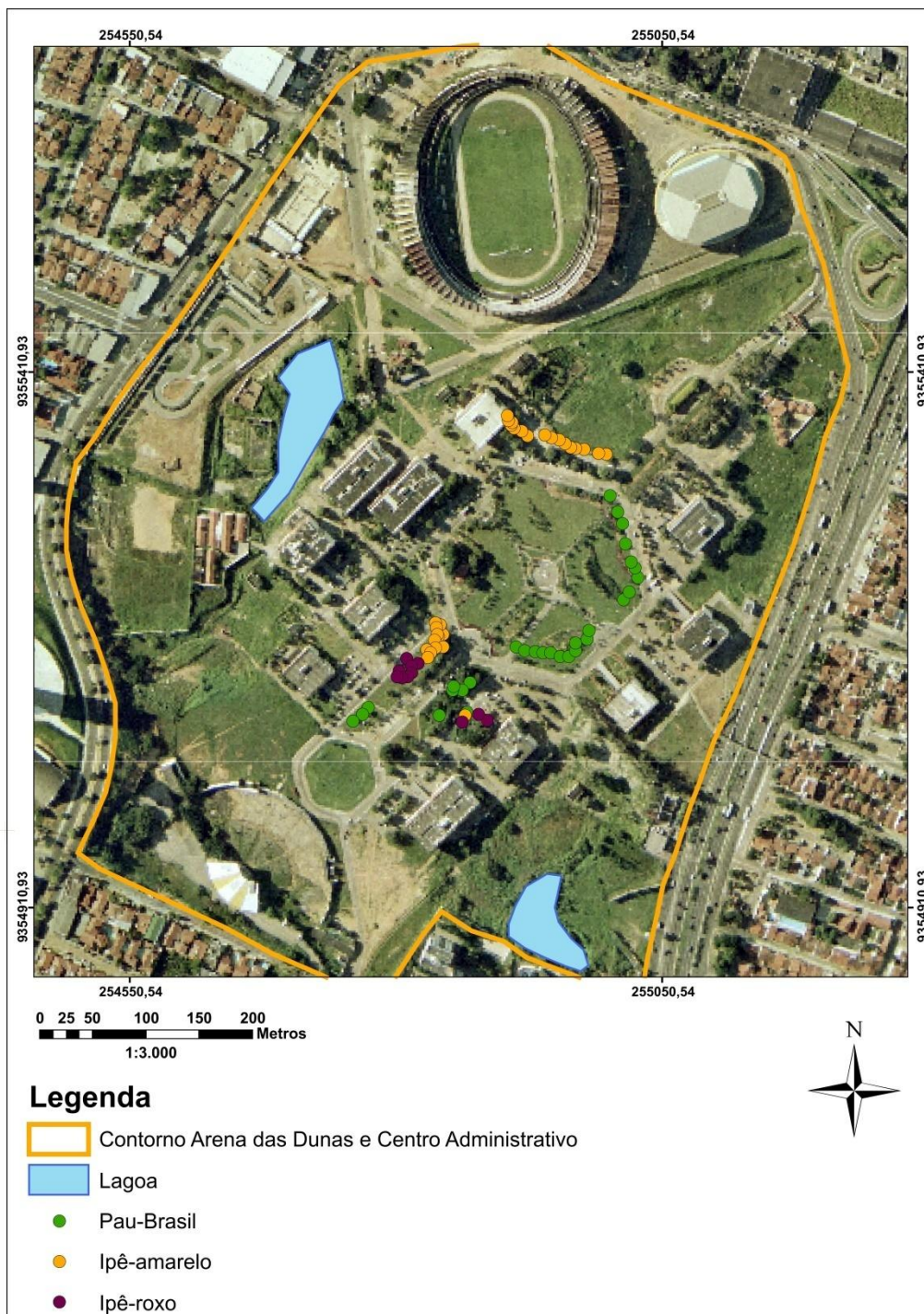
Realizou-se ainda um censo das plantas arbóreas que mais se destacam. As árvores que tiveram o maior número de indivíduos foram respectivamente, palmeira-imperial (120 indivíduos), casuarina (56 ind.), eucalipto (50 ind.), oiti (50 ind.), pau-brasil (30 ind.), craibeira (30 ind.), flamboyant (22 ind.) e ipê-roxo (11 ind.). A espécie mais abundante, palmeira-imperial (*Roystonea* sp.) (Figura 67), é uma espécie de grande interesse ornamental, possui estipe liso, acinzentado, com altura variando entre 12 m a 25 m e diâmetro (DAP) de 30 a 50 cm, geralmente dilatado da base até o meio, ficando mais estreito próximo à coroa de folhas. Na área em estudo, esta espécie compõe a ornamentação central do Centro Administrativo. Outra planta que figura no Centro Administrativo é o pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), sendo uma árvore nativa do Brasil, mais especificamente da Mata Atlântica, bastante conhecida devido seu valor histórico/econômico como também o ipê-roxo e o ipê-amarelo, que se encontram distribuídos na área como consta na Figura 68, que hoje consta na lista de plantas ameaçadas de extinção (IBAMA, 1992; MMA, 2008a). Na área de estudo esta espécie foi introduzida, fazendo parte também do projeto paisagístico.

Figura 67. A palmeira-imperial (*Roystonea* sp.) espécie abundante no Centro Administrativo.



Foto: Luísa Câmara

Figura 68. Localização das espécies arbóreas no Centro Administrativo



Fonte: Elaboração própria a partir de imagens fornecidas pela SEMURB.

a.1. Área 1

A área 1 é composta principalmente por espécies herbáceas e subarbustivas, dentre as plantas predominantes destacam-se o mata-pasto-liso (*Senna obtusifolia*), poaia-do-campo (*Richardia grandiflora*) e jitirana-cabeluda (*Merremia aegyptia*). O componente arbóreo dessa área é representado por uma pequena floresta de leucena (*Leucaena leucocephala*). Essa área costuma ficar alagada nos período das chuvas.

a.2. Áreas 2 e 3

As áreas 2 e 3 são compostas por um estrato herbáceo, que ocupa toda área entre as espécies arbustivas e arbóreas em locais onde não há calçamento. Ainda, é mais perceptível na periferia do centro administrativo ou em áreas abandonadas. Tal estrato não apresenta em grande valia no que diz respeito às espécies encontradas, pois estas são bastante comuns e desprovidas de valor econômico. Entretanto, representam uma grande quantidade de área verde. Entre as espécies comumente encontradas nessas áreas temos: cabeça-de-nego (*Spermacoce verticillata*) (Figura 69-A), poaia-do-campo (*Richardia grandiflora*) (Figura 69-B), capim-favorito (*Melinis repens*), capim-mombaça (*Panicum maximum*), capim (*Chloris sp.*), malva-da-praia (*Sida ciliaris*), anileira (*Indigo hirsuta*), melosa-da-praia (*Chamaecrista hispidula*), cunhã (*Centrosema brasilianum*) (Figura 69C), jitirana-cabeluda (*Merremia aegyptia*) (Figura 69-D), salsa-da-praia (*Ipomoea pes-caprae*), marianinha (*Commelina benghalensis*), malícia (*Mimosa sp.*), gergelim-bravo (*Crotalaria retusa*) e guizo-de-cascavel (*C. pallida*).

Figura 69. Algumas plantas herbáceas encontradas no Centro Administrativo: cabeça-de-nego (*S. verticillata*) **A**, poaia-do-campo (*R. grandiflora*) **B**, melosa-da-praia (*C. hispidula*) **C** e jitirana-cabeluda (*M. aegyptia*) **D**



Fonte: Câmara, Luisa. 2009.

a.3. Área 4

Nessa área ainda se observa um pequeno trecho de vegetação arbustivo-arbórea que lembra em sua composição específica as espécies vegetais encontradas na restinga/tabuleiro litorâneo em áreas próximas ao centro Administrativo, embora esteja muito alterada pela ação antrópica. Das plantas que representam bem tal fisionomia vegetal temos a catanduva (*Piptadenia moniliformis*), a mangaba (*Hancornia speciosa*), a ameixa-do-mato (*Ximenia americana*), o cajueiro (*Anacardium occidentale*), o pau-pombo (*Hirtella ciliata*), o angelim (*Andira* sp.) e o murici-pitanga (*Byrsonima gardneriana*). Encontra-se também plantas indicadoras de alterações antrópicas, caso da embaúva (*Cecropia pachystachya*) além da catanduva (*P. moniliformis*).

b. Os Canteiros e as Praças Públicas

Nos canteiros e praças públicas foram encontradas espécies vegetais comuns em outras áreas do município de Natal. Destacam-se nos canteiros a espirradeira (*Nerium oleander*) (Figura 70-A), ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*), gergelim-bravo (*Crotalaria retusa*) (Figura 70-B), alamanda (*Allamanda cathartica*) (Figura 70-C) e alamanda-roxa (*A. blanchetii*) (Figura 70-D). As palmeiras: *Roystonea* sp. e *Syagrus oleracea* também com comuns nas áreas de entorno da área de influência do empreendimento.

Nas praças públicas do bairro de Potilândia e Lagoa Nova ocorre predominância de espécies arbóreas comuns inclusive as encontradas no Centro Administrativo. Podemos citar como exemplo árvore que compõem essas praças a mangueira (*Mangifera indica*), coco (*Cocos nucifera*), oiti (*Licania tomentosa*), castanhola (*Terminalia catappa*), ingarana (*Abarema* sp.), mororó (*Bauhinia cheilantha*), flamboyant (*Delonix regia*), cássia-de-sião (*Senna siamea*) e olho-de-boi (*Pavonia cancellata*).

Figura 70. Plantas encontradas nos canteiros na área de influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E SUAS ÁREAS DE ESTACIONAMENTO: espirradeira (*N. oleander*) A, gergelim-bravo (*C. retusa*) B, alamanda (*A. cathartica*) C e alamanda-roxa (*A. blanchetii*) D. (Fotos: Denise Santana – A, Luísa Câmara – B, C e D)



Fonte: Câmara, Luisa. 2009.

4.2.1.3. Diagnóstico Faunístico do Ecossistema Terrestre

a. Anfíbios

Os anfíbios constituem valiosos indicadores da qualidade ambiental (Beiswenger, 1988; Blaustein & Wake, 1995; Weygoldt, 1989). A presença de determinadas populações vêm sugerir a formulação de planos de manejo e conservação tanto de ecossistemas terrestres como aquáticos (Beiswenger, 1988; Dood & Cade, 1997). Anfíbios são um elo fundamental nas cadeias ecológicas, uma vez que controlam as populações de insetos, além do fato de servirem de alimento para outras espécies animais, tais como, serpentes, aves e mamíferos (Bastos *et al.*, 2003).

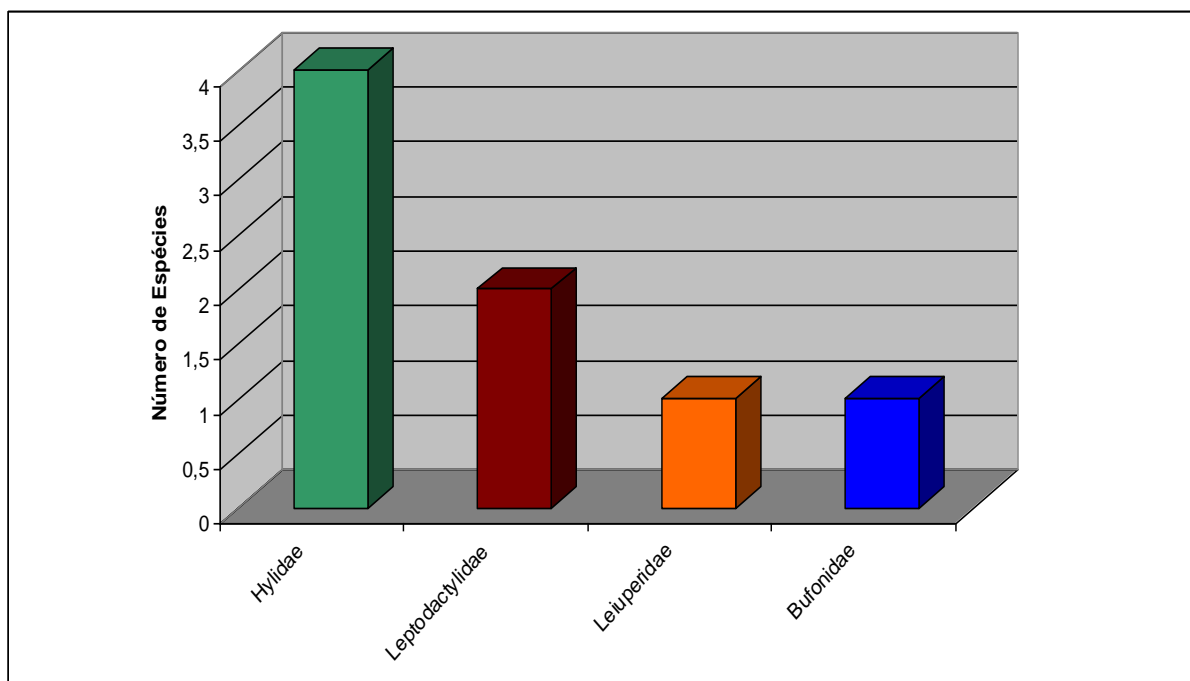
Segundo a Sociedade Brasileira de Herpetologia (2009), no Brasil ocorrem 849 espécies de anfíbios, sendo uma espécie da ordem Caudata, 27 da ordem

Gymnophiona e 821 da ordem Anura, fato que coloca o país como primeiro colocado em diversidade de anfíbios no mundo, seguido por Colômbia e Equador.

Na área proposta para a instalação do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E SUAS ÁREAS DE ESTACIONAMENTO foram encontradas oito espécies, pertencentes a quatro famílias. As famílias com maior diversidade foram Hylidae (4 spp.) e Leptodactylidae (2 spp.) como consta na Figura 71, sendo todas da ordem Anura, representando 1,02% do total da diversidade de anfíbios anuros para o Brasil (Figura 74). As espécies encontradas, listadas na Tabela 13, apresentam uma distribuição geográfica ampla além de boa capacidade de adaptação a áreas com influência antrópica e nenhuma se encontra na lista brasileira de fauna ameaçada de extinção do MMA (2008b).

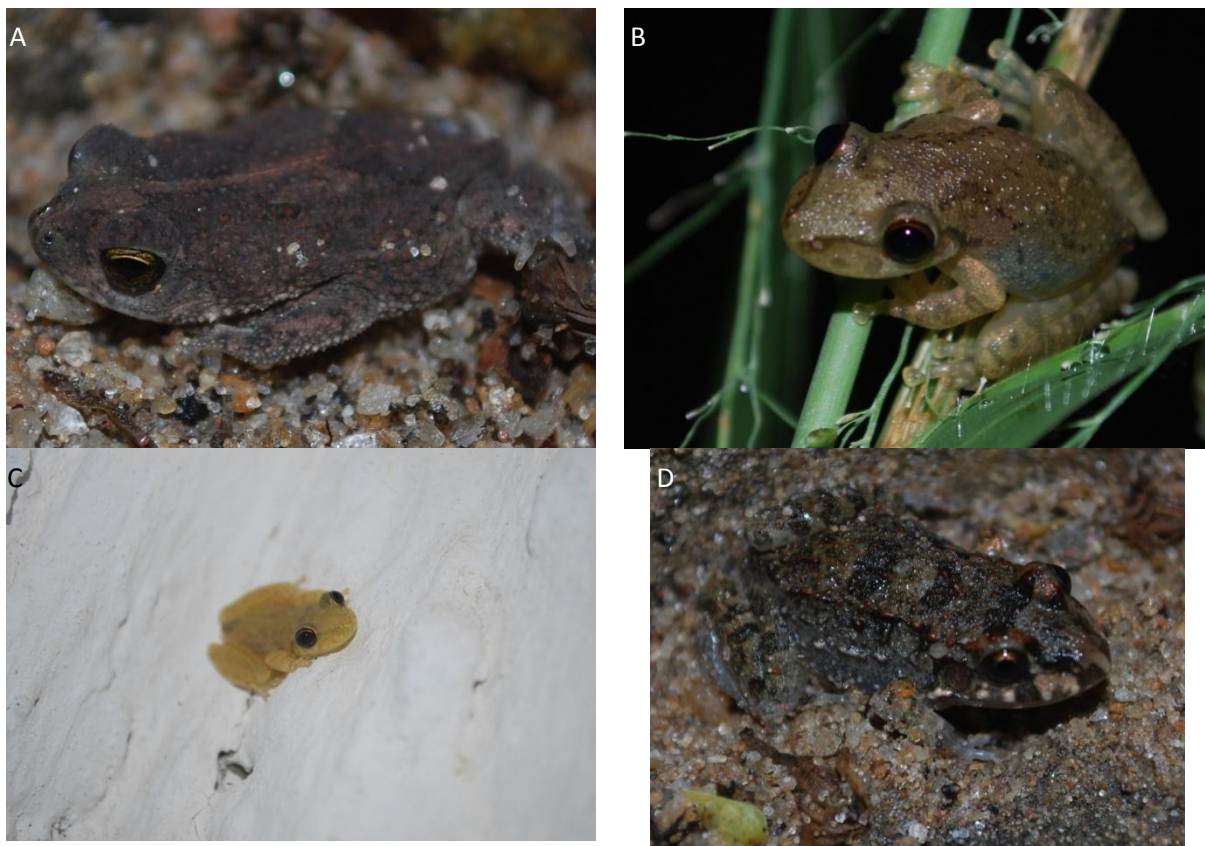
As espécies mais observadas foram o sapo (*Rhinella granulosa*), perereca (*Scinax x-signatus*), a perereca-de-banheiro (*Scinax fuscovarius*) e o caçote (*Leptodactylus troglodytes*) (Figura 72).

Figura 71. Diversidade de espécies para as famílias de anfíbios Anuros na Área de Influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de campo, 2009.

Figura 72. Espécies mais observadas na área de influência: *Rhinella granulosa* (A), *Scinax x-signatus* (B), *Scinax fuscovarius* (C) e o *Leptodactylus troglodytes* (D)



Fonte: França, Bruno. 2009.

Tabela 13. Anfíbios registrados na área de influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. Tipo de Registro: AD - auditivo, CP - captura, VS - visual, EN – entrevista e FT - fotografado

Táxon	Nome Comum	Tipo de Registro	Dieta	Status
Ordem Anura				
Família Bufonidae				
<i>Rhinella granulosa</i> (Spix, 1824)	Sapo	VS, AD	Artrópodes; Pequenos Vertebrados	Não Ameaçado de Extinção
Família Hylidae				
<i>Hypsiboas albomarginatus</i> (Spix, 1824)	Perereca-verde	AD	Pequenos Artrópodes	Não Ameaçado de Extinção
<i>Hypsiboas raniceps</i> (Cope, 1862)	Perereca	AD	Pequenos Artrópodes	Não Ameaçado de Extinção
<i>Scinax fuscovarius</i> (Lutz, 1925)	Perereca-de-banheiro	VS, FT	Pequenos Artrópodes	Não Ameaçado de Extinção
<i>Scinax x-signatus</i> (Spix, 1824)	Perereca	VS	Pequenos Artrópodes	Não Ameaçado de Extinção
Família Leiuperidae				
<i>Physalaemus cuvieri</i> (Fitzinger, 1826)	Rã-cachorro	VS	Pequenos Artrópodes	Não Ameaçado de Extinção
Família Leptodactylidae				
<i>Leptodactylus ocellatus</i> (Linnaeus, 1758)	Rã-manteiga, Caçote	AD	Pequenos Artrópodes e Vertebrados	Não Ameaçado de Extinção
<i>Leptodactylus troglodytes</i> (A. Lutz, 1926)	Caçote	VS, AD, FT	Pequenos Artrópodes	Não Ameaçado de Extinção

Fonte: Elaboração própria, 2009.

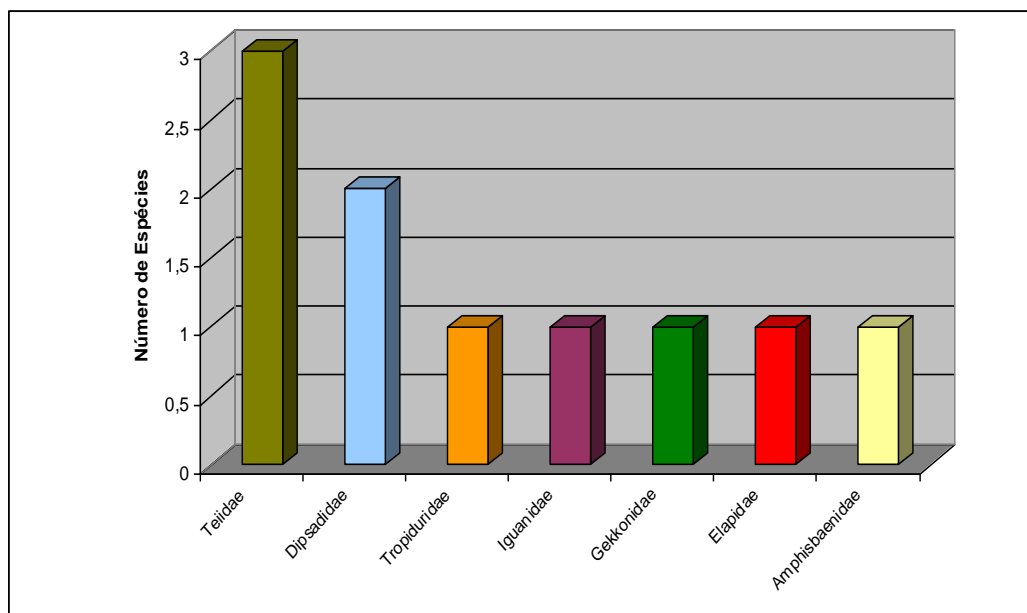
b. Répteis

De acordo com Leite *et al.* (1993) e Marques *et al.* (1998) os répteis fornecem subsídios no que se refere ao estado de conservação de habitats naturais, pois apresentam espécies sensíveis a alterações ambientais, notadamente à destruição de hábitat.

O Brasil possui 708 espécies de répteis registradas até o momento, o que coloca o país na terceira colocação no ranking dos países com maior diversidade deste grupo, ficando atrás apenas da Austrália e México, superando a Índia, Indonésia, Colômbia, China e Peru (SBH, 2009). A diversidade é distribuída em 36 quelônios, 6 jacarés, 237 lagartos, 64 anfisbênias e 365 serpentes.

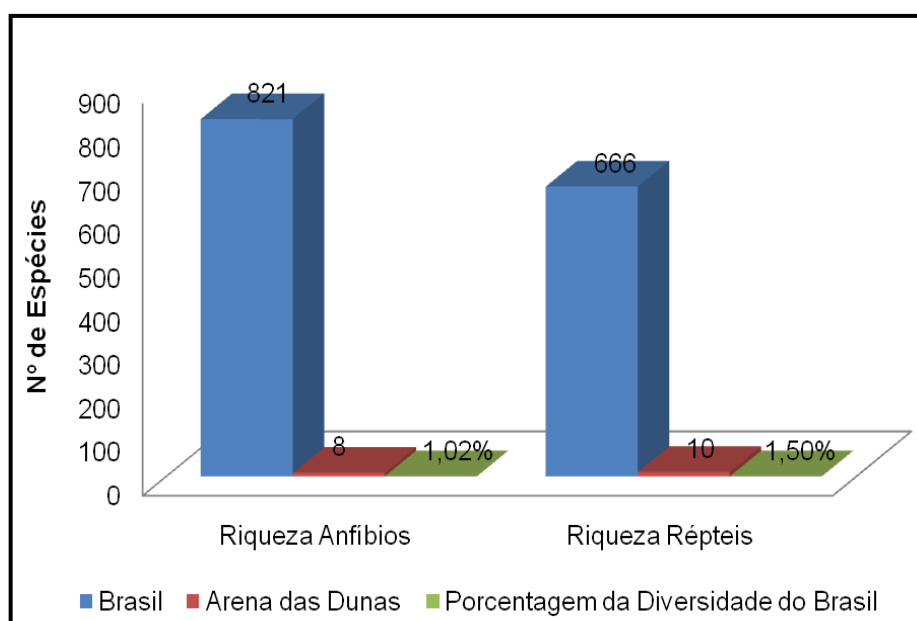
Na Área de Influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO foi relatada a presença de 10 espécies de répteis que se agrupam em sete famílias (Tabela 14), onde as que apresentaram maior riqueza de espécies foram Teiidae (3 spp.) e Dipsadidae (2 spp.), como consta na Figura 73, todas pertencentes a ordem Squamata. Este valor compreende 1,5% da diversidade de espécies dessa ordem para o Brasil (Figura 74). A área em estudo apresenta baixa riqueza de répteis e à maioria das espécies possuem ampla distribuição geográfica na região nordestina. Estas apresentam tolerância e adaptabilidade a áreas com influência antrópica e nenhuma se encontra na lista brasileira de fauna ameaçada de extinção do MMA (2008b). A espécie mais freqüentemente observada foi a lagartixa (Figura 75).

Figura 73. Diversidade de espécies para as famílias de répteis da ordem Squamata na Área de Influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de campo, 2009.

Figura 74. Riqueza de espécies de anfíbios e répteis presentes na Área de Influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO em comparação com a riqueza do Brasil para estes grupos e a porcentagem correspondente.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de campo, 2009.

Figura 75. Espécie que foi observada com maior frequência na área de estudo foi a lagartixa



Fonte: França, Bruno. 2009.

Tabela 14. Répteis registrados na Área de Influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. Tipo de Registro: AD - auditivo, CP - captura, VS - visual, EN – entrevista e FT - fotografado

Táxon	Nome Comum	Tipo de Registro	Dieta	Status
Ordem Squamata				
Família Amphisbaenidae				
<i>Amphisbaena alba</i> (Linnaeus, 1758)	Cobra-de-duas-cabeças	EN	Minhocas Insetívoro	Não Ameaçado de Extinção
Família Iguanidae				
<i>Iguana iguana</i> (Linnaeus, 1758)	Camaleão; Iguana	EN	Insetívoro Frugívoro	Não Ameaçado de Extinção
Família Tropiduridae				
<i>Tropidurus torquatus</i> (Wied, 1820)	Lagartixa	VS, FT	Insetívoro	Não Ameaçado de Extinção
Família Gekkonidae				
<i>Hemidactylus mabouia</i> (Moreau de Jonnès, 1818)	Bibra	VS	Insetívoro	Não Ameaçado de Extinção
Família Teiidae				
<i>Ameiva ameiva</i> (Linnaeus, 1758)	Tijibú	EN	Insetívoro	Não Ameaçado de Extinção
<i>Cnemidophorus ocellifer</i> (Spix, 1825)	Calango	VS	Insetívoro	Não Ameaçado de Extinção
<i>Tupinambis merianae</i> (Duméril & Bibron, 1839)	Tejuaçu	EN	Onívoro	Não Ameaçado de Extinção
Família Dipsadidae				
<i>Oxyrhopus trigeminus</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	Falsa-coral	EN	Carnívoro	Não Ameaçado de Extinção
<i>Philodryas nattereri</i> (Steindachner, 1870)	Corre-campo	EN	Carnívoro	Não Ameaçado de Extinção
Família Elapidae				
<i>Micrurus ibiboboca</i> (Merrem, 1820)	Cobra-coral	EN	Carnívoro	Não Ameaçado de Extinção

Fonte: Elaboração própria a partir das pesquisas de campo, 2009.

c. Aves

Registra-se na Área de Influência do empreendimento a presença de 46 espécies de aves que estão agrupadas em 25 famílias (Tabela 15). Apesar desse número de espécies ser representativo, a riqueza de aves da área parece ser maior que a observada neste estudo, isso é percebido a partir da análise da curva do coletor (Figura 76). Observa-se que não houve estabilização da curva com o referido esforço amostral. Dessa forma presumi-se que o número de espécies possa ser maior com um trabalho de campo mais prolongado.

Tabela 15. Aves registradas na Área de Influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. AB (Abundância absoluta), AR (Abundância relativa) e FR (Frequência relativa). Tipo de Registro: AD - auditivo, VS – visual, EN – entrevista e FT - fotografado

Táxon	Nome Comum	AB	AR	FR	Tipo de Registro	Status
Ordem Ciconiiformes (Bonaparte, 1854)						
Família Ardeidae (Leach, 1820)						
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	socozinho	2	0,09	33,3	VS	Não Ameaçado de Extinção
<i>Ardea alba</i> (Linnaeus, 1758)	garça-branca-grande	2	0,09	16,7	VS	Não Ameaçado de Extinção
Ordem Cathartiformes (Seebohm, 1890)						
Família Cathartidae (Lafresnaye, 1839)						
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	urubu-de-cabeça-vermelha	4	0,19	33,3	VS	Não Ameaçado de Extinção
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu-de-cabeça-preta	34	1,6	16,7	VS	Não Ameaçado de Extinção
Ordem Falconiformes (Bonaparte, 1831)						
Família Accipitridae (Vigors, 1824)						
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó	6	0,28	66,7	VS, AD	Não Ameaçado de Extinção
Família Falconidae (Leach, 1820)						
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	caracará	2	0,09	16,7	VS	Não Ameaçado de Extinção
<i>Falco sparverius</i> (Linnaeus, 1758)	quiriquiri	9	0,42	83,3	VS,FT	Não Ameaçado de Extinção
Ordem Charadriiformes (Huxley, 1867)						
Família Charadriidae (Leach, 1820)						
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero	22	1,04	100	VS,FT	Não Ameaçado de Extinção
Ordem Columbiformes (Latham, 1790)						
Família Columbidae (Leach, 1820)						
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813)	rolinha-picui	256	12	100	VS,FT	Não Ameaçado de Extinção
<i>Columba livia</i> (Gmelin, 1789)	pombo-doméstico	30	1,41	33,3	VS,FT	Não Ameaçado de Extinção
Ordem Cuculiformes (Wagler, 1830)						
Família Cuculidae (Leach, 1820)						

Táxon	Nome Comum	AB	AR	FR	Tipo de Registro	Status
<i>Crotophaga ani</i> (Linnaeus, 1758)	anu-preto	56	2,64	100	VS,FT	Não Ameaçado de Extinção
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco	26	1,22	83,3	VS,FT	Não Ameaçado de Extinção
Ordem Strigiformes (Wagler, 1830)						
Família Tytonidae (Mathews, 1912)						
<i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769)	coruja-da-igreja	x	-	-	EN	Não Ameaçado de Extinção
Família Strigidae (Leach, 1820)						
<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	coruja-buraqueira	5	0,24	50	VS,FT	Não Ameaçado de Extinção
Ordem Apodiformes (Peters, 1940)						
Família Trochilidae (Vigors, 1825)						
<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	besourinho-de-bico-vermelho	1	0,05	16,7	VS	Não Ameaçado de Extinção
<i>Amazilia leucogaster</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-de-barriga-branca	5	0,24	66,7	VS	Não Ameaçado de Extinção
<i>Amazilia fimbriata</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-de-garganta-verde	1	0,05	16,7	VS	Não Ameaçado de Extinção
Ordem Galbuliformes (Fürbringer, 1888)						
Família Bucconidae (Horsfield, 1821)						
<i>Nystalus maculatus</i> (Gmelin, 1788)	rapazinho-dos-velhos	4	0,19	33,3	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
Ordem Passeriformes (Linné, 1758)						
Família Tyrannidae (Vigors, 1825)						
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relógio	59	2,78	100	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	guaracava-de-barriga-amarela	14	0,66	83,3	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766)	lavadeira-mascarada	45	2,12	100	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	bentevizinho-de-penacho-vermelho	29	1,36	100	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	suiriri-cavaleiro	24	1,13	83,3	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	131	6,16	100	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção

Táxon	Nome Comum	AB	AR	FR	Tipo de Registro	Status
<i>Tyrannus melancholicus</i> (Vieillot, 1819)	suiriri	40	1,88	100	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
<i>Tyrannus savana</i> (Vieillot, 1808)	tesourinha	1	0,05	16,7	VS	Não Ameaçado de Extinção
Família Vireonidae (Swainson, 1837)						
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	pitiguari	12	0,56	100	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
Família Hirundinidae (Rafinesque, 1815)						
<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)	andorinha-doméstica-grande	57	2,68	83,3	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
<i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783)	andorinha-do-rio	14	0,66	50	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
Família Troglodytidae (Swainson, 1831)						
<i>Troglodytes musculus</i> (Naumann, 1823)	corruíra	118	5,55	100	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
Família Polioptilidae (Baird, 1858)						
<i>Polioptila plumbea</i> (Gmelin, 1788)	balança-rabo-de-chapéu-preto	2	0,09	16,7	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
Família Turdidae (Rafinesque, 1815)						
<i>Turdus leucomelas</i> (Vieillot, 1818)	sabiá-barranco	1	0,05	16,7	AD	Não Ameaçado de Extinção
Família Mimidae (Bonaparte, 1853)						
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	sabiá-do-campo	16	0,75	100	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
Família Coerebidae (d'Orbigny & Lafresnaye, 1838)						
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	cambacica	26	1,22	100	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
Família Thraupidae (Cabanis, 1847)						
<i>Thlypopsis sordida</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	saí-canário	11	0,52	83,3	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
<i>Thraupis sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaçu-cinzento	77	3,62	100	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
<i>Thraupis palmarum</i> (Wied, 1823)	sanhaçu-do-coqueiro	45	2,12	100	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
Família Emberizidae (Vigors, 1825)						
<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	canário-da-terra-verdadeiro	6	0,28	50	VS,AD,FT	Não Ameaçado de Extinção

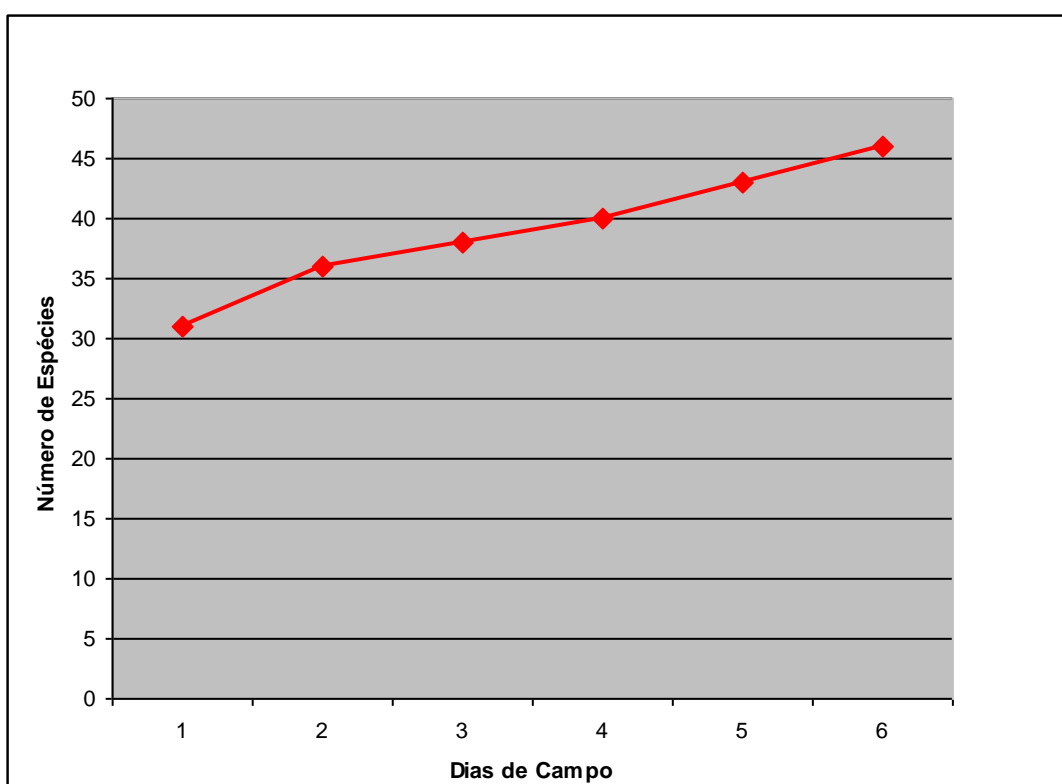
Táxon	Nome Comum	AB	AR	FR	Tipo de Registro	Status
<i>Sicalis luteola</i> (Sparrman, 1789)	tipio	1	0,05	16,7	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	tiziu	5	0,24	66,7	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
<i>Paroaria dominicana</i> (Linnaeus, 1758)	cardeal-do-nordeste	58	2,73	100	VS,AD,FT	Não Ameaçado de Extinção
Família Icteridae (Vigors, 1825)						
<i>Icterus jamaicae</i> (Gmelin, 1788)	corrupião	2	0,09	33,3	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	vira-bosta	189	8,89	100	VS,AD,FT	Não Ameaçado de Extinção
Família Fringillidae (Leach, 1820)						
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim	2	0,09	16,7	VS,AD	Não Ameaçado de Extinção
Família Estrildidae (Bonaparte, 1850)						
<i>Estrilda astrild</i> (Linnaeus, 1758)	bico-de-lacre	364	17,1	100	VS,AD,FT	Não Ameaçado de Extinção
Família Passeridae (Rafinesque, 1815)						
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	pardal	311	14,6	100	VS,AD,FT	Não Ameaçado de Extinção

Fonte: Elaboração própria a partir das pesquisas de campo

Dentre as famílias de aves com a maior riqueza destacam-se a Tyrannidae (8 spp.), Emberizidae (4 spp.), Thraupidae (3 spp.) e Trochilidae (3 spp.). Todos os representantes dessas famílias são comuns em ambientes urbanos.

Ressalta-se que 97,82% dos registros foram de caráter primário, ou seja, as aves foram vistas, escutadas e/ou fotografadas durante o trabalho de campo.

Figura 76. Curva do coletor para as aves da Área de Influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, Natal, Rio Grande do Norte



Fonte: Elaboração própria a partir das pesquisas de campo, 2009.

As aves registradas na área do empreendimento são representadas em sua maioria por espécies sinantrópicas (86,66%), ou seja, que vivem em ambientes próximo ao homem. Podemos citar como exemplos comuns de aves em áreas urbanas: bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), rolinha-picui (*Columbina picui*) (Figura 77-A), pardal (*Passer domesticus*) (Figura 77-B), sanhaçu-cinzento (*Thraupis sayaca*), sanhaçu-do-coqueiro (*Thraupis palmarum*), suiriri (*Tyrannus melancholicus*) (Figura 77-C), gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*), quero-quero (*Vanellus chilensis*), coruja-da-igreja (*Tyto alba*), lavadeira-mascarada (*Fluvicola nengeta*) (Figura 77-D),

bentevizinho-de-penacho-vermelho (*Myiozetetes similis*) e cambacica (*Coereba flaveola*). Temos também as associadas a ambientes campestres como o anu-preto (*Crotophaga ani*), o anu-branco (*Guira guira*) e sabiá-do-campo (*Mimus saturninus*). E a ambientes aquáticos, o socozinho (*Butorides striata*) e a garça-branca-grande (*Ardea alba*).

Figura 77. Aves comuns na Área de influência: rolinha-picui (*C. picui*) (A), pardal (*P. domesticus*) (B), suiriri (*T. melancholicus*) (C) e a lavadeira-mascarada (*F. nengeta*) (D)



Fonte: França, Bruno. 2009.

A assembléia de aves é representada por 39 (86,66%) espécies residentes, 5 (11,11%) ocasionais e 2 (4,44%) migratórias. As espécies migratórias são a tesourinha (*Tyrannus savana*) e o tipio (*Sicalis luteola*). A primeira espécie desloca-se por longas distâncias no território brasileiro e a segunda, realiza migrações regionais no estado do Rio Grande do Norte.

c.1. Relações Ecológicas

Na área de estudo encontrou-se alguns grupos de aves que merecem destaque por realizarem papéis ecológicos importantes como a polinização, o controle de pragas e a decomposição de matéria orgânica animal.

O grupo dos polinizadores é representado pelo besourinho-de-bico-vermelho (*Chlorostilbon lucidus*), o beija-flor-de-barriga-branca (*Amazilia leucogaster*) e o beija-flor-de-garganta-verde (*Amazilia fimbriata*). Ressalta-se que esse número de espécie e de indivíduos é pequeno se comparado com outras localidades amostradas no estado.

Dos controladores naturais de pragas destacamos os de maior porte e que são predadores de topo da cadeia alimentar como gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*), caracará (*Caracara plancus*), coruja-da-igreja (*Tyto alba*) e coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*). Alguns grupos que são de porte menor, mas são dignos de nota: Tyrannidae (suiriri e tesourinha) e Hirundinidae (andorinhas).

Dentre os decompositores de matéria orgânica de origem animal destacam-se: o urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) e o urubu-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*).

c.2. Abundância e Frequência

As quinze espécies de aves mais abundantes foram bico-de-lacre (*Estrilda astrild*) (Figura 79-A), pardal (*Passer domesticus*), rolinha-picui (*Columbina picui*), vira-bosta (*Molothrus bonariensis*) (Figura 79-B), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), corruíra (*Troglodytes musculus*) (Figura 79-C), sanhaçu-cinzento (*Thraupis sayaca*), ferreirinho-relógio (*Todirostrum cinereum*), cardeal-do-nordeste (*Paroaria dominicana*) (Figura 79-D), andorinha-doméstica-grande (*Progne chalybea*), anu-preto (*Crotophaga ani*), lavadeira-mascarada (*Fluvicola nengeta*), sanhaçu-do-coqueiro (*Thraupis palmarum*), suiriri (*Tyrannus melancholicus*) e urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) (Figura 79). Todas as espécies mencionadas acima se

adaptaram bem ao ambiente modificado pelo homem e são abundantes em áreas urbanas.

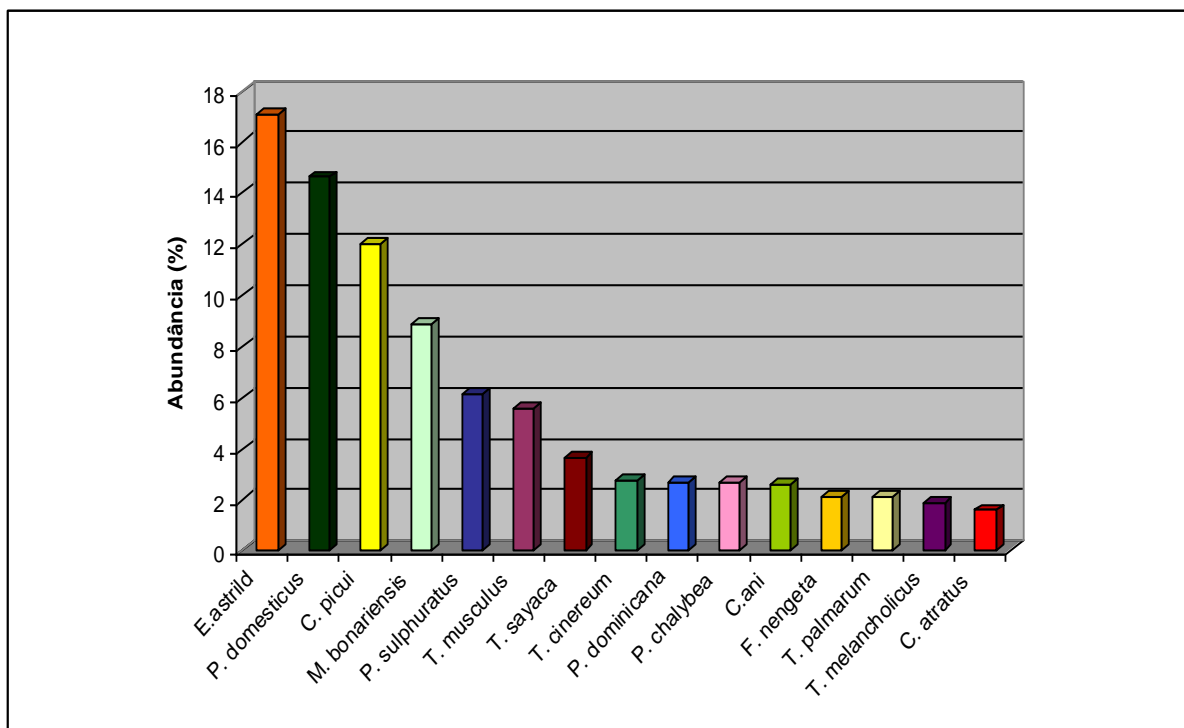
Figura 78. Aves comuns na Área de influência: bico-de-lacre (*Estrilda astrild*) (A), vira-bosta (*Molothrus bonariensis*) (B), corruíra (*Troglodytes musculus*) (C) e a cardeal-do-nordeste (*Paroaria dominicana*) (D)



Fonte: França, Bruno. 2009.

As espécies que estiveram presentes em 100% das observações foram quero-quero (*Vanellus chilensis*), rolinha-picui (*C. picui*), anu-preto (*C. ani*), ferreirinho-relógio (*T. cinereum*), lavadeira-mascarada (*F. nengeta*), bentevizinho-de-penacho-vermelho (*Myiozetetes similis*), bem-te-vi (*P. sulphuratus*), suiriri (*T. melancholicus*), pitiguari (*Cyclarhis gujanensis*), corruíra (*T. musculus*), sabiá-do-campo (*Mimus saturninus*), cambacica (*Coereba flaveola*), sanhaçu-cinza (*T. sayaca*), sanhaçu-do-coqueiro (*T. palmarum*), cardeal-do-nordeste (*P. dominicana*), vira-bosta (*M. bonariensis*), bico-de-lacre (*E. astrild*) e pardal (*P. domesticus*).

Figura 79. Abundância relativa das quinze espécies mais representativas



Fonte: Elaboração própria a partir das pesquisas de campo, 2009.

c.3. Registros Relevantes

Apesar das espécies encontradas na área de instalação do empreendimento não constarem na lista nacional de animais ameaçados de extinção, são relevantes por serem pouco conhecidas ou raras no estado do Rio Grande do Norte. Elas foram introduzidas ou estão envolvidas em aspectos ecológicos importantes e, portanto, são dignas de nota:

A **tesourinha** (*Tyrannus savana*) espécie migratória que ocorre em todo o Brasil e habita as regiões campestres e o cerrado (Sick, 1997). Fora do período reprodutivo costumam se juntar em bando e migrar por grandes distâncias (Sick, 1997). Durante os meses que realizam migração são encontradas em vários municípios ao longo do litoral e região agreste do Rio Grande do Norte. Encontrou-se um macho em sobrevôo pelo Centro Administrativo, dia 18/07/2009.

O **saí-canário** (*Thlypopsis sordida*) é uma espécie amplamente distribuída no Brasil, ocorrendo inclusive em cidades. Essa é conhecida em poucas localidades aqui no Rio Grande do Norte. Encontrou-se um casal levando alimento para o ninho.

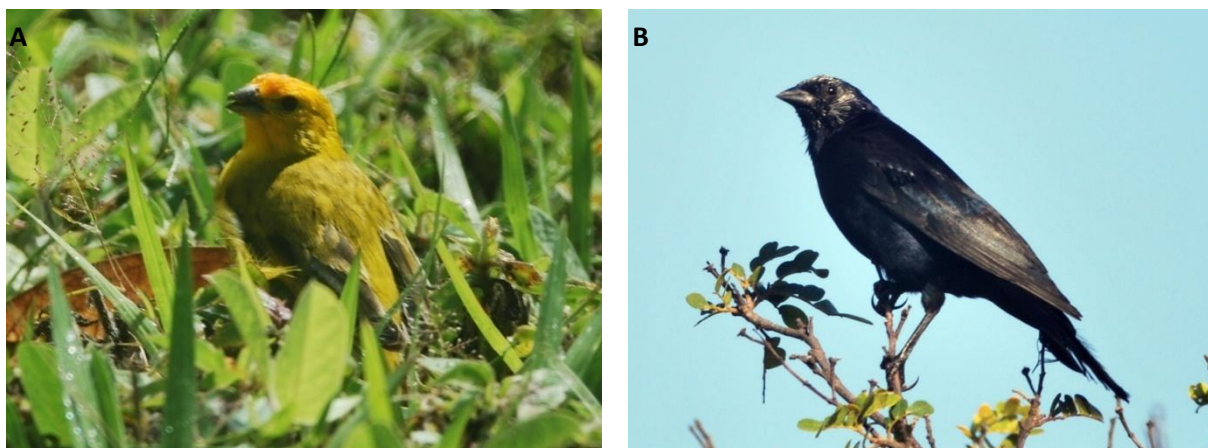
O **canário-da-terra-verdadeiro** (*Sicalis flaveola*) (Figura 80-A) ocorre no Brasil, do Maranhão ao sul até o Rio Grande do Sul e a oeste até Mato Grosso (Cuiabá, Pantanal), além das ilhas do litoral de São Paulo e Rio de Janeiro (Sick, 1997). Habita campos secos e sujos, os campos de cultura e a caatinga (Sick, 1997). Essa era uma espécie abundante nas áreas de caatinga no Rio Grande do Norte, hoje, é raríssimo. É um passeriforme muito apreciado pelo seu canto. Na Área de Influência do empreendimento foram encontrados três indivíduos, dois adultos e um juvenil (desse ano) procurando sementes nos gramados. Novamente, comprova-se outra introdução na área, já que durante conversa informal com o Prefeito do Centro Administrativo, o mesmo me falou que foi o IBAMA que realizou a soltura de dois canários-da-terra na área.

O **cardeal-do-nordeste** (*Paroaria dominicana*) é endêmico da caatinga, onde ainda é comum. Parece se tratar de uma população feral que está bem adaptada as condições da área, onde inclusive se reproduz com sucesso pelo número de juvenis vistos. Também há relatos e observações de outras pequenas populações dessa ave no município de Natal.

O **corrupião** (*Icterus jamacaii*) também é endêmico da caatinga, onde a cada dia que passa se torna mais raro principalmente por ser um pássaro apreciável como ave de estimação, sobretudo por seu canto (Sick, 1997). Desta ave foi observada apenas um indivíduo na área de estudo, provavelmente por ter escapado de uma gaiola.

O **vira-bosta** (*Molothrus bonariensis*) (Figura 80-B) é um parasita de ninhos de outras aves, ou seja, não constrói ninhos para pôr seus ovos aproveitando-se do ninho de outras aves. E a ave hospedeira é quem se encarrega de chocar e alimentar os filhotes do vira-bosta. Observamos uma população considerável desses pássaros no Centro Administrativo, inclusive juvenis desse ano. É necessário um estudo mais aprofundado na área, para verificar os impactos causados tanto pelo *M. bonariensis* quanto pelas aves que são parasitadas por ele.

Figura 80. O canário-da-terra-verdadeiro (*Sicalis flaveola*) (A) foi introduzido no Centro Administrativo e vira-bosta (*Molothrus bonariensis*) uma ave parasita de ninhos (B)



Fonte: França, Bruno. 2009.

c.4. Período Reprodutivo

Apesar das observações não terem sido realizadas no pico do período reprodutivo, durante as incursões de campo para diagnóstico do meio biótico, foram detectadas as seguintes espécies em reprodução: saí-canário (*Thlypopsis sordida*), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), lavadeira-mascarada (*Fluvicola nengeta*), anum-branco (*Guira guira*) e pardal (*Passer domesticus*). Também observou-se vários juvenis de canário-da-terra-verdadeiro (*Sicalis flaveola*), cardeal-do-nordeste (*Paroaria dominicana*) e vira-bosta (*Molothrus bonariensis*) que nasceram esse ano. Foram encontradas algumas espécies reproduzindo e vestígios diretos de reprodução. Das 46 espécies que ocorrem na área cerca 66,66% realizam sua reprodução no Centro Administrativo. Outro aspecto sobre a avifauna que merece estudo mais aprofundado diz respeito aos impactos causados pelo parasita de ninhos (*M. bonariensis*) sobre a avifauna local.

d. Mamíferos

São registradas para o Brasil nove famílias de Chiroptera (morcegos), distribuídas em 64 gêneros e 167 espécies. Sendo a segunda ordem em diversidade de

mamíferos ultrapassada apenas pela ordem Rodentia (Reis *et al.*, 2006; Reis *et al.*, 2007). Os morcegos compreendem um dos grupos de mamíferos que apresentam maior diversidade de hábitos alimentares, podendo ser observado quase todos os grupos tróficos, o que os torna possuidores de alta importância biológica (Reis *et al.*, 2007).

Na Área de Influência foi detectada a presença de cinco espécies de morcegos (Tabela 16), que possuem ampla distribuição no território nacional e são comuns em ambientes urbanos, nenhuma consta na lista nacional de fauna ameaçada de extinção do MMA (2008b).

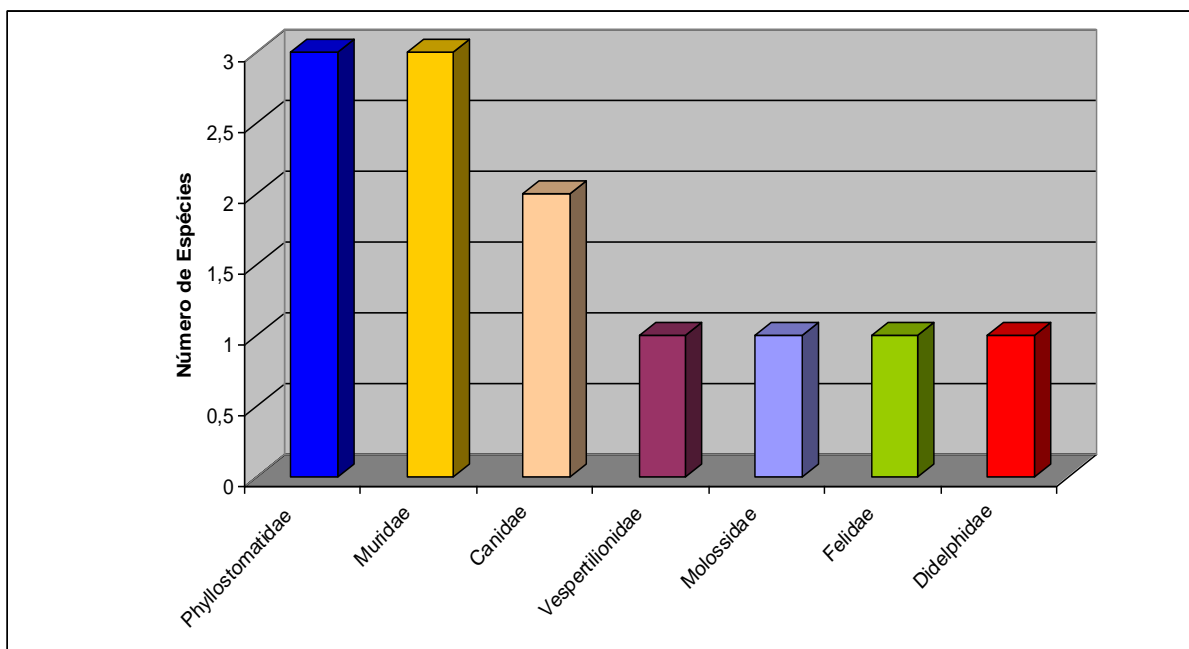
A ordem Rodentia (roedores) no Brasil possui 74 gêneros e 236 espécies (Bonvicino *et al.*, 2008). As espécies que foram registradas para a área são ratos e a catita (Tabela 16), que foram introduzidas no país oriundas do Velho Mundo há anos, e ocupam o ambiente urbano com facilidade, por possuírem uma dieta onívora aproveitam-se dos resíduos orgânicos produzidos pelo homem.

Para a ordem Carnívora foi possível detectar a presença de raposa, cão doméstico e o gato doméstico (Figura 82), como consta na Tabela 16, destas apenas a raposa é silvestre.

Da ordem Didelphimorphia apenas o gambá (Tabela 16) foi registrado para a área.

Das sete famílias registradas para a região do estudo, as que apresentaram maior diversidade de espécies foram Phyllostomidae e Muridae, ambas com três espécies (Figura 81).

Figura 81. Diversidade de espécies para as famílias de mamíferos na Área de Influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.



Fonte: Elaboração própria a partir das pesquisas de campo, 2009.

Das espécies detectadas para a área de influência do empreendimento, nenhuma se encontra na lista nacional de fauna ameaçada de extinção (MMA, 2008b).

Figura 82. Rastro de raposa encontrado na área de estudo (A e B), rastro de cão doméstico no Centro Administrativo (C) e gato doméstico circulando na área do Centro Administrativo (D)



Fonte: França, Bruno. 2009.

Tabela 16. Mamíferos registrados na área de influência do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. Tipo de Registro: AD - auditivo, CP - captura, VS - visual, EN – entrevista e FT - fotografado

Táxon	Nome Comum	Tipo de Registro	Dieta	Status
Ordem Didelphimorphia				
Família Didelphidae				
<i>Didelphis albiventris</i> (Lund, 1840)	Gambá, Timbú	EM	Onívora	Não Ameaçado de Extinção
Ordem Chiroptera				
Família Phyllostomatidae				
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	Morcego	VS	Frugívoro	Não Ameaçado de Extinção
<i>Platyrrhinus lineatus</i> (E. Geoffroy, 1810)	Morcego	VS	Frugívoro, Insetívora	Não Ameaçado de Extinção
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	Morcego	VS	Nectarívoro	Não Ameaçado de Extinção
Família Molossidae				
<i>Molossus molossus</i> (Pallas, 1766)	Morcego	VS	Insetívoro	Não Ameaçado de Extinção
Família Vespertilionidae				
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	Morcego	VS	Insetívoro	Não Ameaçado de Extinção
Ordem Carnivora				
Família Felidae				
<i>Felis silvestris catus</i> (Lineu, 1758)	Gato doméstico	VS, FT	Vertebrados	Não Ameaçado de Extinção
Família Canidae				
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	Raposa	VS, FT	Onívora	Não Ameaçado de Extinção
<i>Canis lupus familiaris</i> (Linnaeus, 1758)	Cão doméstico	VS, FT	Carnívora	Não Ameaçado de Extinção
Ordem Rodentia				
Família Muridae				
<i>Mus musculus</i> (Linnaeus, 1758)	Catita	EM	Onívoro	Não Ameaçado de Extinção
<i>Rattus rattus</i> (Linnaeus, 1758)	Rato	EM	Onívoro	Não Ameaçado de Extinção
<i>Rattus norvegicus</i> (Berkenhout, 1769)	Rato	EM	Onívoro	Não Ameaçado de Extinção

Fonte: Elaboração própria, 2009.

4.3. Meio Antrópico

4.3.1. Socioeconomia

4.3.1.1. Introdução

A importância da caracterização e da análise do ambiente socioeconômico, como parte de um mecanismo de tomada de decisão, diz respeito ao conhecimento da situação em que se encontram as comunidades humanas afetadas, como forma de minimizar o desequilíbrio entre os objetivos econômicos e ambientais resultantes do fato de que as necessidades humanas superam em muito a oferta de recursos naturais disponíveis para sua satisfação.

A questão humana importa nessa decisão, apesar de seus impactos ambientais, uma vez que pensada a ação humana sob o ponto de vista do desenvolvimento sustentável inclui de maneira equilibrada os objetivos sociais, econômicos e de preservação ambiental. A finalidade dos estudos nessa direção são essencialmente o componente humano e a qualidade de vida das populações humanas, já que eles visam preservar os recursos naturais para uso das gerações humanas futuras.

A dimensão socioeconômica deve, portanto, ser retratada em termos da dinâmica populacional e dos aspectos econômicos que incluem as condições de emprego e desemprego, dos rendimentos auferidos, e das atividades produtivas realizadas pelas comunidades direta e indiretamente afetadas.

Para efeitos deste estudo, será considerado que a área de influência do projeto está subdividida em duas áreas de referência:

- Área de Influência Indireta (AII): área do município de Natal; e
- Área de Influência Direta (AID): área compreendida pelos bairros da zona Sul da cidade: Lagoa Nova, Nova Descoberta, Candelária, Capim Macio e por dois bairros da zona leste: Tirol e Lagoa Seca (Figura 83).

Os dados utilizados têm como fonte os Censos Demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) anos 1991 e 2000, os Anuários Estatísticos do Rio Grande do Norte e Anuários de Natal referentes aos anos 2003 a 2008, o Cadastro Geral de Emprego e Desemprego (CAGED) do Ministério do Trabalho e do Emprego (MTE) e a pesquisa RM Natal: um retrato de 2000, além das publicações divulgadas

nos sites da Prefeitura Municipal do Natal e do Instituto de Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Norte (IDEMA) e outras referências.

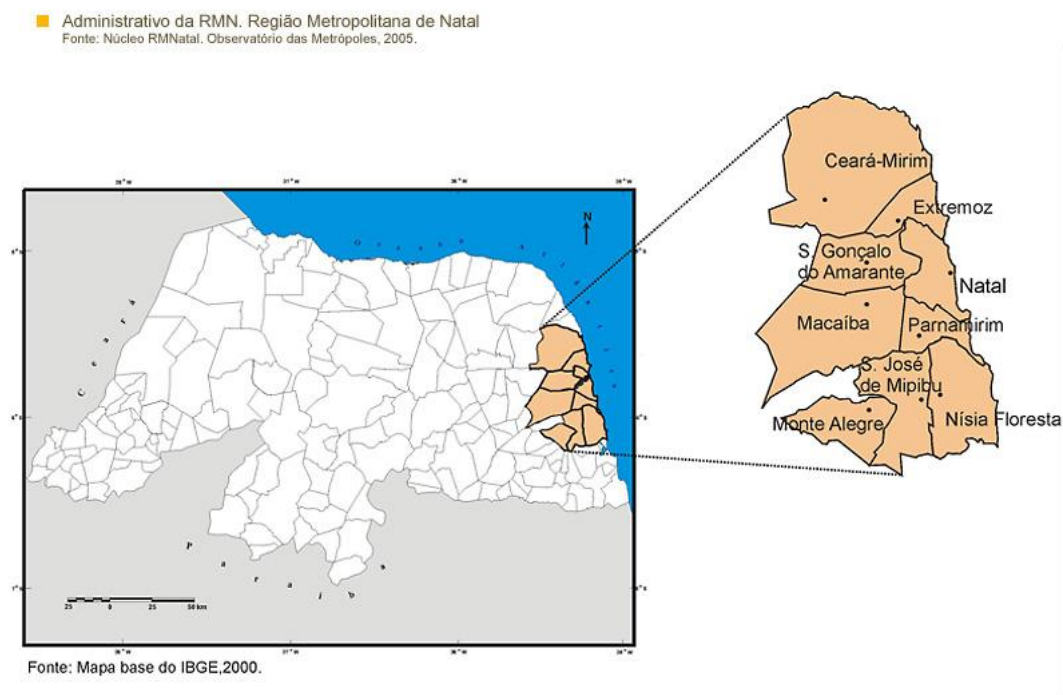
4.3.1.2. Localização e Limites Políticos e Administrativos da Cidade do Natal

A cidade do Natal, capital do Estado do Rio Grande do Norte, fundada em 25 de dezembro de 1599, nasceu às margens do Rio Potengi no extremo nordeste brasileiro. O nome da cidade é explicado em duas versões. A primeira versão refere-se ao dia em que a esquadra portuguesa, comandada por Mascarenhas Homem e Jerônimo de Albuquerque, entrou na barra do Rio Potengi com o objetivo de expulsar os franceses que exploravam pau-brasil, em 25 de dezembro de 1597. A segunda versão refere-se à data da demarcação do sítio, realizada por Jerônimo de Albuquerque no dia 25 de dezembro de 1599.

Antes de se chamar Natal, a cidade era conhecida como Cidade dos Reis em função do Forte dos Reis Magos construído para garantir a defesa dos portugueses colonizadores contra índios e corsários franceses (disponível em <http://www.natal.rn.gov.br/natal/ctd-669.html>, acessado em 22 de julho de 2009).

Natal está localizada no litoral oriental do Estado do Rio Grande do Norte, na mesorregião leste potiguar (IBGE), na microrregião de Natal (IBGE) e pertence à Região Metropolitana de Natal, composta pelos municípios: Ceará-Mirim, Extremoz, Macaíba, Monte Alegre, Nísia Floresta, Parnamirim, São Gonçalo do Amarante, São José de Mipibu, além da Própria Natal (Figura 83).

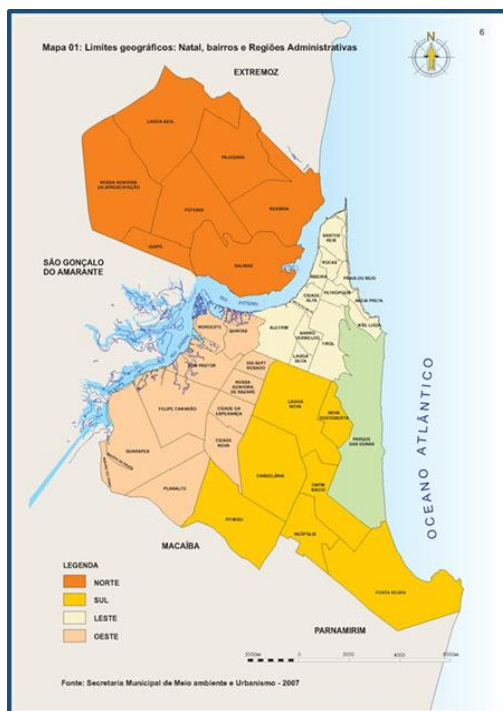
Figura 83. Metropolitana de Natal



Fonte: RM Natal: um retrato de 2000. Natal: UFRN, 2008.

De acordo com a divisão político-administrativa adotada pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA), Natal pertence à Zona Litoral Oriental e à subzona de Natal. Tem como coordenadas de referência a latitude 5° 47' 42" S e longitude 35° 12' 32" W, estando distante 2.509 km da capital do país. O município limita-se ao Sul com Parnamirim, a Sudoeste com Macaíba, ao Norte com Extremoz, a Oeste com São Gonçalo do Amarante e a Leste com o Oceano Atlântico (Figura 84).

Figura 84. Geográficos e Regiões Administrativas da Cidade do Natal



Fonte: Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo de Natal, 2007.

De acordo com a Lei Ordinária nº 03878/89, a cidade do Natal está subdividida administrativamente em trinta e seis bairros organizados em quatro regiões (a Figura 84 acima, ilustra essa situação):

- Norte: Lagoa Azul, Pajuçara, Potengi, Nossa Senhora da Apresentação, Redinha, Igapó e Salinas;
- Sul: Lagoa Nova, Nova Descoberta, Candelária, Capim Macio, Pitimbu, Neópolis e Ponta Negra;
- Leste: Santos Reis, Rocas, Ribeira, Praia do Meio, Cidade Alta, Petrópolis, Areia Preta, Mãe Preta, Alecrim, Barro Vermelho, Tirol e Lagoa Seca;
- Oeste: Quintas, Nordeste, Dix-sept Rosado, Bom Pastor, Nossa Senhora de Nazaré, Felipe Camarão, Cidade Esperança, Cidade Alta, Guarapes e Planalto.

A Área de Influência Direta considerada neste estudo, conforme dito, toma como referência seis bairros pertencentes às regiões Sul e Leste cujas atividades estarão mais diretamente envolvidas nas etapas de instalação e operação do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO.

4.3.1.3. Dinâmica Populacional

A demografia e a mobilidade social é uma variável muito importante para se entender a dinâmica do crescimento e desenvolvimento de uma cidade. Nesse sentido, este estudo compreende o levantamento e a análise sócio-econômica da população.

a. Área de Influência Indireta (AII)

Considerando os Censos Demográficos do IBGE dos anos de 1991 e 2000, a população da cidade do Natal passou de 606.887 para 712.317 habitantes, o que representa um crescimento de 17,37% no período analisado, cerca de 1,9% ao ano.

A densidade demográfica observada em Natal e sua Região Metropolitana (RM) é a maior do Estado e somente o município do Natal concentra mais de 64% da população residente em sua RM.

Observa-se um aumento, embora muito pequeno, na participação do sexo masculino na população total, passando de 46,55% em 1991 para 46,94% em 2000, enquanto na população feminina observa-se uma tendência de redução no mesmo período, passando de 53,45% para 53,06%, do contingente populacional do Município. No que tange à densidade demográfica, Natal é um cidade com uma área total de 170,298 Km² representando, com isso as razões de 3.564 hab/km², em 1991 e 4.183 hab/km², em 2000.

Segundo estimativas do IBGE para o ano de 2007, a população de Natal passou a aproximadamente 759.787 habitantes, representando uma taxa de crescimento anual de cerca de 1,1%, inferior à observada no período 1991-2000. Na mesma direção, observou-se uma maior densidade demográfica em 2007, que saltou para 4.462 hab/km². Quanto à participação segundo sexo, estima-se que a maioria da população de Natal continua sendo feminina (53,01%).

Nesse sentido, em comparação com os dados apresentados nos Censos 1991 e 2000, observou-se uma tendência de aumento na proporção de homens e redução na participação feminina, além de um crescimento da densidade demográfica na população da cidade do Natal, conforme a Tabela 17.

Tabela 17. População Masculina e Feminina de Natal

ANO	Total	Sexo		Participação		Densidade Demográfica (hab/km²)
		Masculino	Feminino	Masculino	Feminino	
2007	759.787	357.050	402.737	46,99%	53,01%	4.462
2000	712.317	334.355	377.962	46,94%	53,06%	4.183
1991	606.887	282.527	324.360	46,55%	53,45%	3.564

Fonte: Censo Demográfico, IBGE; Anuário de natal, 2009

Essa maior densidade demográfica é consequência do desenvolvimento recente da cidade que, juntamente com a boa qualidade de vida (qualidade do ar, condições satisfatórias de balneabilidade das praias urbanas, baixos índices de violência urbana, boa oferta de serviços como saúde e educação, entre outros fatores), atrai grande contingente populacional de outras regiões do país, além de um percentual representativo de imigrantes, principalmente europeus, tornando a cidade a cada ano mais cosmopolita.

b. Área de Influência Direta (AID)

De acordo com o Censo Demográfico de 2000, a população total dos bairros que compõem a AID é de aproximadamente 108.706 habitantes, representando 15,3% da população de Natal, dos quais 55,35% representam a população feminina e 44,65% a masculina.

O bairro de Lagoa Nova, onde se realizará o empreendimento, é o mais populoso, com 35.569 habitantes, configurando-se como bairro eminentemente comercial e residencial (ver Tabela 18).

Tabela 18. População Masculina e Feminina da Área de Influência Direta

Bairro	Homens	Mulheres	Total
Lagoa Nova	15.909	19.660	35.569
Nova Descoberta	5.668	6.813	12.481
Candelária	8.318	10.366	18.684
Capim Macio	9.356	11.166	20.522
Tirol	6.371	8.428	14.799
Lagoa Seca	2.919	3.732	6.651
TOTAL	48.541	60.165	108.706

FONTE: Anuário de Natal, 2006.

4.3.1.4. Aspectos Econômicos

O Produto Interno Bruto (PIB) corresponde à soma de todos os bens e serviços produzidos em uma economia, em um período temporal pré-determinado, geralmente um ano. Ele pode ser calculado por três óticas alternativas: o da renda, da produção e da despesa. Assim, são calculados todos os bens e serviços produzidos em cada setor da economia: primário (agropecuário), secundário (indústria) e terciário (comércio e serviços). Para evitar dupla contagem de cada item componente do PIB, entende-se a economia como uma sucessão dos três setores mencionados. Dessa maneira, descontando-se os valores adicionados nas etapas anteriores, pode-se obter a contribuição final de cada setor de atividade, desde que a mesma não seja atividade transformadora.

A economia de Natal é bastante concentrada no setor terciário (comércio e serviços), com destaque para o setor de turismo, que terá tratamento específico neste estudo.

A Tabela 19 apresenta uma série histórica do PIB do município do Natal, para o período de 2004 a 2006. Pelos dados, observa-se que o PIB total do município apresentou um crescimento real (dados deflacionados pelo Índice Geral de Preços Médios - IGP-M, da Fundação Getúlio Vargas – FGV) de aproximadamente 5,4% no período analisado, apresentando uma média anual de 2,7% de crescimento.

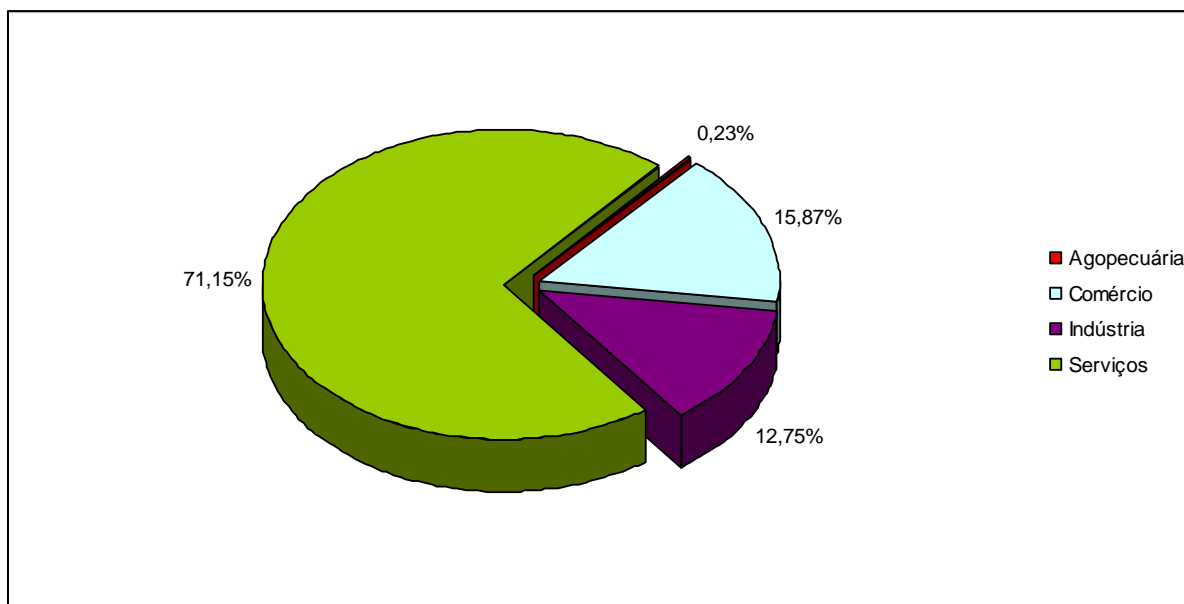
Tabela 19. Produto Interno Bruto de Natal – 2003-2006

PIB (em R\$ mil) Preços Correntes	2004	2005	2006
Total	4.023.667,94	4.186.828,02	4.457.479,51
Agropecuária	14.272,17	15.902,00	10.120,50
Indústria	647.057,96	556.369,56	568.438,06
Serviços	2.695.846,07	2.934.032,35	3.171.479,48
Comércio	666.491,74	680.524,11	707.441,47

Fonte: IBGE

A Figura 85 mostra a participação dos setores da economia no PIB total de Natal. Pelos dados, observa-se que mais de 87% do PIB natalense corresponde à produção dos setores de comércio e serviços somados, sendo o PIB agropecuário o menos representativo (aproximadamente 0,23% do PIB municipal). Esse fato pode ser explicado pelo fato de Natal ser um município cuja área urbana já abrange toda a área municipal. O setor industrial responde por cerca de 12,75% do PIB municipal.

Figura 85. Interno Bruto de Natal por Setores de Atividade - 2006



Fonte: Anuário de Natal, 2006

Esta etapa do estudo socioeconômico objetiva caracterizar e analisar a economia natalense. Dessa maneira, se concentra em alguns indicadores orientadores do

estudo dos impactos na socioeconomia de um empreendimento do porte do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO.

As variáveis analisadas são: População Economicamente Ativa (PEA), emprego e renda e produção nos setores primário, secundário e terciário.

a. População Economicamente Ativa (PEA)

A PEA é uma parcela da população com idade igual ou superior a 10 anos (População em Idade Ativa – PIA) que se encontra ocupada ou procurando emprego na semana em que a pesquisa de emprego e desemprego é realizada. A diferença entre PIA e PEA é conhecida como PNEA, ou População Não Economicamente Ativa. A Tabela 20 mostra a evolução da PIA e da PEA em Natal nos anos 1991 e 2000, de acordo com os Censos Demográficos desses anos.

Enquanto o crescimento da PIA tem uma relação direta com o saldo entre natalidade e mortalidade em uma determinada economia, a evolução da PEA sinaliza a quantidade dessas pessoas diretamente envolvidas com o mercado de trabalho.

De acordo com os dados relativos à cidade do Natal, a PEA de 1991 e de 2000 eram, respectivamente, 39,15% e 44,76% da população total do município, mostrando que mais de 5% da PIA natalense passou a integrar a PEA durante a década em estudo. Nessa década, enquanto a PIA registrou um crescimento de aproximadamente 23,8%, a PEA registrou um crescimento de mais de 34%, confirmando a existência de um mercado de trabalho mais amplo na cidade do Natal.

Esse fato deve-se principalmente a um ambiente mais favorável devido à estabilidade econômica pós-Real com implicações positivas também para a economia de Natal, além do aumento dos volumes de investimentos propiciados por uma política pública fortemente inclinada à expansão do setor do turismo.

Tabela 20. População Economicamente Ativa em Natal – 1991 e 2000

Grupos de Idade	PIA		PEA	
	1991	2000	1991	2000
10 a 19 anos	131.455	151.014	25.846	34.204
20 a 29 anos	121.861	130.687	84.356	97.979
30 a 39 anos	86.597	113.271	64.904	88.926
40 a 49 anos	56.541	80.633	39.555	60.241
50 a 59 anos	33.787	51.311	16.148	27.889
60 anos ou mais	40.934	56.269	6.784	9.581
TOTAL	471.175	583.185	237.593	318.820

Fonte: IBGE: Censos Demográficos de 1991 e 2000

Outro dado a ser observado a partir da Tabela 20 é o envelhecimento da PEA em Natal no período analisado. A população com idade entre 20 e 29 anos é a que tem a maior participação na PEA em todo o período analisado, mas se observa que sua participação caiu significativamente (de 35,5% da PEA total em 1991 para 30,73% em 2000), enquanto que a população com idade acima de 40 anos cresceu de uma participação de 26,3% em 1991 para mais de 30% da PEA total em 2000. Os demais grupos de idade não apresentaram variação considerável.

Isso pode ser explicado pela melhoria da qualidade de vida na cidade do Natal em virtude da ampliação dos serviços de saúde e de infra-estrutura básica, prolongando a vida útil da população.

A mão-de-obra mais experiente também passa a concorrer no mercado de trabalho com trabalhadores mais jovens que precisam dedicar mais tempo no processo de educação para um mercado de trabalho cada vez mais tecnologicamente avançado. O que explica um contingente significativo de pessoas na faixa entre 30 e 39 anos, que migram para a PNEA, porque perderam seus empregos recentemente e deixam de procurar emprego de imediato, para se requalificarem.

b. Emprego e Renda

No tocante ao comportamento do emprego e da renda na cidade do Natal, a Tabela 21 mostra uma série histórica com os indicadores relativos ao período 2003 e 2008 de salários médios, admissões, desligamentos e o saldo de empregos criados anualmente. Esses dados mostram a capacidade de criação de empregos na cidade

do Natal, assim como a renda gerada nesses empregos e a rotatividade da mão-de-obra.

Observa-se que os salários médios e admissões cresceram em todo o período analisado com ênfase para os quatro últimos anos da série. A rotatividade da mão-de-obra na economia natalense é bastante alta, uma vez considerado que o número de desligamentos também cresceu em todo o período, chegando, inclusive a superar o de admissões nos anos de 2006 e 2008.

Tabela 21. Salários e Emprego Formal em Natal - 2003-2008

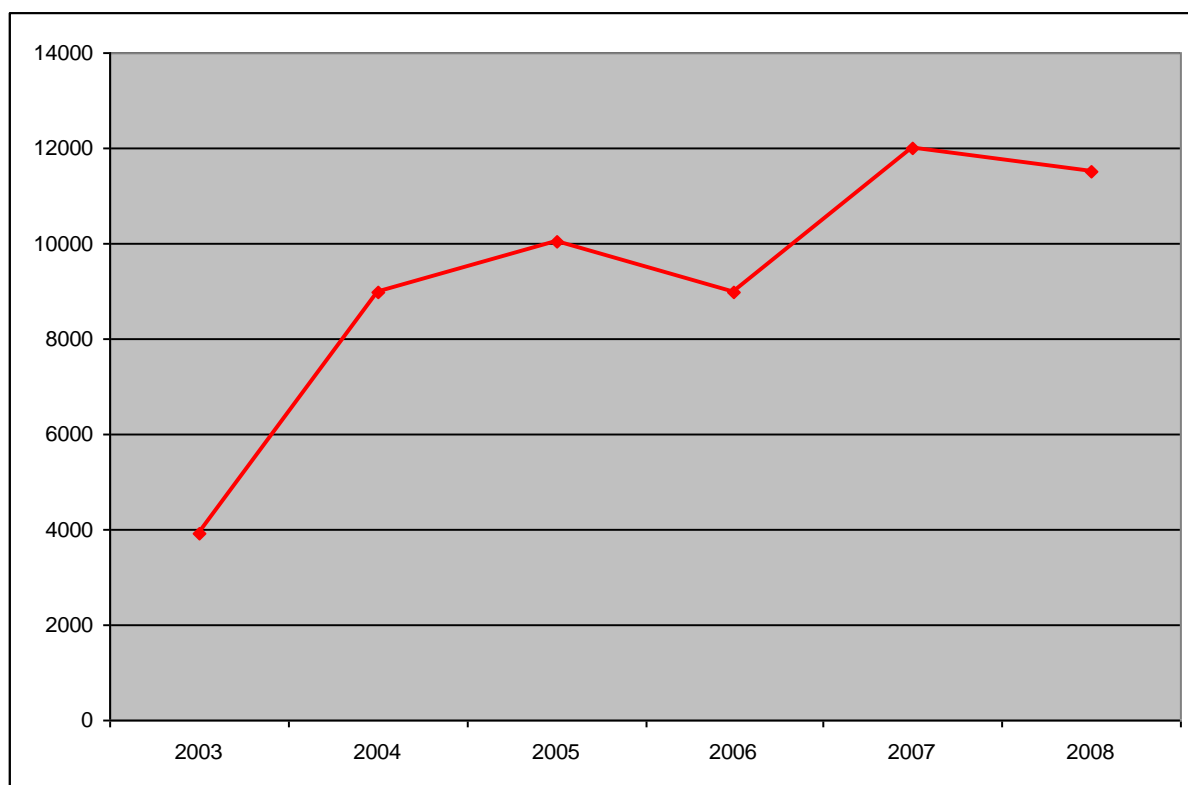
Ano	Salário médio (R\$)	Admissões	Desligamentos	Saldo
2003	R\$ 473,47	42821	39302	3519
2004	R\$ 538,49	50731	41787	8944
2005	R\$ 542,58	59020	49013	10007
2006	R\$ 653,28	62057	53038	9019
2007	R\$ 699,84	71791	59916	11875
2008	R\$ 825,63	84427	72789	11638

Fonte: MTE - Perfil dos Municípios

Com relação aos saldos entre admissões e desligamentos (criação de novos empregos), a economia natalense acompanha a tendência verificada na economia nacional. Isso se confirma pela correlação observada de 70% entre os saldos nacional e municipal, no período analisado.

O início da reversão desse ciclo de crescimento do emprego e da renda em Natal se apresenta a partir do final de 2008, como resposta à crise econômica internacional. Isso ocorre pelo fato da economia natalense estar muito centrada no turismo, pela capacidade desse setor de multiplicar emprego e renda nos demais setores da economia e por terem sido implementadas políticas de atração em massa de turistas estrangeiros, especialmente europeus, tornando a economia do município mais sensível à crise econômica mundial, iniciada no setor imobiliário nos Estados Unidos da América, desde 2006.

Figura 86. Flutuações do Emprego Formal em Natal – 2003-2008

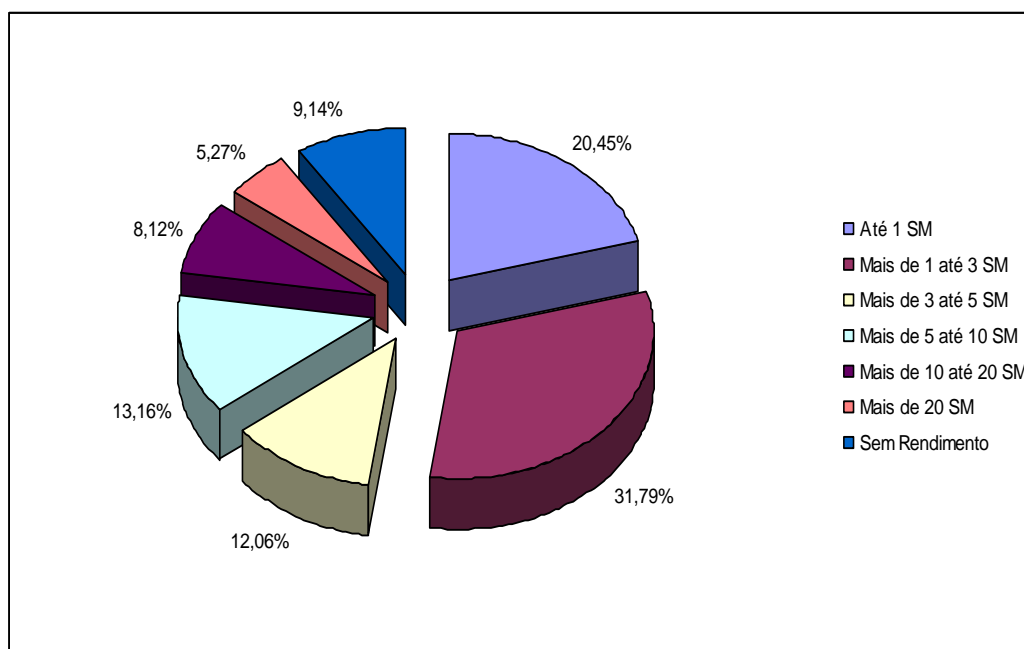


Fonte: CAGED/MTE

Um dos fatores de suma importância na análise da realidade socioeconômica de uma região é a sua distribuição de renda. Por ela, pode-se identificar o perfil da área em estudo no que se refere às possíveis carências das políticas de geração de emprego e renda implementadas pelo setor público.

Como mostra a Figura 87, mais de 61,38% da população da cidade do Natal tem rendimentos inferiores a 3 salários mínimos. Só este dado já é bastante para afirmar que a renda em Natal encontra-se fortemente concentrada. Visto pelo lado das mais altas rendas, percebe-se que as famílias com rendimentos superiores a 10 salários mínimos representam pouco menos de 13,5% de toda a população.

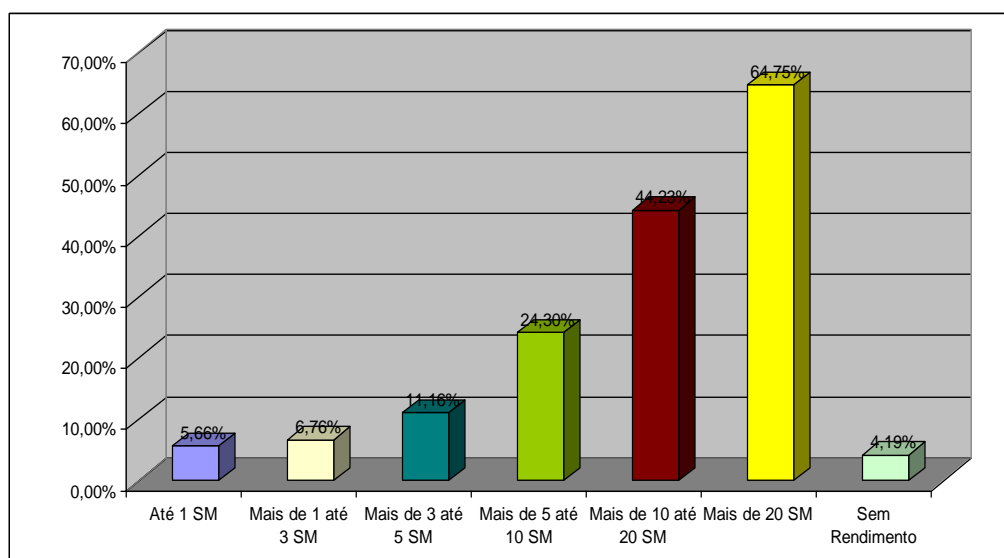
Figura 87. Distribuição da População de Natal em Classes de Rendimentos – 2000



Fonte: Anuário Natal - 2006

Mesmo observando que boa parte da população estaria com rendimentos abaixo dos 3 salários mínimos, a AID guarda características diferentes da AII, conforme a Figura 88.

Figura 88. Participação da AID nas Classes de Rendimentos – 2000



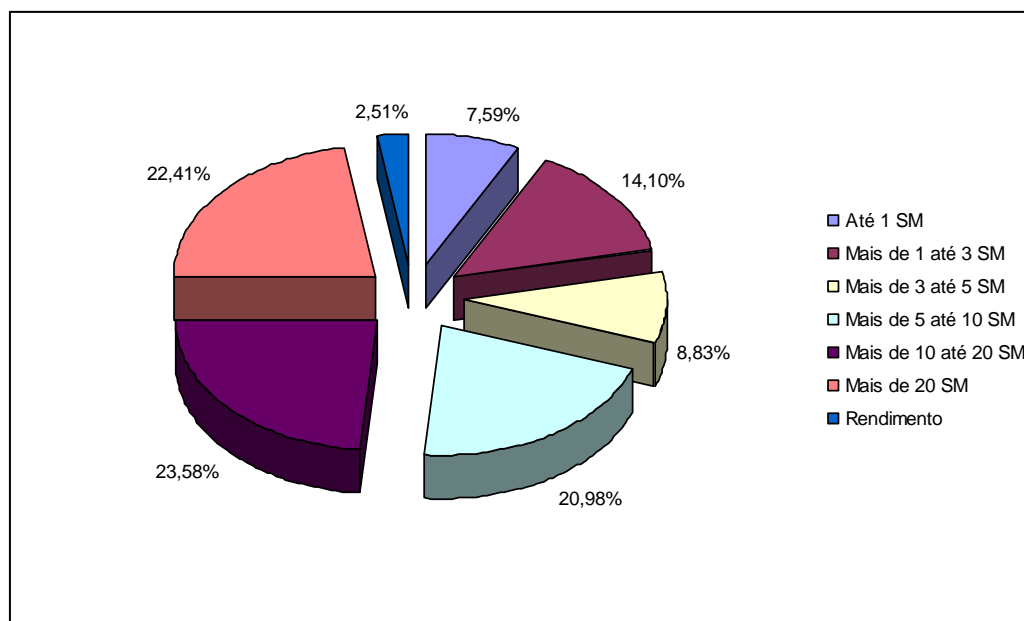
Fonte: Anuário Natal 2006

A Figura 89 mostra a participação das famílias residentes na AID em cada faixa de renda, com relação à população total do município do Natal. Assim pode-se observar que, de todas as famílias natalenses com renda superior a 20 salários mínimos, 64,75% delas encontram-se na AID. Da mesma forma, das famílias natelenses que auferem renda entre 10 e 20 salários mínimos, 44,23% encontram-se na AID. Isso confirma que a AID é bastante representativa das classes econômicas mais elevadas da cidade.

Em sentido exatamente oposto à situação observada em Natal, a AID apresenta a grande maioria de seu contingente populacional situada nas mais elevadas classes de rendimentos. A Figura 89 mostra a distribuição da população entre as classes de rendimentos. Por ele, observa-se que quase 67% da população residente na AID auferem renda superior a 5 salários mínimos e que essas famílias são residentes principalmente dos bairros de Candelária e Capim Macio.

Por outro lado, as menores rendas representam apenas 24,2% da população dessa área e é importante destacar que essas famílias encontram-se principalmente nos bairros Nova Descoberta e Lagoa Nova.

Figura 89. Distribuição da População na AID por Classe de Rendimentos – 2000



Fonte: Anuário Natal - 2006

c. Atividades Empresariais

Na cidade do Natal, no ano de 2006 foram contabilizadas mais de 33 mil atividades empresariais, concentradas principalmente no comércio (17.594) e serviços (12.051). As atividades industriais mostram-se com apenas 4.119 empreendimentos, confirmando novamente a tendência da economia da cidade para as atividades de comércio e serviços.

A Tabela 22 apresenta as quantidades de atividades empresariais instaladas na AID, no ano de 2006. Em termos gerais, a AID mostra o mesmo comportamento econômico observado em toda a cidade do Natal, apesar de suas diferenças em termos da renda da população. Com exceção da indústria, os números de atividades entre os setores econômicos encontra-se igualmente distribuídos em todos os bairros da AID.

O Bairro de Lagoa Nova, onde será construído o ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, detêm a maior quantidade de atividades instaladas (4.100) nos setores analisados, demonstrado uma capacidade satisfatória de atender às futuras demandas originadas pelo novo empreendimento.

Tabela 22. Atividade Empresarial por Setor- 2006

Bairros	Indústria	Comércio	Serviços	Total
Lagoa Nova	525	1827	1790	4.142
Nova Descoberta	61	205	182	448
Candelária	195	640	548	1383
Capim Macio	175	733	728	1636
Tirol	80	161	183	424
Lagoa Seca	135	498	365	998
Total AID	1.171	4.064	3.796	9.031
TOTAL AI	4.119	17.594	12.051	33.764

Fonte: Anuário Natal 2006

As atividades empresariais estratégicas são aquelas que preparam a região para o desenvolvimento. Nesse sentido, a Tabela 23 apresenta as quantidades de empreendimentos estratégicos instalados na AID. Destacam-se os serviços

Bancários, o comércio de gêneros alimentícios, supermercados, restaurantes, postos de gasolina, estabelecimentos educacionais, educação técnica profissionalizante e serviços de saúde.

Tabela 23. Empreendimentos Estratégicos na AID – 2009

Empreendimentos Estratégicos	Lagoa Nova	Nova Descoberta	Candelária	Capim Macio	Tirol	Lagoa Seca
Agências Bancárias	5	0	3	1	7	1
Gêneros Alimentícios	76	20	38	28	43	21
Supermercados	2	2	3	1	3	0
Restaurantes	37	8	29	24	26	7
Postos de Gasolina	5	0	4	1	3	1
Educação	46	7	4	13	35	8
Esc. Técnica Profissionais	3	0	0	0	8	0
Hospitais	3	1	0	0	7	0
Postos de Saúde	1	0	1	1	1	0
Segurança Pública	0	0	0	0	2	0

Fonte: Pesquisa Direta

d. Setor primário

Por ser um município cujas atividades principais se originam do setor administrativo, representado pelas principais repartições públicas federais e estaduais, e o setor turismo, e não possuir área rural devido ao avanço de seu processo de metropolização, o setor primário tem uma pequena, ou mesmo inexpressiva, representatividade na economia local.

Destacam-se os produtos de origem animal, como leite e a criação de bovinos, suínos, eqüinos, asininos, muare e aves, cuja produção é realizada por cerca de 159 empresas que ocupam 838 pessoas, das quais apenas 267 são assalariadas.

Mesmo considerando que toda a área do município de Natal é urbana, pode-se observar em seu perímetro os plantios de banana, caju, coco-da-baía e manga, mas, da mesma forma com pequena ou nenhuma representatividade frente às demais

atividades econômicas locais (comércio e serviços em geral) e às demais regiões do estado.

A cidade de Natal é abastecida de produtos agrícolas tanto pelos municípios da Região Metropolitana de Natal como de outros municípios próximos à capital, na região litorânea.

e. Setor Secundário

O setor secundário do município do Natal não se caracteriza pela presença de atividades do setor considerado tradicionalmente como indústria pesada, isto é, inexistente a indústria de base (bens de produção) e a de bens de capital.

Em todo o município de Natal, as atividades industriais mais representativas são as de informática, fabricação e venda por atacado de móveis, pequenas metalúrgicas, de componentes elétricos e eletrônicos, confecções femininas e produção e distribuição de produtos farmacêuticos.

Na AID, predomina basicamente atividades da indústria de bens de consumo de caráter mais artesanal e manufatureira. Estão disponíveis no perímetro definido, 36 pequenas empresas de montagem e vendas de computadores, 7 metalúrgicas, 5 de petróleo e derivados, 4 de produtos farmacêuticos. Essa área da cidade tem vocação predominante no setor residencial e de serviços, consequentemente atividades industriais mais tradicionais não são adequadas, em virtude do impacto que normalmente podem gerar.

f. Setor Terciário

A atividade predominante em Natal durante muitos anos foi a administrativa, devido à quase inexistência de atividades econômicas relevantes para torná-la um centro comercial importante.

Na década de 1970, a realização de alguns empreendimentos públicos e privados importantes redefiniram a dinâmica econômica e espacial da cidade e suas adjacências, como a construção do Campus Universitário da UFRN, a instalação do

Laboratório do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); a instalação do Centro de lançamentos de foguetes de Barreira do Inferno; a presença de instituições como o CATRE (formação de pilotos) e, ainda, a transferência do Comando do III Distrito Naval do Recife para Natal em 1975 (Silva e Gomes, 2007).

O crescimento da atividade turística, a partir dos anos 1980, incentivou ainda mais o desenvolvimento do setor de serviços, capitaneado, principalmente, pela construção do HiperBompreço e a implementação do Projeto Via Costeira/Parque das Dunas.

Neste período, a construção da Via Costeira – uma duplicação da estrada que ligava a Praia de Ponta Negra às proximidades do Forte dos Reis Magos – foi outro grande investimento em infra-estrutura, acompanhado da construção de vários hotéis de alto padrão em seu percurso. O que proporcionou um maior dinamismo à atividade turística no espaço metropolitano de Natal.

Este fator, aliado ao novo formato de grande loja de departamentos, trazido pelo novo HiperBompreço, situado na Av. Prudente de Moraes, modifica os padrões do setor terciário na cidade do Natal, caracterizada anteriormente pela presença apenas de supermercados, lojas de departamento e prestação de serviços.

Ao longo do tempo, novas empresas de serviços estabeleceram-se no entorno do HiperBompreço e redefiniu uma nova organização espacial na cidade. A proposta de empreendimentos do tipo Shopping Center, que concentra vários tipos de comércio e serviços em um mesmo lugar, passa a ser disseminada em toda cidade, mesmo não seguindo os padrões arquitetônicos das grandes cidades brasileiras.

A implantação desse novo tipo de estabelecimento comercial, portanto, confere uma nova dinâmica no fluxo de pessoas, exigindo o melhoramento dos equipamentos urbanos, como a abertura e a ampliação de avenidas e passarelas.

Esses novos padrões de serviços modificaram as relações comerciais com os demais municípios do RN, cujas economias, com exceção de Mossoró, não ofereciam alternativas modernizadoras, podendo-se afirmar que a atividade comercial estava, neste momento, ainda bastante concentrada em Natal.

Posteriormente, a inauguração do Natal Shopping, em 1994, também estimulou uma significativa mudança na configuração urbana do bairro Candelária e suas adjacências. Além disso, com a implantação do Distrito Industrial e a expansão dos

serviços articuladas principalmente à atividade turística, o crescimento urbano de Natal consolidou-se no sentido Norte/Sul, causando uma gradativa desconcentração das atividades comerciais

Com todas essas reorganizações na estrutura urbana, o turismo também logo se tornou um fator importante na organização e definição do espaço de Natal, uma vez que estimulou o crescimento na direção sul, consolidando um processo de transbordamento do município do Natal em direção às outras cidades que formam sua RM, enfatizado pela construção da BR-101 – eixo viário de acesso às praias do litoral norte – e pelo crescimento das atividades terciárias neste eixo.

Como consequência dessa remodelação e crescimento urbano, novos espaços mais amplos e com melhor infra-estrutura surgiram para o estabelecimento de outros serviços, surgindo, assim, territorialidades definidas por setores específicos. É o caso, por exemplo, do setor de saúde que tem se concentrado fortemente nos bairros de Petrópolis e Tirol, que concentram grande quantidade de hospitais, clínicas médicas, sedes administrativas de planos de saúde, laboratórios de análises clínicas e consultórios odontológicos (Silva e Gomes, 2007).

Nesse sentido, o espaço começou a se estruturar a partir de grandes eixos viários que, por sua vez, se constituíram em áreas de forte concentração de atividades terciárias favorecendo a metropolização da cidade de Natal com cidades circunvizinhas.

As atividades de comércio e de serviços passaram a ocupar as longas avenidas, denominadas de “vias expressas de circulação” que cortam a cidade nos diversos sentidos, conferindo a lógica da configuração espacial e garantindo maior solidez à expansão e desenvolvimento do capital. Tais “vias expressas de circulação” são as seguintes: Av. Hermes da Fonseca/ Salgado Filho; Av. Prudente de Moraes; Av. Engenheiro Roberto Freire, Av. Tomaz Landim, Av. Ailton Sena; Av. Jaguarari; Av. Bernardo Vieira e a Av. Coronel Estevam, também conhecida como Avenida 9.

Enfim, a desconcentração do comércio está associada à intensa expansão urbana vivenciada pela cidade do Natal, principalmente nas três últimas décadas do século XX que provocou uma descentralização do setor de comércio e serviços e, desse modo, uma nova organização do espaço metropolitano surge baseada numa indústria do turismo predominante.

4.3.2. Infra-estrutura social e organizacional

O estudo do RAS na sua totalidade procura realizar as combinações nos componentes ambientais estudados, tais como: síntese da qualidade ambiental da área de influência direta e indireta e dos levantamentos dos condicionantes físico, biológico e antrópico (socioeconômico), utilizando o máximo possível todas as informações disponíveis, incluindo dados estatísticos, textos e mapas, tabelas, plantas figuras, pesquisas *in loco*, dentre outras formas de investigação científica de suporte a uma análise holística.

O empreendimento objeto de estudo deste RAS - Relatório Ambiental Simplificado, trata-se de um complexo denominado de ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, localizado no bairro de Lagoa Nova – Natal/RN e é parte das ações necessárias a participação da cidade como sub-sede da Copa Mundial de Futebol de 2014. O empreendimento situa-se em área urbana, da qual se destaca fácil acessibilidade e infra-estrutura urbana e de serviços favoráveis, com ruas pavimentadas, drenadas, sistema de telefonia, iluminação pública, transportes, proximidade do aeroporto através da interligação com a BR-101, além de uma expressiva infra-estrutura de serviços.

A abordagem metodológica adotada para a análise de aspectos relacionados ao meio antrópico, teve por princípio a consideração do conjunto dos prováveis efeitos ambientais provocados pela construção do empreendimento - ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, em área totalmente adensada. Assim, seguiram-se algumas etapas com análises de natureza qualitativa e quantitativa, tomando-se como referência pesquisas bibliográficas, documentais e resultados de pesquisa já realizadas para a região, área de influência direta e indireta do empreendimento.

A título de conhecimento maior sobre a região e sua inserção local, inicialmente foram consideradas algumas tendências recentes observadas na dinâmica de crescimento da cidade. Em seguida, é apresentada uma leitura da área de influência direta – AID e área de influência indireta – AII. A primeira inclui os bairros Tirol, Lagoa Seca, Lagoa Nova, Nova Descoberta, Candelária e Capim Macio. Os demais bairros da cidade compreendem a área de influência indireta.

Da dinâmica recente de Natal, destaca-se o complexo das atividades voltadas para turismo e lazer, comércio com destaque para o varejo moderno e para o comércio exterior, a indústria da construção civil articulada às atividades imobiliárias, a cadeia produtiva formada pela atividade pesqueira, indústria de transformação com destaque para os arranjos produtivos constituídos pela indústria têxtil e de confecções e para o de alimentos e bebidas, complexo de serviços voltados para a educação e saúde, tanto público como privado, com destaque para o dinamismo dos serviços privados. (Bacelar, 2006)

Natal, além do seu fortalecimento como centro terciário, inclui a expansão da atividade de turismo e dinâmica do mercado imobiliário. Conforme reafirmado em estudo sobre roteiros turísticos para o Rio Grande do Norte (2002), os produtos turísticos do estado são predominantemente “sol e praias”, com localização nos municípios de Tibau do Sul, Nísia Floresta, Extremoz, Ceará-Mirim e Maxaranguape, além de Natal. Ou seja, a atividade de turismo inclui o espaço metropolitano, com concentração da infra-estrutura hoteleira, bares e restaurantes em Natal. A seguir, na Tabela 24, são apresentados alguns indicadores sócio-demográficos para o município.

Tabela 24. Indicadores Sócio-Demográficos

Indicador	Total
População (2007)	774220
Renda per Capta	339,92
Intensidade da Pobreza	42,52
Índice de Desenvolvimento Humano	0,788
Esperança de Vida ao Nascer	68,78
Probabilidade de Sobrevivência até 60 anos	78,52

Fonte: PNUD. **Atlas do Desenvolvimento Humano**. 2000 et IBGE: Contagem Populacional, 2007 apud SILVA, Algéria, 2008

As informações acima apontam para uma situação que, mesmo não se configurando uma situação de carência plena, também não é das mais promissoras: a intensidade da pobreza (42,52) e a renda média (339,92) são indicativos da concentração de riqueza, também confirmadas pelas informações a seguir, na Tabela 25.

Tabela 25. Natal: Porcentagem da Renda Apropriada por Estratos da População

Estratos População	1991	2000
20% mais pobres	2,6	1,9
40% mais pobres	8,1	6,8
60% mais pobres	17,4	15,2
80% mais pobres	35,0	31,4
20% mais ricos	65,0	68,6

Fonte: PNUD. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2000.

Parte expressiva da dinâmica econômica de Natal na presente década é aceita, portanto, como decorrente da dinamização do turismo, dos meios de hospedagem, bares, restaurantes, como também fortalecimento do setor da construção civil. Como decorrência dessa dinâmica, ou como parte constituinte da mesma, destaca-se a ampliação das atividades de serviços, ampliação de indústrias que fornecem produtos aos agentes de turismo, a saber: indústria de vidros, indústria têxtil, ampliação do número de lojas de material de construção civil e de alimentos, entre outros.

A reconstituição do processo de dinamização do turismo requer o registro de um Projeto de Governo, de natureza estruturante, proposto no final dos anos 1970: o Projeto Via Costeira. A proposta de dinamizar o turismo em Natal se deu, portanto, já na primeira metade da década de 1980, a partir de uma definição de governo que desenvolveu políticas específicas para tal fim. A prioridade concedida aos investimentos voltados para o turismo permitiu a implantação do Parque Hoteleiro da Via Costeira e expansão de atividades direcionadas ao Turismo por toda a cidade: hotéis, pousadas, bares, restaurantes, agências receptoras, entre outros serviços. Ou seja, o projeto para o desenvolvimento do turismo se apóia nos aspectos de natureza ambiental e cultural da região, onde a principal atração consiste na exploração dos sistemas de dunas, lagoas e praias.

Para o conjunto da cidade, além do turismo e da construção civil, destacam-se como principais atividades econômicas: pesca, comércio e a atividade industrial.

Particularmente cabe destacar o nascente comércio sofisticado, com ampliação dos espaços de *shopping centers*, unidades de redes de supermercado nacionais e internacionais e a emergência de ruas especializadas, cuja parte mais dinâmica está

localizada na área de influência direta do empreendimento ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E SUAS ÁREAS DE ESTACIONAMENTO.

Apesar das fragilidades da adoção do número de turistas como indicador de desenvolvimento, prevalecendo em análises recentes à qualidade dos fluxos, de forma sistemática o fluxo de turistas que se dirigem a Natal é apresentado como indicador da dinâmica da atividade. No período que compreende os anos de 2001 a 2006, por exemplo, o número de turistas em Natal se manteve crescente, conforme demonstrado no quadro (Tabela 26) abaixo. Ainda que predominem as visitas de turistas nacionais (fluxo interno), destaca-se o crescimento do número de visitantes estrangeiros, de diferentes origens: Portugal, Itália, Argentina, Suécia, Espanha, Alemanha, Finlândia, entre outros, conforme demonstrado a seguir.

Tabela 26. . Natal: evolução do fluxo turístico

Ano	Interno	Externo	Total
2001	985.095	104.015	1.089.110
2002	882.227	117.467	999.694
2003	837.911	168.885	1006.766
2004	975.296	226.915	1.202.211
2005	1040.321	265.36	1.267.236

Fonte: Setur e SEMURB, 2007

A dinâmica observada para o município também reproduz transformações do mundo do trabalho em escala mundial que comportaram, além de mudanças qualitativas nas relações de trabalho, situações de desemprego que se repetem também nos países ricos: desemprego estrutural. Em Natal os registros de desemprego são contínuos, particularmente para o conjunto de trabalhadores com escolaridade limitada, conforme demonstrado na Tabela 27, a seguir, cujas taxas de desemprego em todas as regiões as cidade se situam acima de dez por cento.

Tabela 27. Taxa de Desemprego da População de 20 a 59 Anos, segundo as zonas administrativas de Natal

Zonas	Taxa de Desemprego
Norte	18,74
Sul	10,86
Leste	13,44
Oeste	16,24
NATAL	15,26

Fonte: SILVA, Algéria, 2008 (IBGE: Censo Demográfico 2000. Tratamento dos Dados: Núcleo RMNatal)

Aos dados do quadro acima, somam-se informações relacionadas ao percentual de empregados com trabalho protegido, ou seja, trabalhadores com registro em carteira, funcionários públicos e pessoas com vínculos e inserções formais (SILVA, 2008). Uma leitura das informações do quadro abaixo (Tabela 28), com as informações do quadro anterior sinaliza para dinâmicas associadas ao mercado informal, uma vez que a associação das duas informações não abrangem os 100% correspondente ao universo dos trabalhadores aptos ao trabalho. Sabe-se que o crescimento do setor de serviços contém em si uma expressiva participação de trabalhadores informais, e isso também é observado em Natal, em que pese às escassas informações estatísticas.

Tabela 28. Percentual de Empregados com Trabalho Protegido

Zonas	% de Empregados com Trabalho protegido
Norte	58,37
Sul	65,91
Leste	63,43
Oeste	52,87
NATAL	59,61

Fonte: SILVA, Algéria. 2008.

A dinâmica acima apresenta como resultados indicadores de desenvolvimento humano (Tabela 29), ainda pouco expressivos no contexto nacional, mas compatíveis com os demais estados da região Nordeste. O IDH de Natal situa-se

nacionalmente na 874ª posição, sendo a segunda capital da região (a primeira é Salvador).

Tabela 29. Natal: Desenvolvimento Humano - índices

Índice	1991	2000
Índice de Desenvolvimento Humano	0,733	0,788
Educação	0,808	0,887
Longevidade	0,693	0,730
Renda	0,699	0,746

Fonte: PNUD. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2000

Natal também se constitui referência estadual no atendimento à saúde, apesar da ampliação quantitativa e qualitativa dos serviços de saúde na rede do interior do estado, particularmente em municípios referências regionais como, por exemplo, Mossoró e Caicó. A rede ambulatorial do município de Natal/RN, disposta na Tabela 30 é diversificada. As unidades de referência estão concentradas na área de influência direta do empreendimento, particularmente clínicas especializadas e hospitais.

Tabela 30. Rede Ambulatorial

REDE AMBULATORIAL		
Município: Natal - Dados: julho/2003		
Número e Proporção de Unidades por Tipo de Unidade		
Tipo de Unidade	Unidades	%
Posto de Saúde	2	1,1
Centro de Saúde	35	19,9
Policlínica	9	5,1
Ambulatório de Unidade Hospitalar Geral	5	2,8
Ambulatório de Unidade Hospitalar Especializada	10	5,7
Unidade Mista	3	1,7
Pronto Socorro Geral	3	1,7
Pronto Socorro Especializado	2	1,1
Clínica Especializada	31	17,6
Centro/Núcleo de Atenção Psicossocial	4	2,3
Centro/Núcleo de Reabilitação	9	5,1
Outros Serviços Auxiliares de Diagnose e Terapia	33	18,8
Unid. Móvel Terrestre p/Atend. Médico/Odontológico	1	0,6
Unid.Móvel Terr.Prog.Enfrent.às Emergênc.e Traumas	2	1,1
Farmácia para Dispensação de Medicamentos	1	0,6
Unidade de Saúde da Família	18	10,2
Centro Alta Complexidade em Oncologia III	1	0,6
Unidades de Vigilância Sanitária	5	2,8
Unidades não Especificadas	2	1,1
Total	176	100,0
Número e Proporção de Unidades por Tipo de Prestador		
Tipo de Prestador	Unidades	%
Público Federal	64	36,4
Público Estadual	18	10,2
Público Municipal	84	47,7
Privado com fins lucrativos	2	1,1
Filantrópico com CNAS válido	6	3,4
Sindicatos	2	1,1
Total	176	100,0
Consultórios Médicos e Equipes Odontológicas		
Instalação	Número	Nº por 10.000 hab.
Cons. Médicos em unidades	743	10,0
Equipes Odontológicas	287	3,9

Fonte: SIA/SUS

A segurança pública compreende uma rede formada por 31 delegacias e um efetivo de mais de 4.000 (Militar) e aproximadamente 1500 (civil), além dos agentes de trânsito (IDEMA, 2005).

A rede de ensino inclui unidades federais, municipais e estaduais e abrange a pré-escola, ensino fundamental, ensino médio e superior, totalizando mais de 500 unidades.

A cidade também possui uma importante reserva ambiental, o Parque Estadual Dunas do Natal - criado pelo Decreto Estadual nº 7.237 de 22.11.77, como área de preservação permanente. A sua área abrange aproximadamente 1.172 ha, com área de visitação localizada no Bosque dos Namorados, localizado no bairro Tirol – área de influência direta do empreendimento. Em 1999 foi reconhecido pelo Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica – RBMA, como Posto Avançado da Mata Atlântica Brasileira.

No tocante a sua política ambiental o município no seu Plano Diretor Urbanístico e no seu Código de Meio Ambiente, estabelece a delimitação de nove Zonas de Proteção Ambiental- ZPA's. Essas áreas englobam regiões onde ocorre a presença de vegetação de mangue, nascentes, florestas, o Morro do Careca, encostas adjacentes a Via Costeira, Parque das Dunas, o riacho do Baldo, estuário do Potengi, campo dunar de Pitimbu, Cidade Nova, Guarapes e Candelária (bairro de influência direta do empreendimento), complexo de lagoa dunas ao longo do rio Doce, a região de Lagoinha, riacho das Quintas, Prata, Ouro e bacias de drenagem de águas pluviais, dentre outros.

Na estrutura interna do município destacam-se os seus principais corredores, em especial àqueles que são prolongamentos das rodovias de acesso a cidade como as avenidas Salgado Filho e Hermes da Fonseca (área de influência direta do empreendimento), Tomás Landim, Avenida Bernardo Vieira (parte dela na área de influência direta do empreendimento), Doutor Mário Negócio e Engenheiro Roberto Freire (também com parte na área de influência direta do empreendimento).

O sistema de esgoto encontra-se em fase de expansão, porém ainda deficitário. A escassa oferta deste serviço é expressiva não só em Natal, mas em todo o estado do RN. Em Natal, menos de 40% das residências dispõe de rede pública de esgoto,

sendo privilégio de poucos bairros. Porém, o bairro escolhido para a realização do empreendimento dispõe deste serviço.

Em termos do serviço de drenagem também se percebe uma cobertura de menos de 45%. Na cidade, problemas de alagamento de ruas são comuns em períodos de chuva e abrange muitos dos seus bairros, com complicações no tráfego de veículos. Atualmente está em formulação o Plano Diretor de Drenagem Urbana, que objetiva a resolução desses problemas.

O serviço de comunicação na cidade dispõe de mais de 218.458 terminais de telefonia fixa instalados. São 17 centrais telefônicas e 1960 telefones públicos comunitários distribuídos pela cidade. Quanto à telefonia fixa, duas companhias telefônicas atuam no município, são elas a Oi Fixo (antiga Telemar) e a Embratel. Já na telefonia móvel, Oi, TIM e Claro mantêm cobertura na região e, recentemente a Vivo, com a autorização pela ANATEL. A tecnologia a ser usada pela Vivo será exclusivamente a GSM, já que praticamente todo o Nordeste e o Rio Grande do Norte não possuem o suporte à tecnologia CDMA.

No município existem 06 emissoras de radio AM, 06 emissoras de FM, 05 jornais impressos em circulação, além de revistas. Natal também possui canais de televisão próprios e emissoras afiliadas: TV Band Natal (Rede Bandeirantes), TV Universitária (TV Brasil), TV Tropical (Rede Record), InterTV Cabugi (Rede Globo), TV Ponta Negra (SBT), SIMTV (RedeTV!), Record News, RIT, MTV Brasil, TV RBN/CVC, TV Assembléia, Rede Vida. Além da televisão aberta, existem também a SKY, DirecTV e JET TV, TVs por assinatura via satélite, e a Cabo Telecom, rede de TV a Cabo. (IDEMA, 2005)

A internet em banda larga é bastante difundida. O serviço deste gênero é promovido pelas empresas Velox, JetCom e Cabo Telecom. Existem dezenas de outros provedores de internet banda larga com sede, desenvolvimento e manutenção na própria capital. O uso de internet Wi-Fi também é facilmente encontrado em *shoppings*, hotéis, universidades, entre outros estabelecimentos. A cidade possui outros meios de conexão à internet, como discada, via satélite e à rádio (Wireless).

A seguir serão considerados aspectos relacionados às áreas de influência direta e indireta do empreendimento **ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E SUAS ÁREAS DE ESTACIONAMENTO**.

4.3.2.1. Área de Influência Direta – AID

A leitura da área de influência direta do empreendimento, no que diz respeito às características relacionadas à sua infra-estrutura social e organizacional, requer inicialmente que sejam consideradas algumas avenidas, aceitas como eixos estruturantes da sua malha urbana, propiciando acessibilidade e interligação entre os bairros e regiões da cidade. Ou seja, as mesmas compõem uma “zona de interesse de tráfego” que, além de propiciar uma mobilidade interna, interliga a área as demais regiões e bairros da cidade. São elas: Avenida Prudente de Moraes, Hermes da Fonseca, Salgado Filho (no prolongamento a BR 101), Roberto Freire, Romualdo Galvão, Rui Barbosa parte da Bernardo Vieira e Alexandrino de Alencar. A maior parte da área inclui bairros localizados na região Sul da cidade (Lagoa Nova, Candelária, Nova Descoberta e Capim Macio) e dois bairros da região Leste (Tirol e Lagoa Seca). Trata-se de bairros com ocupação consolidada, exceto Capim Macio, com infra-estrutura urbana e de serviços favoráveis e um ativo e forte comércio, além de unidades institucionais. A região Sul abriga o maior fluxo turístico e nela estão concentrados hotéis e restaurantes, notadamente no bairro de Ponta Negra.

A ocupação inicial dos mesmos ocorreu em períodos distintos e resultou de ações do Estado com vistas ao ordenamento e ocupação da cidade. O bairro de Tirol foi planejado já no início do século XX, então como parte do projeto de expansão da cidade através do Plano Palumbo (juntamente com o bairro de Petrópolis). De uma ocupação inicial predominantemente residencial, hoje o bairro abriga também unidades de serviços de saúde, educacionais, bares e restaurantes.

Ainda na década de 1940, durante a segunda Guerra Mundial e período posterior consolida-se a Avenida Hermes da Fonseca, no seu prolongamento e ligação com a BR 101, Salgado Filho.

Nova Descoberta, Lagoa Seca e Lagoa Nova são bairros cuja ocupação remonta aos anos 1950 e 1960. Uma das primeiras referências históricas do bairro de Lagoa Nova, por exemplo, data de 1968 com a construção do conjunto residencial Potilândia, o segundo conjunto habitacional planejado (o primeiro foi a Cidade da Esperança). Tal registro faz-se necessário, uma vez que a ocupação da região Sul

da cidade está diretamente vinculada aos conjuntos habitacionais pioneiros, todos eles direcionados aos segmentos médios da população. Ainda na área, destacam-se nos anos e décadas subsequentes a construção dos seguintes conjuntos residenciais: Nova Dimensão, Roselândia, Lagoa Nova I e II, Candelária, Conjunto dos Professores e Conjunto Ponta Negra. Com os mesmos ou a partir deles, deu-se impulso a ocupação da área, que foi favorecida pela necessária dotação de infraestrutura que, por sua vez, atraiu investimentos do setor privado e unidades habitacionais de alto padrão.

Outras iniciativas do Estado também favoreceram a valorização da área, que também passou a abrigar o centro decisório de poder estadual: o Centro Administrativo do Estado do Rio Grande do Norte, que atualmente abriga as Secretarias Estaduais e a Governadoria. Outro empreendimento estruturante da área foi a instalação do Campus da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Já em 1972, foi inaugurado o Estádio Castelo Branco ("Castelão"), que posteriormente passou a se chamar "Machadão". Com a duplicação da Avenida Prudente de Moraes, novos empreendimentos surgiram na área, também novas centralidades, particularmente concentrando atividades de comércio e serviços. Na área do "Machadão" encontram-se diversos equipamentos, tais como: o Espaço de Natal, Kartódromo Geraldo Melo e o Ginásio Poliesportivo Humberto Nesi, inaugurado em 1992. Desde 1995, na área é realizado o carnaval fora de época – Carnatal, evento que se realiza no mês de dezembro.

Considerado o conjunto dos bairros da área diretamente afetada pelo empreendimento, cabe ressaltar que se trata de uma parte do território da cidade, que concentra a oferta de serviços, comércio e também renda.

As atividades de comércio abrangem os segmentos de consumo sofisticado e moderno, lojas de consumo sofisticado, shopping e supermercado. Nela estão localizados os dois maiores shoppings da cidade, a saber: O Midway e Natal Shopping. Além destes, destacam-se os shoppings Via Direta, Cidade Jardim, Centro Comercial – CCAB Sul. Todos localizados no eixo Salgado Filho, BR 101 e Roberto Freire, com acesso pelo viaduto sobre a BR 101. A área também concentra os supermercados, tanto de redes multinacionais quanto locais: Supermercado Extra (Midway e Roberto Freire), Bompreço (Alexandrino e Roberto Freire), Carrefour (BR

101), Hipermercado Bompreço (Prudente de Moraes e Roberto Freire), Supermercado Nordeste (Salgado Filho e Roberto Freire).

Na Avenida Prudente de Moraes estão concentradas agências bancárias, concessionárias e revendas de automóveis. Situação que também se observa na Roberto Freire e Romualdo Galvão. A esses estabelecimentos, somam-se lojas de móveis e decoração (Prudente de Moraes e Hermes da Fonseca), oficinas de reparo de automóveis (Prudente de Moraes e Romualdo Galvão). No conjunto, são atividades com uma expressiva empregabilidade que exigem uma mão de obra com pelo menos escolaridade média.

A área de influência direta também concentra os estabelecimentos de saúde, particularmente hospitais e clínicas especializadas. Nela estão localizados os maiores hospitais da rede privada, a saber: Casa de Saúde São Lucas, Natal Hospital Center, Hospital do Coração, Pró Mater e Papi. Destaca-se também o mais importante Hospital Público de referência estadual, Hospital Walfredo Gurgel. Além destes, cabe registrar o Hospital da Polícia Militar, o Hospital de Guarnição do Exército e Hospital da UNIMED. Além de concentrar os hospitais, a área também concentra clínicas especializadas, consultórios médicos e laboratórios. Especialmente, os equipamentos de saúde podem ser agrupados em áreas distintas, a saber: um grupo que se distribui na área da Avenida Afonso Pena, Rodrigues Alves, rua Jundiá e adjacências, até a praça Augusto Leite, proximidades da Avenida Prudente de Moraes, Lima e Silva e São José (Pró Mater) e um outro na proximidade da Avenida Salgado Filho e rua Auris Coelho (Hospital do Coração). No entorno dos hospitais, observam-se a concentração de clínicas, consultórios e laboratórios especializados.

A concentração dos estabelecimentos também é observada em relação às unidades de ensino. Na área está concentrada quase a totalidade das unidades de ensino superior: além da Universidade Federal (bairro de Lagoa Nova) e do IFRN (Salgado Filho), instituições federais, confirmam-se várias unidades particulares. Nos últimos anos, observa-se uma grande expansão da oferta de ensino superior em instituições particulares. A oferta recente inclui cursos de especializações principalmente os ligados a área de gestão ambiental, segurança do trabalho, direito ambiental, gestão de negócios e imobiliários e de Petróleo etc. Fato este verificado não só para a Cidade do Natal como para os centros urbanos do Estado. Na área, as unidades de

ensino superior de natureza privada estão concentradas na Avenida Roberto Freire (Capim Macio). Entre elas, destacam-se FATERN-Gama Filho, FAL, FANEC, FACEN, FACEX, e a Faculdade CDF. No conjunto dos seis bairros, observa-se a oferta de unidades de ensino fundamental e ensino médio, tanto de natureza pública quanto de natureza privada. Particularmente em relação aos estabelecimentos privados, em alguns casos, confirmam-se mais de uma unidade, como por exemplo, o Centro de Ensino Integrado – CEI (Romualdo Galvão e na proximidade da Universidade Federal) e a Universidade Potiguar – UnP (Salgado Filho e Nascimento de Castro). Também se destacam complexos educacionais concentrados como, por exemplo, o formado pela FARN, Escola Doméstica de Natal e Colégio Henrique Castriçiano (Tirol).

Apesar da oferta de lazer na cidade se associar as suas praias, a área diretamente afetada pelo empreendimento, que não dispõe de praia, abriga muitas praças e unidades esportivas como o DED (Candelária), quadras esportivas distribuídas em seus conjuntos habitacionais e bairros. Nela também se localiza o Parque Luiz Maria Alves (Bosque dos Namorados), que dá acesso ao Parque das Dunas, com oferta de três trilhas, áreas de brinquedos para crianças e concha acústica para realização de shows. No bairro Tirol também se localizam o Teatro de Cultura Popular da Fundação José Augusto, a Cidade da Criança e o Museu de Antropologia Câmara Cascudo. A oferta de lazer também inclui seis salas de cinema (*Shopping Midway*).

A segurança na área de influência direta do empreendimento se limita ao Centro de Detenção Provisória (Avenida Prudente de Moraes), 5ª. Delegacia de Polícia, Delegacia Especializada em Assistência ao Turista e Meio Ambiente (Roberto Freire), Delegacia do Cidadão (Shopping Via Direta, Potilândia e Lagoa Nova) e DCA – Delegacia Especializada da Criança e do Adolescente (Tirol). Cabe ressaltar que, considerado o conjunto de informações até aqui descrito, a oferta de unidades de segurança pública é aquela mais frágil, particularmente quando se considera as freqüentes situações de insegurança que resultam em atos de violência contra os cidadãos (assaltos, roubos, seqüestro relâmpago e golpes).

Além do Centro Administrativo, a área também abriga unidades institucionais de grande importância, como secretarias municipais, III Distrito Naval e Exército (Tirol), 16º. Batalhão de Infantaria (Nova Descoberta), Federação das Indústrias do Rio Grande do Norte (Salgado Filho), Sede do Sindicato da Construção Civil

(Candelária), Quartel da Polícia Militar (Tirol), SEBRAE (Lagoa Nova), entre outros. A partir dos anos 90, deu-se início a construção de diversas instituições judiciárias como Tribunal Regional do Trabalho, Justiça Federal e o Fórum de Natal nas imediações da via Dr. Lauro Pinto. O complexo abriga as 46 varas judiciais e um anexo onde está localizado o plenário com capacidade para 150 pessoas e varas de 1ª instância de Natal, em uma área de 18.945m². A formação desse complexo valorizou os imóveis da área, modificando a sua ocupação e redirecionando para empreendimentos com preços mais elevados.

As características da área, até aqui abordadas, retratam uma expressiva concentração da elite dirigente local, com predomínio de ocupações vinculadas ao setor público, o que representa uma expressiva concentração em áreas já historicamente habitadas por ela, particularmente Tirol, Candelária e Capim Macio. Nos bairros de Lagoa Nova e Nova Descoberta predominam setores médios com ênfase em ocupações técnico-administrativa, enquanto em Lagoa Seca se observam ocupações manufatureiras. Os diferentes padrões ocupacionais também se expressam na renda média mensal e no índice de qualidade de vida, desiguais entre os seis bairros, conforme demonstrado nos duas tabelas (Tabelas 31 e 32) a seguir.

Tabela 31. AID: Renda Média Mensal e Índice de Qualidade de Vida

Bairros	Renda Média Mensal -sm	Classificação por renda	IQV
Capim Macio	16,22	3º.	0,82
Tirol	21,63	2º.	0,96
Lagoa Seca	6,39	14º.	0,67

Fonte: Elaboração própria baseada na publicação “Mapeando a Qualidade de Vida em Natal”, 2000.

Tabela 32. AID: Moradores em domicílios por classe de rendimento

Bairro	Até 1 Sal. Mínimo	Mais de 1 A 3 Sal. Mínimos	Mais de 3 A 5 Sal. Mínimos	Mais de 5 A 10 Sal. Mínimos	Mais de 10 A 20 Sal. Mínimos	Mais de 20 Sal. Mínimos	Sem Rendimento
Lagoa Nova	7,94%	14,86%	8,70%	20,71%	23,28%	22,25%	2,26%
Nova Descoberta	17,80%	32,00%	11,52%	16,44%	10,11%	8,42%	3,70%
Candelária	4,97%	10,86%	9,62%	24,83%	26,62%	21,06%	2,05%
Capim Macio	2,39%	6,33%	7,48%	24,05%	31,30%	26,33%	2,13%
Tirol	3,87%	6,20%	5,68%	17,11%	26,84%	38,43%	1,87%
Lagoa Seca	18,44%	27,15%	13,44%	19,11%	10,69%	5,56%	5,62%

Fonte: Elaboração própria com dados da SEMURB, Natal 2003 – Conheça melhor Nossa Cidade.

As condições diferenciadas da área também são reafirmadas pelos percentuais de pessoas alfabetizadas.

Tabela 33. AID: Percentual da População residente alfabetizada de 5 anos ou mais de idade

Bairros	Taxa de Alfabetização (%)
Lagoa Nova	93,86
Nova Descoberta	88,64
Candelária	95,32
Capim Macio	97,27
Tirol	95,42
Lagoa Seca	89,54

Fonte: Elaboração própria com dados da SEMURB, Natal 2003 – Conheça melhor Nossa Cidade.

A organização dos moradores em associações inclui quatro categorias: Associações e Centros Comunitários, Clube de Mães, Conselhos Comunitários e Grupos de Idosos. Entretanto, a existência das mesmas não resulta em uma maior participação nas discussões de questões mais gerais no âmbito da cidade, uma vez que as mesmas limitam suas atuações a atividades restritas ao bairro ou aos grupos participantes.

Tabela 34. AID: Organização Comunitária

Bairro	Entidades Comunitárias				
	Associações e Centros	Clube de Mães	Conselhos Comunitários	Grupos de Idosos	Total
Lagoa Nova	02	02	04	01	9
Nova Descoberta	05	04	02	02	13
Candelária	05	01	04	02	12
Capim Macio	01	01	03	01	6
Tirol	01	01	01	-	3
Lagoa Seca	02	02	01	-	5

Fonte: Elaboração própria com dados da SEMURB, Natal 2003 – Conheça melhor Nossa Cidade.

4.3.2.2. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA

A leitura da área de influência indireta nos aspectos relacionados à infra-estrutura social e organizacional e infra-estrutura urbana, requer de início destacar a região Norte da cidade, particularmente em decorrência da sua concentração populacional, do seu histórico de formação e expressiva homogeneidade. Conforme já descrito em trabalhos acadêmicos e relatórios técnicos, a ocupação da região se deu a partir de um antigo distrito (Igapó) e uma praia que congregava pescadores e veranistas (Redinha). A partir dos anos 1970, foram implantados na região conjuntos habitacionais para a população com rendimentos até três salários mínimos. A região é separada das demais pelo rio Potengi, integrando-se as demais regiões da cidade através das pontes de Igapó e Newton Navarro. Os demais bairros estão localizados nas regiões leste e oeste. Por comportar trinta bairros da cidade e regiões bem distintas, a área de influência indireta é bastante heterogênea: ela congrega o bairro com maior IQV (Petrópolis) e o de IQV 0 (Guarapes). A mesma situação se reproduz em relação à renda, pois, conforme a tabela a seguir, ela compreende os menores e mais elevados rendimentos médios mensais.

Tabela 35. All: Renda Média Mensal e Índice de Qualidade de Vida

Bairros	Renda Média Mensal -sm	Classificação por Renda	IQV
Lagoa Azul	2,35	29º.	0,40
Pajuçara	2,82	26º.	0,47
Potengi	3,84	20º.	0,55
N. Sra. Apresentação	2,62	27º.	0,34
Redinha	2,6	28º.	0,31
Igapó	2,93	25º.	0,46
Salinas	1,69	35º.	0,18
Pitimbu	8,82	10º.	0,73
Neópolis	7,56	11º.	0,70
Ponta Negra	9,43	9º.	0,64
Santos Reis	3,26	23º.	0,54
Rocas	4,28	18º.	0,6
Ribeira	11,29	7º.	0,63
Praia do Meio	5,75	15º.	0,64
Cidade Alta	6,49	13º.	0,6
Petrópolis	22,09	1º.	1,00
Areia Preta	11,36	8º.	0,77
Mãe Luiza	2,05	34º.	0,30
Alecrim	4,86	17º.	0,65
Barro Vermelho	15,43	4º.	0,92
Quintas	1,65	24º.	0,52
Nordeste	1,87	22º.	0,47
Dix-Sept Rosado	1,99	21º.	0,52
Bom Pastor	1,34	32º.	0,36
N. Sra. Nazaré	2,25	16º.	0,59
Felipe Camarão	1,34	33º.	0,27
Cidade da Esperança	2,38	19º.	0,62
Cidade Nova	1,52	30º.	0,27
Guarapes	1,06	36º.	0
Planalto	1,65	31º.	0,32

Fonte: Elaboração própria com dados da SEMURB, Natal 2003 – Conheça melhor Nossa Cidade.

Nos últimos anos, os empreendimentos imobiliários expandem-se na cidade em diversas áreas e tipologias, alto, médio e altíssimo padrão. Também observam-se moradias auto-construídas em loteamentos precários e com infra-estrutura inexistente. Entre as construções de altíssimo padrão, destacam-se prédios residenciais com heliporto e com média de 5 até mesmo 9 garagens por apartamento.

No geral, todo o setor terciário vem se modernizando. Os investimentos públicos também se ampliam, principalmente os do sistema viário e de transportes, facilitando o deslocamento das pessoas e o escoamento de mercadorias, inclusive favorecendo o adensamento nos municípios circunvizinhos. Observou-se desde a década de 90 que o sistema viário foi o que mais cresceu, e sua reestruturação é uma constante, pois a acessibilidade é reivindicação constante da população, particularmente quando considerada a expressiva concentração das atividades de serviços nas regiões leste e sul. As intervenções e melhorias do sistema viário também são decorrentes do PRODETUR, que incluiu toda a reestruturação do sistema para favorecer a acessibilidade às praias, tanto do litoral Sul quanto do litoral Norte.

No final de 2008, teve início uma nova reestruturação interna do sistema viário, onde pontos de estrangulamentos/conflitos viários estão sendo trabalhados, privilegiando o setor de transporte coletivo, incluindo as estações rodoviárias/pontos de transbordo dos coletivos, terminal de ônibus, iniciando esta reestruturação na Avenida Bernardo Vieira, uma das mais movimentadas da cidade e outras avenidas já estão em andamento. Já às facilidades de aquisição de carros financiados favoreceu o crescimento do número de veículos nas ruas, com engarrafamentos em horários de pico ou em avenidas de grande movimentação. O caso mais problemático era o da Ponte de Igapó, hoje minimizado com a Ponte Newton Navarro, inaugurada em 2007.

Além de ônibus e vans, de acordo com dados da Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU), cerca de 12 mil passageiros são transportados diariamente nas 27 viagens feitas pelas três composições férreas (vagões e locomotiva). O trem está sendo tão utilizado que a referida companhia está com um projeto de ampliação no

intuito de atender cerca de 60 mil pessoas. A principal estação está localizada no bairro da Ribeira.

É sabido que a disponibilidade de serviços sociais e urbanos direcionada para a comunidade influencia o nível de vida da população residente em qualquer espaço geográfico, e isso também é observado na área de influência indireta do empreendimento. Nela a oferta do ensino superior se dá através da UERN (região norte e sul) e instituições de natureza privada (região norte, bairros de Petrópolis, Alecrim, entre outros). A oferta do ensino fundamental e ensino médio ocorrem através de instituições privadas (por exemplo, Colégio Marista na área Central, Nossa Senhora das Neves no Alecrim e Salesiano na Ribeira) e escolas públicas distribuídas em diversos bairros. Entretanto, considerado o conjunto da área, destacam-se alguns dos seus bairros com percentuais ainda pouco expressivos de população alfabetizada, por exemplo, Redinha (região Norte), Mãe Luiza (região Leste) e Felipe Camarão (região Oeste), conforme demonstrado na tabela abaixo.

Tabela 36. All: Percentual da População residente alfabetizada de 5 anos ou mais de idade

Bairros	Taxa de Alfabetização (%)	Bairros	Taxa de Alfabetização (%)
Lagoa Azul	80,53	Petrópolis	97,22
Pajuçara	83,89	Areia Preta	90,01
Potengi	90,28	Mãe Luíza	74,12
N. Sra. da Apresentação	78,27	Alecrim	89,75
Redinha	74,49	Barro Vermelho	95,09
Igapó	81,19	Quintas	81,90
Salinas	58,78	Nordeste	79,40
Pitimbu	95,68	Dix-Sept Rosado	82,13
Neópolis	94,43	Bom Pastor	75,73
Ponta Negra	90,14	N. Sra. De Nazaré	85,01
Santos Reis	80,20	Felipe Camarão	73,18
Rocas	85,26	Cidade Da Esperança	87,74
Ribeira	82,33	Cidade Nova	73,57
Praia Do Meio	88,07	Guarapes	64,77
Cidade Alta	84,73	Planalto	74,61

Fonte: Elaboração SEMURB, com base nos dados do IBGE - Censo Demográfico 2000

Ao quadro acima, deverão ser acrescentadas situações de analfabetismo funcional. Exceto Petrópolis, na área predominam ocupações manufatureiras, artísticas, ocupações em escritórios, prestação de serviços sociais, empregados do comércio e comerciários e empregados domésticos. O emprego industrial e serviços auxiliares estão concentrados nos bairros Nossa Senhora da Apresentação, Lagoa Azul, Potengi, Pajuçara e Redinha, todos localizados na região Norte. Tal concentração decorre da proximidade com o distrito industrial, que se localiza em parte da região e nos municípios vizinhos – São Gonçalo do Amarante e Extremoz.

Em relação aos serviços de saúde, destaca-se o Hospital Santa Catarina (região Norte) e uma rede de centros de saúde, distribuída pelos bairros. No bairro de Petrópolis observa-se uma concentração de estabelecimentos de saúde com hospitais de referência: Harmony Medical Center (hospital-apartamento), o Itorn-- Instituto de Traumatologia e Ortopedia, Hospital Universitário Onofre Lopes e Maternidade Januário Cicco (UFRN), clínicas especializadas e consultórios de diferentes especialidades médicas. Além desses, destaca-se na área o Hospital da Liga Norte-Riograndense contra o Câncer (Alecrim), Hospital Antonio Prudente (Alecrim) e Hospital Memorial (Barro Vermelho).

A área abriga parte expressiva do Patrimônio Histórico de Natal, que resulta da Legislação urbanística, onde bairros como Rocas, Ribeira e Cidade Alta (Centro da Cidade) passaram a ter tratamento diferenciado desde o Plano Diretor de 1984.

A legislação urbanística, onde os bairros como: Ribeira, Rocas e no Centro - Cidade Alta - passaram a ter tratamento diferenciado desde o Plano Diretor de 1984, quando a Cidade passou por um processo de zoneamento dos seus usos e foram instituídas as zonas especiais a serem regulamentadas.

No ano de 1990 foi sancionada a lei nº 3.942 denominadas – Zona Especial de Preservação Histórica e em 1992 é aprovada a lei 4.069 denominada ZEP - Zona Especial Portuária. Ressalta-se que intervenções realizadas na parte histórica da Cidade “Fachadas da rua Chile” feita em 1996. Já em dezembro de 1997, é sancionada pelo município a Operação Urbana Ribeira- OUR através da Lei 4.932.

Os prédios tombados de valor históricos e que fazem parte do acervo cultural local são: Teatro Alberto Maranhão (antigo Carlos Gomes), Estação Central-antiga Capitania dos Portos, Solar Bela Vista, Correios e Telégrafos, Prédios da Rua Chile

e da Tavares de Lira, Grande Hotel (hoje Fórum da Capital), Primeiro Sede da Escola Doméstica (atual INSS), Associação Comercial, Colégio Salesiano São José (antiga Residência de Juvino Barreto) Casa do Dr. Luis de Barros (hoje Lavanderia, Junta Comercial, Grupo Escolar Augusto Severo (atual Secretaria de Segurança Pública) Forte dos Reis Magos, Casa da Ribeira (casa de espetáculos), Antigo Terminal Rodoviário (prédio da REFESA)).

O Palácio do Governo (uso atual- Museu e escola de balé) ou Palácio da Cultura (Palácio Potengi e Felipe Camarão) - Prefeitura Municipal, Instituto Histórico e Geográfico do Rio Grande do Norte, Igreja Matriz Nossa Senhora da Apresentação, Museu Café Filho, Memorial Câmara Cascudo, Cadeia Pública (Centro de Turismo) Igreja Santo Antonio, Museu de Arte Sacra, Casa de Câmara Cascudo. Igreja do Rosário, Jornal A República, Sede da OAB, estes imóveis foram tombados segundo a Lei de Tombamento nº 4.775/78 e decreto de nº 8.111/81. Há muitos prédios de valor histórico estão em processo de tombamento ou já foram restaurados.

Outro grande patrimônio da Cidade de Natal de grande valor ambiental é sua orla marítima - ao norte e sul da cidade, dentre as quais se destacam: Ponta Negra (bairro de Ponta Negra – região Sul), Redinha (região Norte). Ressalta-se o “Morro do Careca” que foi tombado e é oficialmente um bem patrimonial de interesse coletivo. Encontra-se inserido na área de conservação ZPA 6 (Zona de Proteção Ambiental), constituída pelo Morro do Careca, mais a AEIS (Área Especial de Interesse Social), no caso a Vila de Ponta Negra e área situada à esquerda do Morro.

Ainda se constituem com alternativas de lazer e parte do acervo cultural, o Palácio dos Esportes Djalma Maranhão (Petrópolis), Ginásio do Atheneu (Petrópolis). Um grande espaço de entretenimento da cidade localizado na área e o “Parque da Cidade” que foi construído 2007/08- Projeto do Oscar Niemeyer, é considerado um signo arquitetônico da cidade, é o maior parque do Estado denominado Parque Dom Nivaldo Monte, localizado nas imediações da avenida do contorno à margem direita da Avenida Omar O’Grady, no sentido Candelária/Cidade Satélite. Vale salientar que o parque está situado em uma área de dunas e plantas nativas. O projeto de autoria do arquiteto Oscar Niemeyer conta com um pórtico e uma torre equivalente a um prédio de 12 andares. Ainda como possibilidades de lazer, destacam-se o Teatro Alberto Maranhão (Ribeira), O Forte dos Reis Magos (Praia do

Forte), Casa da Ribeira (Ribeira), Museu “Câmara Cascudo” (Centro), Centro de Turismo (Petrópolis).

Na área de influência indireta, confirmam-se números mais expressivos de entidades de comunitárias nos bairros mas pobres. Nas áreas mais ricas o número dessa associações é inexpressivo. Em geral são organizações que reivindicam melhorias para o bairro ou mesmo buscam suprir as carências existentes. Tal organização, no entanto, não representa disponibilidade em participar de temáticas mais gerais.

Tabela 37. All: Organização Comunitária

Bairro	Entidades Comunitárias				
	Associações e Centros	Clube de Mães	Conselhos Comunitários	Grupos de Idosos	Total
Lagoa Azul	09	07	12	02	30
Pajuçara	05	11	20	04	40
Potengi	07	15	12	13	47
N. Sra. da Apresentação	04	11	12	04	31
Redinha	05	02	07	-	14
Igapó	03	04	03	05	15
Salinas	01	-	-	-	1
Pitimbu	10	02	02	03	17
Neópolis	03	10	06	05	24
Ponta Negra	13	03	02	02	20
Santos Reis	05	05	01	01	12
Rocas	05	04	01	03	13
Ribeira	-	-	01	-	1
Praia Do Meio	03	01	-	-	4
Cidade Alta	09	01	01	03	14
Petrópolis	01	-	-	-	1
Areia Preta	01	01	-	01	3
Mãe Luíza	10	02	02	02	16
Alecrim	-	05	04	-	9
Barro Vermelho	02	-	-	-	2
Quintas	02	07	02	02	13
Nordeste	07	02	02	01	12
Dix-Sept Rosado	01	-	01	01	3
Bom Pastor	04	02	01	01	8
N. Sra. de Nazaré	-	02	01	-	3
Felipe Camarão	11	01	01	-	13
Cidade da Esperança	06	05	01	01	13
Cidade Nova	04	01	01	-	6
Guarapes	02	-	01	-	3
Planalto	05	01	01	01	8

Fonte: Elaboração própria com dados da SEMURB, Natal 2003 – Conheça melhor Nossa Cidade.

O acesso a infra-estrutura urbana, disposto no quadro 16, a seguir, a exemplo da área de influência direta, indica uma situação favorável no que se refere à água, energia elétrica e coleta de lixo. O acesso de esgoto através de rede geral é bastante precário, exceto em bairros consolidados como Petrópolis, Barro Vermelho, Santos Reis, Praia do Meio e Areia Preta, notadamente.

Tabela 38. All: Síntese do acesso a Infra-estrutura

Bairro	Total de domicílios	(%) Água	(%) Energia Elétrica	(%) Esgoto	(%) Lixo
Lagoa Azul	12225	97,42	100,00	1,01	93,89
Pajuçara	10424	98,16	100,00	1,19	94,80
Potengi	13505	99,04	100,00	1,62	96,22
N. Sra. Apresentação	13948	90,88	100,00	1,25	88,41
Redinha	2610	94,48	100,00	1,00	91,61
Igapó	6806	99,09	100,00	23,86	98,25
Salinas	203	90,15	71,43	0,00	81,77
Pitimbu	5688	98,51	100,00	0,84	98,52
Neópolis	5709	99,54	100,00	3,33	96,13
Ponta Negra	6227	97,62	100,00	1,98	96,27
Santos Reis	1504	99,80	70,08	89,10	84,91
Rocas	2557	99,37	100,00	90,11	88,23
Ribeira	581	97,93	100,00	43,37	94,15
Praia do Meio	1151	97,22	100,00	90,96	63,16
Cidade Alta	1809	97,95	100,00	69,04	93,20
Petrópolis	1542	81,26	100,00	97,73	96,76
Areia Preta	699	99,71	471,67	81,83	98,57
Mãe Luiza	3623	99,03	100,00	4,94	75,55
Alecrim	8650	99,43	100,00	67,27	94,65
Barro Vermelho	2170	99,82	100,00	95,48	99,59
Quintas	7424	98,86	100,00	83,07	93,18
Nordeste	2782	97,74	87,28	75,16	89,29
Dix-Sept Rosado	3970	99,67	100,00	67,46	96,30
Bom Pastor	4416	97,98	50,38	30,93	92,26
N. Sra. Nazaré	3890	99,59	100,00	69,10	99,20
Felipe Camarão	10782	94,50	100,00	5,00	89,79
Cidade da Esperança	4742	99,75	100,00	75,64	96,98
Cidade Nova	3840	92,79	94,84	1,30	73,88
Guarapes	1945	86,99	44,88	0,36	70,39
Planalto	3418	95,52	100,00	0,50	81,25

* construídos a partir dos dados, com validade interna ao âmbito dos bairros.

Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2000.

4.3.3. Infra-estrutura Urbana

As áreas de influência direta e indireta do empreendimento ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO em relação à infra-estrutura de saneamento básico correspondem respectivamente à sub-bacia XII-5 e à bacia de drenagem XII, sendo a sub-bacia localizada integralmente no bairro de Lagoa Nova e a bacia de drenagem contemplando praticamente todo o Lagoa Nova, a maior parte dos bairros Nossa Sra. de Nazaré e Dix-sept Rosado, partes de Nova Descoberta, Quintas e Bairro Nordeste, e pequenas porcentagens de Candelária, Lagoa Seca e Alecrim.

4.3.3.1. Sistemas de Abastecimento de Água

Os sistemas de abastecimento de água que poderão abastecer o empreendimento e têm componentes de sua estrutura nas áreas de influência do mesmo são os sistemas Lagoa Nova I, Lagoa Nova II / Novo Campus, e Candelária.

A captação Lagoa Nova I está localizada exatamente no fundo da sub-bacia de drenagem XII-5, zona de influência direta, e explora cerca de 800 m³/h, mantendo o aquífero rebaixado e evitando afloramentos do mesmo mais frequentes. Alguns poços de captação do sistema Lagoa Nova II estão localizados na zona de influência indireta, mas à jusante da zona de influência direta. Os poços de captação do sistema Candelária não estão situados nas zonas de influência do empreendimento, mas a rede abastecida pelo reservatório R-6, do sistema Candelária, abastece uma parte pequena da área da bacia XII, que abrange exatamente parte da área de influência direta do empreendimento.

A área de influência direta é ponto de convergência destes três sistemas, mas atualmente o Centro Administrativo do Estado, e o entorno do Estádio João Machado e do “Machadinho” são abastecidos pelo sistema alimentado pelos reservatórios R-5 e, portanto, o empreendimento será também abastecido por estes reservatórios, mas se fosse necessário não seria difícil complementar o abastecimento a partir dos sistemas limítrofes. Para obtenção de água para irrigação das áreas verdes do estacionamento e da Arena, não seria difícil utilizar poço próprio, como ocorre atualmente no Estádio existente, mas recomenda-se que seja elaborado um projeto de uso racional e reúso controlado da água, aproveitando as

águas de chuva captadas na cobertura da Arena e parte dos efluentes sanitários tratados adequadamente.

Em seguida, a descrição sucinta dos sistemas citados.

a. Sistema Lagoa Nova I

Captação: Conta com 9 poços (P-1, P-2, P-5, P-8, P-10, P-11, P-12, P-13 e P-14), com capacidade de 634m³/h, sete dos quais localizados na área do Centro Administrativo do Estado do Rio Grande do Norte. Alimentam a Estação Elevatória I – EEI de Lagoa Nova I, que por sua vez alimenta os Reservatórios R-4.1 e R-4.2. de 3.700 m³. O P-1 fica localizado na área onde estão os Reservatórios R-5. Os poços P-8 e P11 encontram-se desativados.

Estação Elevatória Lagoa Nova I: A estação Elevatória de Lagoa Nova I alimenta o reservatório elevado R-4 e está equipada com dois conjuntos moto-bombas de eixo horizontal, com capacidade de 540m³/m. AMT, 80 mca.

Reservatórios R4: Os reservatórios da Zona 4 têm capacidade total de 3.700m³, sendo R-4.1 com 1.000m³ e R-4.2 com 2.700m³, e abastecem os bairros Alecrim, Quintas e Bairro Nordeste. A diluição da água subterrânea nas Zonas de R-4 e R-5 é feita basicamente na Estação Elevatória de Lagoa Nova II, onde é reunida a água das captações subterrâneas de Lagoa Nova II e Novo Campo com a que chega da ETA do Jiqui.

Adutora: Trecho EEI – R4, diâmetro 350mm ferro fundido, extensão 3700 m.

A Tabela 39 mostra as coordenadas dos poços, elevatória e reservatórios do sistema Lagoa Nova I:

Tabela 39. Coordenadas dos poços, elevatória e reservatórios do sistema Lagoa Nova I.

Ponto notável	Coordenadas		Produção / Capacidade	Endereço
	X	Y		
P01A	254782	9356089	150 m³/h	Av. Miguel Castro - Lagoa Nova
P02A	254742	9354969	110 m³/h	Centro Administrativo - Lagoa Nova
P05B	254643	9355395	100 m³/h	Centro Administrativo - Lagoa Nova
P08B	255203	9355411	(180) desat	Centro Administrativo - Lagoa Nova
P10A	254956	9355450	90 m³/h	Centro Administrativo - Lagoa Nova
P11A	255123	9355236	(50) desati	Centro Administrativo - Lagoa Nova
P12	254953	9355217	145 m³/h	Centro Administrativo - Lagoa Nova
P13	255005	9355018	145 m³/h	Centro Administrativo - Lagoa Nova
P14	254563	9355126	140 m³/h	Centro Administrativo - Lagoa Nova
EE I	254865	9355241	540 m³ /m	Centro Administrativo do Estado, BR-101
R 4-1	253809	9357643	1.000 m³	Av. Interventor Mário Câmara c/Rua Araguari
R 4-2	253831	9357622	2.700 m³	Av. Interventor Mário Câmara c/Rua Araguari

Fonte: RAS, 2009.

b. Sistema Lagoa Nova II/Novo Campo

Captações: A captação Lagoa Nova II é composta de 9 poços, (P-1, P-2, P-5, P-6, P-7, P-8, P-9, P-10 e P-11), produzindo cerca de 631,00 m³/h. Fica localizada no bairro de Potilândia, atualmente sede da Administração da CAERN para a Zona Sul de Natal – Regional Natal Sul. O poço P-2 está desativado.

A captação de Novo Campo compreende 10 (dez) poços (P-1, P-2, P-3, P-4, P-8, P-10, P-11, P-12, P-13, P-14 e P-15), parte dos quais localizados ao longo da Rua Agnaldo Tinoco, paralela à Av. Eng. Roberto Freire, e em diversos pontos da Cidade Jardim. A capacidade atual da captação é de 1103m³/h. Os poços P-1 e P-2 injetam diretamente na rede de Capim Macio, cerca de 103 m³/h; Os poços P-8 e P-15, injetam na rede de Neópolis, cerca de 128 m³/h; Os poços P-10, P-13 e P-14 abastecem a rede de Cidade Jardim, com um total de 169 m³/h. Os demais poços bombeiam diretamente para a Estação Elevatória II de Lagoa Nova II. Os poços P-5, P-6, P-7, P-10 e P-13 se encontram temporariamente desativados.

A capacidade total de exploração do sistema Lagoa Nova II/Novo campo é de 1803 m³/h, a instalada de 1.434m³/h, enquanto a efetiva é de 1281m³/h.

Estação Elevatória Lagoa Nova II: A estação Elevatória de Lagoa Nova II (EEII) alimenta os reservatórios elevados R-4 e R-5. Está equipada com dois conjuntos moto-bomba de eixo horizontal, com capacidade de 1576m³/m. Amt. 52 mca.

Reservatórios R-5: Os reservatórios R-5 têm capacidade de 3.700 m³, sendo R-5.1 (2.000m³.) e R-5-2 (1.700m³.), e abastecem os bairros Lagoa Nova, Nazaré, Morro Branco, Nova Descoberta e parte do bairro Lagoa Seca. A diluição da água subterrânea nas Zonas de R-4 e R-5 é feita basicamente na Estação Elevatória de Lagoa Nova II, onde é reunida a água das captações subterrâneas de Lagoa Nova II e Novo Campo com a que chega da ETA do Jiqui.

Adutoras principais: 1) Trecho Adutora Jiqui/EEII Lagoa Nova I: 300mm, ferro fundido, 1.100m; 2) 1º. Trecho: EEII – R-5: 550mm, FºFº, 2.350m; 3) 2º. Trecho: R-5 – R-4: 350mm, FºFº/CA, 3.000m.

A Tabela 40, mostra as coordenadas dos poços, elevatória e reservatórios do sistema Lagoa Nova II.

Tabela 40. Coordenadas dos poços, elevatória e reservatórios do sistema Lagoa Nova II.

Ponto notável	Coordenadas		Produção	Endereço
	X	Y		
P01	255747	9354385	90 m ³ /h	Campus Universitário, sede da RNS da CAERN
P02	255783	9354740	(51) desatv	Campus Universitário, sede da RNS da CAERN
P05B	255697	9354619	80 m ³ /h	Campus Universitário, sede da RNS da CAERN
P06A	255841	9354574	100 m ³ /h	Campus Universitário, sede da RNS da CAERN
P07	255810	9354433	75 m ³ /h	Campus Universitário, sede da RNS da CAERN
P08	255943	9354480	63 m ³ /h	Campus Universitário, sede da RNS da CAERN
P09A	256073	9354397	100 m ³ /h	Campus Universitário, sede da RNS da CAERN
P10A	255940	9354545	98 m ³ /h	Campus Universitário, sede da RNS da CAERN
P11	255910	9354415	98 m ³ /h	Campus Universitário, sede da RNS da CAERN
EE II	255471	9354600	1576m ³ /m	Campus Universitário, sede da RNS da CAERN
R 5-1	254816	9356081	2.000 m ³	Av. Miguel Castro, Lagoa Nova
R 5-2	254777	9356097	1.700 m ³	Av. Miguel Castro, Lagoa Nova

Fonte: RAS, 2009.

c. Sistema Candelária

Captação Candelária: conta com seis poços tubulares (P-1, P-4, P-5, P-6, P-7 e P-8), localizados na própria área do conjunto habitacional Candelária, cinco dos quais recalcando para o reservatório R-6, e um deles (P-7) injetando direto na rede na área de Candelária. A capacidade total dos poços é de 640m³/h.

Reservatórios: O Sistema Candelária alimenta o reservatório R-6, que é composto pelos reservatórios R-6.1 (apoiado com 5.000 m³) e R-6.2 (elevado com 600 m³). Estes dois reservatórios abastecem os bairros Candelária, Mirassol, Neópolis, Capim Macio, Cidade da Esperança e Bom Pastor.

O sistema Candelária não tem poços ou reservatórios nas áreas de influência do empreendimento. Apenas uma pequena parte da rede de distribuição deste sistema situa-se nas áreas de influência.

4.3.3.2. Sistemas de Esgotos Sanitários

A CAERN divide a Zona Sul de Natal em 15 sub-bacias de esgotamento sanitário, nomeadas de A a O. As bacias A e N drenam diretamente para o Oceano Atlântico, as bacias B, C, D, E, F e K drenam para o Rio Potengi e as bacias L e O drenam para o Rio Pitimbu. As bacias G, H, I, J e M não possuem exutório, ou seja, são bacias fechadas.

As bacias que interagem com as zonas de influência do empreendimento são as bacias H e I. A bacia H contempla os bairros Lagoa Nova, Lagoa Seca e Dix-Sept Rosado. A bacia I cobre partes dos bairros Lagoa Nova, N. Sra. Nazaré, Cidade da Esperança, Candelária, e mais Campus da UFRN, Potilandia e Mirassol, e contem a área de influência direta. Atualmente a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) da bacia F recebe precariamente esgotos da bacia I, mas estes esgotos em breve serão integrados ao Sistema Central, juntamente com os esgotos da bacia H e outras, e serão tratados na ETE do Baldo para serem dispostos no estuário do Rio Potengi.

a. Bacia H de Esgotamento Sanitário

A bacia H possui duas estações elevatórias em operação: a EE2-HS (Rua Poti Nóbrega com a Dr. José Gonçalves) e a EE-CP (Center Park).

A EE2-HS possui excelentes instalações, funciona com três bombas centrífugas de eixo horizontal, sendo uma bomba em atividade mais duas de reserva. Sua linha de recalque, com 200 mm de diâmetro, lança seus efluentes em um poço de visita do coletor geral CG-2, na Rua Romualdo Galvão, integrando, assim, o Sistema Central, que deságua no Baldo, onde está sendo construída a Estação de Tratamento de Esgotos deste sistema – a ETE do Baldo.

A EE-CP é uma estação elevatória de pequeno porte, que atende ao Condomínio Center Park e adjacências. Sua contribuição é recalçada para a EE3-IS (Estação Elevatória de São Conrado), de onde segue para a Lagoa Aerada na bacia F.

O coletor geral CG-3 recebe as contribuições de outra parte esgotada da bacia H, sendo lançado “in natura” no Rio Potengi, como todo o resto do esgoto coletado pelo Sistema Central. Encontra-se em construção a ETE do Baldo que fará o tratamento dos esgotos do Sistema Central.

b. Bacia I de Esgotamento Sanitário

A bacia I, que atende parte dos bairros Lagoa Seca, Lagoa Nova, Nazaré, Cidade da Esperança e Candelária, possui três estações elevatórias em operação.

A EE2-IS (Centro Administrativo) funciona na área do Centro Administrativo do Estado do Rio Grande do Norte, e está recebendo apenas os esgotos coletados do conjunto habitacional Potilândia e do próprio Centro Administrativo, porém foi projetada para receber os efluentes dos conjuntos habitacionais dos Professores, Mirassol e de todo o bairro de Candelária. Está em boas condições de operação, trabalhando com duas bombas de 10 CV, sendo uma em atividade e uma de reserva, esta estação elevatória recalca sua contribuição para a EE3-IS (Estação Elevatória de São Conrado), de onde segue para a Lagoa Aerada da bacia F.

A EE4-IS é uma estação elevatória de pequeno porte, sua linha de recalque possui diâmetro de 50mm. Está localizada na área pertencente ao Tribunal Regional

Federal do Rio Grande do Norte, atendendo apenas ao complexo de edifícios da Justiça Federal existente no local.

A EE3-IS (Estação Elevatória de São Conrado) é uma estação elevatória de médio porte. Está localizada à Rua Lima e Silva. Possui três conjuntos motor-bomba em atividade, mas tem capacidade para trabalhar com até cinco bombas, pois, ainda possui duas bases de espera. Normalmente funciona com apenas uma bomba e duas de reserva, mas em dias de chuva, quando a vazão aumenta, trabalha com duas bombas. Sua contribuição é recalçada diretamente para a Lagoa Aerada localizada no bairro Bom Pastor (ETE das bacias F e I).

Foram instalados na primeira etapa três conjuntos elevatórios constituídos de bombas centrífugas de eixo horizontal, marca KSB, com vazão de 480 m³/h, altura manométrica de 30,4 metros, motor WEG, 75 CV, 1180 rpm, e 60 hz. A elevatória é ainda equipada com um gerador WEG Modelo BTA 25 LI 32, potência de 180 KVA, 1800 rpm, 220/380/440 V, 453/251/217^a.

As obras civis da Estação de São Conrado, EE 03 IS, tais como caixas de areia, poço úmido, sala de bombas, sala de comando e demais dependências, foram implantadas em etapa única, porém os conjuntos elevatórios, bem como seus equipamentos hidráulicos e eletromecânicos, serão instalados em duas etapas, sendo 3 na inicial e mais 2 na final, permanecendo, em cada uma delas, uma unidade de reserva. As caixas de areia dessa elevatória foram dimensionadas de modo a que na etapa inicial possa ser retirada uma unidade de operação para limpeza, sem acarretar sobrecarga na outra. Não foram verificados problemas operacionais nestas estações elevatórias.

O recalque dos efluentes da Elevatória de São Conrado é feito por meio de tubulação de ferro dúctil cimentado, série K-7, até o ponto de transição de bacias, tendo este trecho as seguintes características: extensão de 860 m; diâmetro de 400 mm FoFo S-K7; vazão de 135,25 l/s. Daí em diante segue por gravidade até a ETE da rua Napoleão Laureano (ETE das bacias F e I), onde os efluentes são precariamente tratado através de uma lagoa aerada de mistura completa.

c. Atual Estação de Tratamento de Esgotos das Bacias F e I

Na bacia F existe em operação uma estação de tratamento de esgotos composta por caixa de areia, grade e uma lagoa aerada com quatro aeradores mecânicos, sendo dois fixos e dois flutuantes. O efluente final é lançado no Rio Potengi. Esta ETE foi projetada e construída para uma capacidade 72 l/s e recebe a contribuição da EE3-IS (São Conrado) que é superior à vazão para a qual a ETE foi projetada. Isto significa que esta ETE já está com a sua capacidade de tratamento comprometida, operando de forma precária, e também ocorre o refluxo do esgoto na época das chuvas.

Foram projetadas lagoas aeradas formadas por um sistema de duas lagoas em série, porém a primeira aerada aeróbia (mistura completa) é a única que se encontra construída e em operação.

A lagoa aerada existente tem as seguintes características de projeto: Vazão de esgoto a tratar de 6.221 m³/dia; Tempo de detenção de 1,5 dias; volume de 9.322 m³; 52 m de comprimento, 52 m de largura, e 3,5 m de profundidade.

Nesta lagoa encontram-se instalados 4 aeradores acionados por motores de 30 CV. O Sistema de Tratamento de Esgotos, constituído de uma única Lagoa Aerada Aeróbia, é extremamente precário, face ao volume de efluente que atualmente é direcionado para esta unidade. A ineficiência da ETE se deve à alta carga que recebe atualmente e para a qual não foi dimensionada.

d. Estação de Tratamento de Esgotos do Sistema Central (Bacias A a I)

A ETE do Sistema Central, que atenderá às bacias de A a H e grande parte da bacia I, com capacidade de tratar 675 l/s, é composta das seguintes unidades: *tratamento preliminar* com gradeamento fino através de peneiras mecanizadas tipo escada, e desarenador tipo canal, de seção quadrada, modelo “detritor”, equipada com parafuso lavador de areia; *tratamento biológico primário* através de reatores anaeróbios de manta de lodo (UASB), construídos em estrutura de concreto armado, providos de sistema de coleta e queima de gás; *tratamento biológico secundário*

através de reator com Biodiscos aerados, com câmara anóxica e capacidade de nitrificação e desnitrificação, e desinfecção por ultra violeta. O lodo produzido será desidratado mecanicamente, utilizando-se prensas do tipo parafuso.

Está em construção, com previsão de conclusão nos próximos meses, e tem capacidade para absorver o acréscimo da contribuição de esgotos decorrente do empreendimento (ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E SUAS ÁREAS DE ESTACIONAMENTO).

e. Elevatórias Existentes e Projetadas das Bacias H e I.

A ETE que receberá os esgotos do empreendimento não está localizada nas áreas de influência do mesmo. Os esgotos das bacias H e I afetos as áreas de influência do empreendimento, serão integrados ao Sistema de Esgotos Central de Natal, através de estações elevatórias já projetadas, e tratados na ETE do Baldo.

As Tabelas 41 e 42 mostram as coordenadas e endereços das Estações Elevatórias existentes e projetadas das bacias H e I.

Tabela 41. Coordenadas das estações elevatórias existentes das bacias H e I.

Estação Elevatória	Coordenadas		Endereços
	X	Y	
EE02-IS	255137	9355186	Centro Administrativo do Estado
EE03-IS	253061	9356535	Av.Lima e Silva com Rua dos Canindés
EE04-IS	253892	9355461	Rua João Celso Filho, - Tribunal de Justiça
EE02-HS	255480	9356614	Ruas José Gonçalves com Poti Nóbrega
EE01-CP	254012	9356967	Rua Provisonado com Raimunda Costa, Dix-Sept Rosado

Fonte: RAS, 2009.

Tabela 42. Coordenadas das estações elevatórias projetadas das bacias H e I.

Estação Elevatória	Coordenadas		Endereço
	X	Y	
EE01-HS	254363	9357369	Rua dos Tororós, com Av. Antonio Basílio, Lagoa Nova
EE03-HS	255898	9355397	Rua Norton Chaves, com a Distrito Federal, Nova Descoberta
EE01-IS	256500	9353392	Rua Luciano Saldanha com a Etelvino Cunha, Cidade Jardim
EE04-IS	253836	9354850	Rua Jaguarari com a Eleusis Magnus L Cardoso, Lagoa Nova
EE05-IS	252526	9354735	Av. Interv. Mário Câmara com Max Santana, Cidde Esperança
EE06-IS	253060	9354488	Rua Fco Martins de Assis, com rua Proj. 146, Cidade Nova
EE10-IS	254322	9355632	Rua Lucrécia com a Rua Grossos, Conj, Lagoa Nova
EE11-IS	255606	9353388	Rua Gov. José Varela com rua das Tulipas, Mirassol
EE12-IS	255839	9354136	Rua das Gardêneas com Marginal do Campus Universitário

Fonte: RAS, 2009.

4.3.3.3. Sistema de Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos Existente

a. Organização e estrutura operacional

Os serviços de limpeza urbana da cidade do Natal, regulamentados pela Lei Nº 4.748 de 30 de abril de 1996, são gerenciados pela Companhia de Serviços Urbanos de Natal – URBANA, empresa de economia mista, criada pela Lei Municipal Nº 2.659, de 28/08/1979, cuja função principal é a execução com exclusividade dos serviços de limpeza das vias públicas, varrição de logradouros, capinação, remoções especiais, limpeza das praias, limpeza de canteiros, pintura de meio-fio, limpeza do sistema de drenagem urbana, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos coletados no município, promovendo a sua comercialização quando for o caso, bem como regulamentar e fiscalizar a execução, por quaisquer instituições públicas ou particulares, de tratamento, beneficiamento ou comercialização de resíduos sólidos domiciliares e industriais.

Os serviços são executados de formas diversas, como segue:

- Diretamente pela Prefeitura: limpeza de terrenos baldios, limpeza do sistema de drenagem (boca de lobo, sarjetas, galerias, etc.), limpeza de praças e jardins, pintura de meio-fio, varrição, capinação, recolhimento de animais mortos, coleta de podas de árvores, coletas especiais (móveis, etc...), coleta de resíduos de

construção e demolição (RCD), limpeza de córregos, lagoas e riachos, limpeza de feiras livres. Operacionalização da Área de Destino Final de Cidade Nova

- Semi terceirizado (nos quais os equipamentos são terceirizados e a mão de obra é do município): coleta de resíduo comercial e residencial, coleta de podas de árvores e coleta de entulhos (zona norte)
- Terceirizado: Serviços de varrição e capinação, coleta de resíduo comercial e residencial, coleta de podas de árvores coleta de entulhos (zonas sul, leste e oeste). Limpeza mecanizada do sistema de drenagem
- Particulares (próprio gerador): Coleta de resíduos de serviços de saúde, coleta de resíduos industriais, coleta de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)
- Concessão: Aterro Sanitário

A limpeza pública na Cidade do Natal é financiada por recursos oriundos da Taxa de Limpeza Pública – TLP e do Orçamento Geral do Município – OGM. A análise orçamentária e financeira mostra que o valor total arrecadado pela Taxa de Limpeza Urbana (TLP) durante o ano de 2007 remunerou apenas 15,17% dos custos dos serviços de limpeza urbana do município. Os números demonstram que a arrecadação da TLP é insuficiente para manter todos os serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos do município.

b. Execução dos Serviços

A coleta dos resíduos sólidos urbanos da cidade do Natal abrange as quatro regiões administrativas, Norte, Sul, Leste e Oeste, com uma média diária de 1.673 toneladas de resíduos coletados de diferentes fontes de produção, como: coleta domiciliar, coleta de entulho, coleta seletiva, coleta de poda e metralha.

A coleta de resíduos domiciliares é realizada três vezes por semana (segundas, quartas e sextas ou terças, quintas e sábados) em áreas residenciais e diariamente em áreas comerciais. Nas áreas de influência do empreendimento a coleta domiciliar é feita três vezes por semana, com repasse em containers.

Os resíduos domiciliares das zonas Sul, Leste e Oeste, incluindo as áreas de influência do empreendimento ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E SUAS ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, são enviados para a estação de transferência localizada na antiga área de disposição final de resíduos sólidos de Cidade Nova, e depois enviados ao Aterro Sanitário Metropolitano de Natal, localizado em Ceará Mirim. A coleta de resíduos domiciliares no ano de 2007 atingiu 243.629 toneladas, com uma média diária de 685 toneladas de resíduos coletados e uma produção per capita de 0,88 Kg/hab/dia.

Os serviços de coleta dos Resíduos de Serviços de Saúde atendem o estabelecido na Lei Municipal 187/02, que, com base na Resolução CONAMA 283/01, transferiu a responsabilidade do poder público aos estabelecimentos geradores pelo total gerenciamento dos resíduos sólidos de serviços de saúde.

A solução adotada pelos estabelecimentos de saúde foi a contratação de empresas especializadas para a coleta, transporte e tratamento por incineração, havendo dois incineradores funcionando plenamente na Região Metropolitana.

A coleta de resíduos de poda é realizada nas quatro regiões administrativas em caminhões com carroceria de madeira. A URBANA disponibiliza esta coleta diariamente, sendo a sua frequência realizada de acordo com a necessidade de cada local. Conforme dados registrados na gerência de Controle e Planejamento da URBANA, em 2007 foram recolhidas 20.014 toneladas de resíduos de poda das regiões Sul, Leste e Oeste pelas empresas prestadoras de serviço. Este tipo de resíduo é coletado em caçambas basculantes, caminhões carrocerias e em alguns casos com auxílio de pás mecânicas e enchedeiras, retirando, em sua maior parte, entulhos depositados em terrenos baldios.

Os resíduos de construção e demolição vêm juntamente com os resíduos de entulho, poda e metralha, não sendo possível a sua separação. Das 355.544 toneladas de resíduos coletados no ano de 2007, 23.192 toneladas foram recolhidas por empresas da construção civil e por prestadores de serviço tipo “disque entulho e disque metralha”. Esses resíduos, em sua maioria, são coletados em caixas estacionárias por veículos poliguindastes.

A Resolução CONAMA Nº307/2002 estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, no intuito de se obter uma redução dos impactos ambientais causados pelos referidos resíduos.

Atualmente, no município do Natal foi elaborada uma proposta para o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, por meio da URBANA e SEMURB. A proposta foi desenvolvida na forma de um projeto de Lei que está na Procuradoria Geral do Município para análise. Em linhas gerais, pela proposta encaminhada cabe a URBANA a responsabilidade pela coleta dos pequenos geradores, cabendo aos grandes geradores (construtoras e obras de particulares de grande porte) a responsabilidade pelo seu recolhimento e destino final.

Existem ainda atuando na atividade da coleta destes resíduos, empresas privadas que devem ser licenciadas pela Companhia. Neste caso, o munícipe solicita o serviço diretamente à empresa, que dispõe de caixas estacionárias nos locais a serem requisitados, com posterior coleta por veículo poliguindaste. Estes resíduos, diferentemente daqueles coletados pela URBANA, vão para áreas particulares, que na grande maioria são áreas de relevante valor ambiental, como por exemplo as margens do estuário do rio Potengi na Cidade e depressões inter-dunares no bairro San Valle.

O programa de Coleta Seletiva da Cidade do Natal foi implantado em março de 2002. Atualmente a coleta seletiva de materiais recicláveis acontece em Natal em três modalidades: pelo programa interno de coleta seletiva – PIC’S, pelo sistema Porta a Porta e pelo sistema de triagem dos materiais recicláveis na usina de processamento, localizada no antigo lixão de Cidade Nova, que atualmente encontra-se em recuperação.

Os serviços de varrição são efetuados manualmente em sua totalidade. Parte deles são executados pelos garis do setor de limpeza, conjuntamente com a capinação, raspagem e roçagem de vias, com turmas da própria URBANA e de empresas terceirizadas e parte obedecendo a um plano de varrição pré-estabelecido.

O trabalho das turmas de limpeza que contam normalmente com equipes de aproximadamente 30 (trinta) garis, são executados de acordo com a necessidade de cada local, não seguindo roteiros ou plano de varrição pré estabelecidos. Conforme

informação da Gerencia de Controle e Planejamento da URBANA, no ano de 2007 foram varridos 73.750.786 Km de vias públicas por essas equipes nas quatro regiões administrativas da cidade.

Nas principais ruas e avenidas, em regiões comerciais e de maior movimentação de pessoas, a varrição é efetuada com equipes fixas, obedecendo a um Plano de Varrição, pré-definido. Conforme informação da Gerencia de Controle e Planejamento da URBANA, no ano de 2007 as empresas terceirizadas varreram um total 88.127,49 km. Além disso, a URBANA executa com equipes próprias, no horário noturno, a varrição de ruas de setores comerciais.

As turmas volantes que fazem os serviços de capinação, raspagem e pintura de meio fio, executam conjuntamente a varrição nas áreas onde estão executando esses serviços. Para esta atividade não existem roteiros pré-estabelecidos, sendo os mesmos efetuados geralmente em regime de mutirão, seguindo solicitações da comunidade.

Em relação à limpeza de feiras e áreas especiais existem equipes exclusivas para essa finalidade, sendo uma para atender a zona Norte e outra para as demais zonas da cidade. Cada equipe conta com 18 (dezoito) garis.

Para limpeza de praias são utilizadas equipes específicas, sendo que o serviço é executado diretamente por equipe de garis da URBANA, ou pela empresa Marquise, ou pela empresa Líder.

O destino final dos resíduos domiciliares e comerciais é realizado no Aterro Sanitário Metropolitano, que tem capacidade para atender a todos os municípios da Região Metropolitana de Natal, com uma capacidade de recebimento de 1.300 ton/dia de resíduos. O Aterro possui Licença de Operação com estimativa de vida útil até o ano de 2033.

A nova área de disposição final de resíduos está localizada no município de Ceará Mirim, na localidade denominada Massaranduba, distando 7 Km em relação a sede do município, 3 Km em relação as residências mais próximas e a 2 Km de rios e lagoas. A construção e operacionalização do Aterro é de responsabilidade da empresa BRASECO, por meio do Contrato de Concessão.

O Aterro Sanitário Metropolitano foi construído dentro dos padrões exigidos pela engenharia sanitária. As células de disposição dos resíduos são impermeabilizadas com manta de polietileno de alta densidade - PEAD, coleta e tratamento do percolato, drenagem dos gases e recobrimento diário do material ali depositado. Este projeto é considerado como um dos melhores já implantados no País, com certificação ISSO 14000, e permitirá no futuro o aproveitamento dos gases para produção de energia elétrica, e comercialização de créditos de carbono.

O empreendimento ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO não causará impacto significativo sobre os serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos da cidade do Natal.

Não há estações de transbordo nem estações de condicionamento ou disposição de resíduos sólidos localizadas nas áreas de influência do empreendimento.

4.3.4. Aspectos turísticos

O turismo no Rio Grande do Norte, na última década, tem vivenciado um momento auspicioso. As ações governamentais, notadamente, as financiadas pelo PRODETUR/NE fizeram com que o nosso estado desse um grande salto no mercado internacional. Hoje, Natal, a sua capital, é uma cidade que está se tornando um importante destino turístico e, esse trabalho é prioritário. E por isso precisa ser consolidado e ampliado. Mas para que isso ocorra será necessário nos próximos anos, fortalecer o mercado interno e externo. Além do grande impacto que isso representa para a economia do estado, atrair fluxos de turistas nacionais e internacionais é um poderoso instrumento de geração de emprego, renda e inclusão social.

É indiscutível a força do turismo na economia de qualquer país, estado ou cidade. Assegura Cooper (2001:159) que,

Durante as últimas décadas, muitas economias cresceram em seus setores de serviços, mesmo quando os setores mais tradicionais, agrícolas e manufatureiros, estiveram sujeitos à estagnação ou ao declínio. O turismo é uma indústria baseada em serviços, e como tal, foi parcialmente responsável pelo crescimento desse setor. Nos países em desenvolvimento, o setor de serviços é responsável por

cerca de 40% do Produto Interno Bruto, enquanto nas economias desenvolvidas ou industrializadas ele é responsável por mais de 65% do PIB. (COOPER, 2001, p. 159).

A força do turismo é grande em todo mundo, em razão de seu grande raio de atuação. Independentemente do grau de desenvolvimento em que um país se encontre, a atividade turística vai responder por grande parte do PIB, uma vez que engloba uma série de produtos e serviços diferentes, mas que complementam-se entre si. O turismo pode ser considerado importante elemento da economia de serviços por sua característica de crescimento contínuo e rápido, capaz de suportar as pressões da recessão econômica mundial, não apenas mantendo sua presença, mas em muitas áreas, continuando a crescer Cooper (2001:159).

Os dados econômicos internacionais mostram uma forte relação entre o ambiente econômico e o crescimento do turismo. O crescimento do PIB potencializa o crescimento do turismo. Conforme dados da OMT extraídos pelo Ministério do Turismo, no período de 1975 a 2000 o turismo cresceu a um ritmo médio de 4,4% anual, enquanto o crescimento econômico mundial médio, medido pelo PIB, foi de 3,5% ao ano.³

As chegadas internacionais de 2006, em todo o mundo, foram da ordem de 842 milhões de turistas, o que significa um crescimento médio anual de acima de 6% desde 1950, quando se registrou um total de 25 milhões de chegadas internacionais. O mercado de viagens representou, em 2004, em torno de 30% do total das trocas internacionais de serviços comerciais, constituindo um dos seus maiores componentes.⁴

No período de 1995 a 2005 o fluxo internacional apresentou uma taxa média de crescimento mundial na ordem de 4,1%, apesar do decréscimo nos anos subsequentes a tragédia de 11 de setembro em Nova York e a recuperação nos anos de 2004 e 2005 que registrou um crescimento de 5,2%.⁵

Nesse quadro de crescimento da atividade no mundo, os números para o Rio Grande do Norte também são favoráveis. No período de 2002 a 2006, a atividade

³ Ministério do Turismo, Plano Nacional do Turismo, 2007/2010.

⁴ ibid

⁵ OMT, 2007

turística movimentou uma média de 1.785.485 turistas ao ano, desse total 1.529.780% referentes aos turistas nacionais e 255.705% aos turistas estrangeiros. Esse fluxo turístico representou uma taxa de crescimento na ordem de 53,4%, sendo 47,8% de fluxo doméstico e 103,3% do fluxo internacional.

Esse é um forte indicador das perspectivas de crescimento do turismo do Estado, notadamente de Natal, que é o portão de entrada e onde concentra a maior infraestrutura de receptivo. Ao mesmo tempo deve-se entender como um alerta, uma vez que novos destinos entram na disputa pelas viagens e turismo na escala mundial, provocando uma concorrência acirrada entre os destinos e as operadoras de viagens. Aqueles que aproveitarem as oportunidades e se adaptarem melhor às orientações do mercado e apresentarem com maior êxito, as características geográficas, singularidade dos seus destinos, infraestrutura e serviços turísticos, terão mais sucesso na consolidação da atividade.

Nesse contexto, Natal como sede da Copa do Mundo 2014, constitui-se na maior oportunidade para consolidar definitivamente o turismo como a sua mais importante atividade econômica. Esta também poderá ser uma oportunidade única de melhorar a infra estrutura urbana e turística para promover um ambiente favorável ao desenvolvimento. Poderá significar ainda, uma via de inclusão do turismo na estratégia de luta contra as desigualdades sociais, vinculando a atividade com os marcos e os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. No entanto, isso só poderá ser realizado se for feita uma gestão responsável que realize um equilíbrio entre os aspectos ambientais, econômicos e socioculturais de desenvolvimento sustentável. Sem isso, o projeto do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTOS, torna-se vulnerável e susceptível aos problemas de degradação que, em última instância, significam sua autodestruição.

4.3.4.1. Turismo e Eventos Esportivos

Na sociedade moderna os eventos são freqüentes e tornaram-se parte integrante da vida das cidades, podendo ser gerados por quase todos os setores da economia. Eles fazem parte do cotidiano das pessoas em geral, ampliando a sua vida social e

pública, especialmente daquelas que procuram por uma experimentação conjunta de emoções das mais variadas.

Pela sua evidência e expressão, os eventos passaram a fazer parte significativa da composição do produto turístico, atendendo intrinsecamente às exigências do mercado de entretenimento, lazer, descanso e tantas outras motivações.

Os eventos ganham atualmente enorme dimensão política, pois contribuem para assegurar o prestígio e o poder das cidades e dos países no cenário internacional.

No mundo dos esportes, faz parte do passado o tempo em que estes eram praticados de forma espontânea e amadora. Descoberto o enorme potencial que há em eventos esportivos, capazes de atrair um grande contingente de pessoas ao local de sua realização e cativar a atenção de milhões de espectadores ao redor do mundo conectados a rádios, televisores ou, mais recentemente, a computadores com acesso à internet, empresas multinacionais, mídia e governos querem para si uma parcela desse filão. Assim, mais do que nunca em toda a história da humanidade, o evento esportivo encontra-se fortemente institucionalizado, visando a máxima captação de recursos nele envolvidos.

O turismo de eventos esportivos é praticado por pessoas que participam de acontecimentos esportivos os mais variados possíveis, com o objetivo de assistir as mais diferentes competições existentes nas inúmeras modalidades esportivas. Em determinadas situações o turismo de eventos esportivos é confundido com o turismo esportivo. Nos dois casos, existe o deslocamento de turistas para uma determinada região propícia à prática de um esporte específico, ou de vários esportes e modalidades, o que resulta na utilização de toda a infra-estrutura turística. Porém, o que motiva o processo turístico é diferenciado. É importante ressaltar que no turismo esportivo, o turista vem com a intenção de praticar o esporte por lazer ou treinamento, sem o intuito de competir, num local onde a disponibilidade física se caracteriza como permanente, (GOIDANICH e MOLLETTA, 1998). Ao contrário do que acontece com o turismo de eventos esportivos aonde o turista vem com o motivo de competir em alguma prova, campeonato ou jogos, ou assistir a essas competições. São eventos que tem por característica o espaço de tempo determinado, ou seja, temporários. Como exemplo, tem-se as copas do mundo e os jogos olímpicos que durante a sua realização envolvem interesses de pessoas de

todas as partes do mundo, desde atletas, o público, a mídia, equipes técnicas e de organização que trabalham para que tudo ocorra da melhor maneira possível.

Estas duas formas de turismo que envolvem uma motivação esportiva constituem-se como uma oportunidade importante para os diversos segmentos do turismo, pelo fato de que acabam por influenciar diretamente no desenvolvimento dos núcleos receptores, de maneira sincronizada. Tanto o turismo esportivo quanto o turismo de eventos esportivos tem um enorme potencial a ser explorado, pois a cada dia é maior o número de turistas que se movimentam em escala mundial na busca lugares propícios à prática dos mais diversos esportes, bem como realizam viagens motivadas por eventos ligados ao esporte (competições, treinamentos, cursos, visitas técnicas, visitas a clubes, praças e museus esportivos).

No entanto, é preciso que as comunidades receptoras dos fluxos de turistas esportivos ou de eventos esportivos tenham como base a preocupação com o planejamento e gestão sustentáveis desses eventos.

A prática do planejamento e gestão responsáveis deverá reproduzir impactos positivos, propiciando o desenvolvimento da atividade turística no mercado, com benefícios em duas vias. Pelo lado da produção e da oferta da atividade, com a criação de novos postos de trabalho e ocupação e com ampliação da renda. E, pelo lado do consumo, com a inclusão de novas parcelas de consumidores em diversas escalas.

Para prevenir os impactos negativos é preciso concentrar esforços no desenvolvimento sustentável. Quando pensados e planejados de maneira condizente, com observância da realidade local e dos problemas e seus impactos, podem contribuir significativamente para a prosperidade econômica, o bem-estar social e a estabilidade política local.

Como grande exemplo disso é oportuno mencionar as Olimpíadas de Sydney, em 2000, onde várias ações de objetivo preservacionista e sustentável foram definitivas na escolha da cidade como sede. O uso da energia renovável na Vila Olímpica, a utilização de materiais alugados, e a comunicação que traçou uma estratégia eficiente para educar os espectadores dos jogos à destinação correta dos seus lixos. Para tudo isso foi fundamental o apoio da população, especialmente dos

funcionários e voluntários treinados e comprometidos com o objetivo de preservar o meio ambiente.

O legado que os eventos esportivos podem deixar para a cidade receptora e para o turismo pode ser imenso. A sustentabilidade dos investimentos a serem realizados é de suma importância, bem como a fiscalização e a estimulação da manutenção dos espaços utilizados no que tange as questões ambientais, sociais, econômicas, urbanísticas, etc., e ainda a orientação de profissionais vinculados ao esporte e lazer sobre a grande importância de promoções e eventos que valorizem as características locais de cada região.

A questão de conservação são aspectos que podem ser explorados desde a preparação dos eventos, dependem apenas de interesses por parte dos órgãos em fomentar projetos e iniciativas responsáveis e de planejamento da atividade com a intenção de estabelecer condições favoráveis para alcançar objetivos propostos. Então, a promoção de eventos esportivos, trata-se de um segmento do mercado turístico cuja idealização do plano de desenvolvimento constitui o instrumento fundamental na determinação da evolução harmoniosa desta nova atividade.

O desafio é, portanto, encontrar meios de aproveitar o grande legado que o evento esportivo pode deixar e transformá-lo em oportunidade capaz de contribuir para o desenvolvimento do turismo sustentável em geral.

O certo é que, o turismo esportivo ou de eventos esportivos, como fenômeno social e econômico, demonstra uma crescente segmentação do mercado turístico, com a implantação de produtos específicos para públicos determinados, pois são muitas as motivações para que o homem saia de sua habitualidade e procure um destino turístico aliado a uma ou várias práticas esportivas.

Um dos objetivos da promoção turística esportiva de uma região é consolidar a idéia de que o atrativo é passível de aproveitamento durante o ano inteiro e não apenas durante o momento da competição, sendo uma opção turística contra a sazonalidade, tão discutida atualmente. Por outro lado, serve como atividade promocional da imagem da localidade. Segundo Ansarah (1999:75),

Organizar ou sediar eventos tem se tornado uma forma de os países promoverem sua imagem, de se apresentarem ao

mundo e de gerarem lucros para a cidade ou região anfitriã.(Ansarah, 1999, p. 75).

Assim, é importante destacar que a promoção da imagem de uma cidade, estado ou país por meio de eventos esportivos tem se tornado cada vez mais comum. Essa iniciativa tem contribuído para o desenvolvimento econômico de cidades que a sediam, pois, além de criar uma imagem positiva do núcleo receptor, aumenta a arrecadação de impostos e permite a estabilidade dos níveis de emprego.

Para se ter idéia do volume da receita que pode ser gerada pelo turista que participa do turismo de eventos, o gráfico abaixo pode ilustrar a porcentagem dos gastos individuais dos turistas nessas ocasiões:

Tabela 43. Composição de Gastos Individuais no Turismo de Eventos

Padrão de Consumo	%
Hospedagem	45%
Passagem Aérea	23,3%
Restaurante do Hotel	9,5%
Outros restaurantes	14,6%
Entretenimento	5,9%
Outros	1,7%
TOTAL	100%

Fonte: Embratur, Relatório de estudos da demanda turística, 1998

Além disso, é fato comprovado que o gasto do turista de eventos é maior do que o turista convencional, igualmente ocorrendo com sua permanência na cidade-sede. Dados da *International Congress and Convention Association* (ICCA), em 2008 mostram que o gasto médio do turista estrangeiro de eventos no Brasil foi de US\$ 314,70 — bem acima da média de gastos de turistas que vêm ao País a negócios que é US\$ 165,14 e o que vem a lazer (US\$ 73,53). Os principais gastos, de acordo com a pesquisa, são com hospedagem (45,04%), alimentos e bebidas (13%), compras e presentes (11,95%), transporte (7,62%) e cultura e lazer: US\$ 1.118.039 (7,48%). Quanto à taxa de permanência do turista de eventos de negócio no Brasil, estudos da comprovam que o turista que vem com a motivação de participar de eventos fica mais dias do que o turista tradicional.

Molteni e Paixão (2008) analisando a importância dos eventos esportivos para o destino turístico, listam 12 benefícios que as cidades-sede podem alcançar:

- a) equilíbrio entre oferta e demanda em momentos do ano em que o fluxo turístico diminui consideravelmente (ex.: baixa temporada – a Copa do Mundo será realizada no inverno brasileiro), ou seja, minimizando os efeitos negativos da sazonalidade;
- b) o turista de eventos esportivos costuma gastar o que aproximadamente visitantes de outros segmentos gastam, porém com a vantagem de deixarem no destino divisas extras referentes aos ingressos dos jogos, partidas, competições, etc, ou compra de materiais esportivos, além do pagamento de inscrições para competir;
- c) os eventos esportivos costumam divulgar o Destino Turístico, além de aumentar os gastos médios em marketing de destinos e gerar mídia espontânea (notícias esportivas em rádios, TVs, jornais, revistas especializadas) ou mesmo atrair patrocinadores com poder de altos aportes financeiros;
- d) a exemplo de outros segmentos turísticos, o turista de eventos esportivos realiza visitas aos atrativos naturais, culturais ou mistos durante seu tempo livre no pré, trans ou pós-evento;
- e) os eventos esportivos costumam mobilizar toda a comunidade local em torno de melhorias de hospitalidade, de serviços e produtos turísticos, de equipamentos e bens de apoio ao turismo, de infra-estrutura básica;
- f) um evento esportivo necessita de pessoas duplamente qualificadas, tanto para receber os visitantes e atender os fluxos turísticos, quanto para organizar todas as atividades técnicas e de suporte que envolvem a modalidade em questão;
- g) este segmento turístico costuma deixar um legado de motivação para os residentes (orgulho de viver no local), além de novos equipamentos esportivos (estádios, ginásios, centros de treinamento, etc);
- h) normalmente, durante o período do evento esportivo um maior número de visitantes vêm de localidades mais distantes quando comparado a outros segmentos turísticos, geralmente aumentando a permanência e os gastos do turista;
- i) no entorno de um grande evento esportivo, outros eventos sócio-culturais e educacionais de menor porte (eventos paralelos) acontecem incentivando o aumento

do lazer e da qualidade de vida das comunidades residentes, nas suas mais diversas faixas etárias e de renda;

j) muitos eventos esportivos contribuem para o cuidado adequado da natureza, divulgando ações voltadas para a responsabilidade socioambiental ou a conservação de unidades ambientais;

k) alguns turistas esportivos, que coincidentemente são atleta-personalidades acabam por conhecer novas realidades locais (ex.: países em desenvolvimento, tais como África do Sul e Brasil), estimulando-os a investirem em responsabilidade social ou assistencialismo por meio de suas fundações, institutos ou assessorias;

l) o turismo de eventos esportivos fomenta a troca de culturas, a paz e a união entre os povos.

Assim, os eventos esportivos configuram-se como uma área de fundamental importância para o desenvolvimento dos setores turísticos, de eventos e de esportes, com efeitos positivos em amplos mercados diretos e indiretos nas comunidades emissoras, e principalmente nas receptoras (ALLEN et al, 2008; KURTZMAN & ZAUHAR 2005).

Portanto, pode-se concluir que os eventos esportivos funcionam como multiplicadores turísticos, na medida em que geralmente desembarcam para participar mais de uma pessoa, ajudam a reduzir a sazonalidade porque podem acontecer em épocas de baixa estação, criam uma imagem positiva da cidade-sede, mobilizam o *trade* turístico, e por conseqüência, os prestadores de serviços, gerando emprego e renda de imediato e propiciando o ingresso de divisas para o país, cidade ou estado.

Além das cidades-sede, as cidades localizadas no entorno do local aonde o evento está sendo realizado também são envolvidas pela atividade turística de forma direta – na oferta de hospedagem, de equipamentos de alimentação – ou de forma indireta – na oferta de mão-de-obra ou de matéria prima essenciais para o bom desenvolvimento da atividade. Assim, o turismo de eventos esportivos vem a ser capaz de ampliar consideravelmente a área de abrangência, pois além dos turistas em trânsito para prestigiar os eventos, há ainda as próprias equipes esportivas envolvidas nos campeonatos, aumentando consideravelmente a demanda pelos produtos e serviços oferecidos. Surge aí, a oportunidade de as cidades do entorno

identificarem e divulgarem suas potencialidades, e assim abarcarem uma boa fatia da demanda turística.

É bom ficar claro que além dos impactos benéficos para o turismo deve-se avaliar também os possíveis impactos negativos para a cidade e sua população, principalmente quando se trata da preparação de cidades para receber mega, porém, breves eventos esportivos. Dessa maneira, a concepção de legado transcende a herança concreta, e se estende a uma concepção mais ampla que abrange a apropriação subjetiva dos custos e benefícios pela comunidade participante dessa organização.

Nessa perspectiva, considerando que a realização de um evento como a Copa do Mundo de Futebol que pode ocorrer uma única vez na história de uma cidade, ou demorar várias décadas para voltar a acontecer, Cashman (1999; 2002) considera que o envolvimento e compreensão da população é fundamental para que o evento em si possa deixar para a cidade um legado não só para os habitantes daquele momento como para as demais gerações que poderão usufruir da infra-estrutura construída para essa finalidade.

Não é possível afirmar que uma cidade contemporânea disponha para o uso cotidiano de sua população de equipamentos com a dimensão suficiente para abrigar esse tipo de evento. Qualquer cidade postulante precisa de investimentos que vão do transporte público, passando pela estrutura de alojamento, para abrigar delegações e turistas, até uma sofisticada rede de telecomunicações para proporcionar a circulação das imagens e notícias das competições, razão maior da Copa.

Isso representa para a cidade-sede, além de uma infra-estrutura mínima, a necessidade de um projeto detalhado de edificação das instalações ainda inexistentes, bem como da captação de recursos para esse fim. Como os jogos de uma Copa do Mundo em si duram menos de 30 dias é preciso considerar a preocupação com os investimentos feitos e o conseqüente aproveitamento dos equipamentos para uso posterior.

Esses são cuidados que se devem ter quando da decisão de recepcionar grandes eventos esportivos. Enquanto os interesses econômicos estiverem prevalecendo o que se poderá ver no futuro das cidades sede serão construções desproporcionais

para seu uso cotidiano, deixados como carcaças de velhos animais extintos pela inadequação ao seu tempo.

a. Algumas experiências com eventos esportivos

As Copas e os Jogos Olímpicos se apresentam como os eventos esportivos de maior dimensão e repercussão no mundo contemporâneo, tanto por seu caráter simbólico, pela reapresentação em escala planetária de uma prática que mobiliza representações arquetípicas, como pela dimensão material que envolve milhões de pessoas direta e indiretamente em sua preparação e realização.

Em 1992, os Jogos Olímpicos realizados em **Barcelona** revitalizaram a cidade. A partir daquele ano, a Espanha se relançou no mundo social, político e econômico, deixando de ser uma nação periférica na Europa. Hoje, Barcelona é um dos principais portões de entrada da Europa. As principais realizações, segundo Ishiy (1998), foram: ampliação do aeroporto, a restauração do principal palco do megaevento, o Estádio Olímpico, a revitalização da área portuária e das praias e a construção de centros comerciais e culturais, bem como equipamentos voltados para a competição em si, como o Ginásio de Esportes Palau Sant Jordi e a Vila Olímpica. Após a reformulação urbana, Barcelona se tornou um importante portão de entrada da Europa, sendo visitada por turistas de todo mundo.

Em **Sidney**, no ano de 2000, foi realizada a chamada Olimpíada verde. A Vila Olímpica edificada é reflexo desta proposta, é o maior projeto habitacional do mundo a usar energia solar. O local, antes da realização dos jogos, era absolutamente poluído. Todas as instalações construídas para a realização dos Jogos foram concebidas para que pudessem ter uso distinto e constante após as Olimpíadas.

Assim, o impacto dos jogos na economia da cidade de Sidney está relacionado com a receita gerada pela realização do evento que chegou próximo de U\$ 2,616 milhões bem como a redução dos índices de desemprego. Durante os jogos, os números de empregos fixos chegaram a 24 mil na região. (REVISTA NACIONAL GEOGRAPHIC, 2000)

A realização da Copa do Mundo de 2007 na **Alemanha** deixou um saldo positivo, tanto para os alemães, quanto para os estrangeiros que ali estiveram na ocasião. Apesar de a Alemanha não ser um país conhecido pela sua vocação turística, o país soube aproveitar a Copa para criar uma imagem positiva, atraindo cerca de 24 milhões de turistas estrangeiros, e 136 milhões turistas internos. Os setores de restaurantes e hotelaria tiveram um crescimento de 4% durante os jogos.

Pesquisa realizada pela Associação Nacional de Futebol Alemã, constatou que 56% dos turistas entrevistados consideraram a Alemanha um país perfeito para sediar o evento; e 88% consideraram o país ideal para destino de férias. Desses entrevistados, 43% estavam visitando a Alemanha pela primeira vez, e voltariam depois para viagem de férias com a família. Os turistas que acompanharam aos jogos da Copa gastaram uma média de 400 euros por dia, ou seja, mais que o dobro do que gastaria um turista numa viagem de lazer. O quadro abaixo ilustra a diferença entre os gastos médios realizados durante o período da Copa do Mundo da Alemanha entre os habitantes locais e os turistas estrangeiros:

Tabela 44. Comparativo dos Gastos entre Habitantes e Visitantes

Distribuição de Gastos				
Padrão de Consumo	Habitantes		Visitantes Estrangeiros	
	Só nas festas dos torcedores	Festa no estádio e dos torcedores	Só nas festas dos torcedores	Festa no estádio e dos torcedores
Entrada/dia	4,8	26,10	65,30	88,50
Merchandising	28,30	36,00	59,70	78,90
Compras	39,90	41,40	101,10	154,40
Custos de viagem/dia	11,60	30,90	36,20	41,10
Alimentação e bebida/dia	27,40	31,40	61,80	66,80

Fonte: DZT – German National Tourist Board, 2009.

Entre os habitantes, houve uma média de gastos em torno de 112 euros para os que não foram aos estádios e comemoraram do lado de fora e de 165,80 euros para os habitantes que estiveram nos estádios. Os estrangeiros gastaram bem mais: 324,00 euros nos dias em que não foram aos estádios e 429,70 euros nos dias em que acompanharam as disputas nos estádios. Dessa forma, pode-se concluir, que

mesmo aqueles que não adquiriram os bilhetes para assistirem aos jogos de dentro dos estádios realizaram gastos significantes por ocasião das competições, embora dentro dos estádios os gastos tenham sido bem superiores.

O faturamento hoteleiro durante os jogos foi de 300 milhões de Euros, e durante a Copa do Mundo, registrou-se um total de 351 milhões de pernoites, e mesmo após a Copa, o número de pernoites aumentou em 4% em relação ao primeiro semestre de 2006, alcançando a marca de 160 milhões.

No geral, foram gerados 25 mil empregos duradouros na área do turismo durante os jogos, e mais de 50 mil pessoas desenvolveram atividades temporárias no atendimento aos turistas.

A oportunidade da mega-exposição proporcionada pelo evento foi considerada um sucesso, que promoveu um resgate da valorização da identidade cultural do alemão através da busca pelo nacionalismo e ao mesmo tempo causou nos visitantes impressões positivas, que puderam ser identificadas pelas pesquisas que apontaram que 88% dos turistas que ali estiveram recomendariam o país como destino de férias e 79% mudaram a imagem que tinham sobre a Alemanha, o que se refletiu no aumento dos fluxos de turismo para o país após o evento da Copa.

Ao contrário da Alemanha, o **Rio de Janeiro** caracteriza-se como um dos mais procurados destinos turísticos do mundo. Apesar da vocação turística, uma série de problemas econômicos, políticos e sociais contribuíram para que a Cidade Maravilhosa caísse na preferência dos turistas estrangeiros, amargando um longo período de queda na atividade turística.

No entanto, esse quadro está sendo modificado desde os Jogos Pan Americanos, sediados na cidade do Rio de Janeiro.

Foram gerados 80.000 postos de trabalho diretos e indiretos, uma organização que levou três anos para ser concluída, além das obras de infra-estrutura realizadas para os jogos, e que continuam até hoje beneficiando a população dos arredores da Vila Olímpica.

Provou-se através desse evento que é possível realizar um evento de grande porte com segurança, apesar dos inúmeros problemas que existiam na cidade na época. Além de melhorar ainda mais a imagem do Rio para o mundo, o Pan, ainda,

proporcionou a divulgação de outros destinos turísticos do país através da movimentação da Tocha Olímpica, divulgando os jogos, mas também os destinos turísticos do Brasil de forma geral.

Apesar de a África do Sul estar ainda se preparando para sediar a Copa do Mundo de 2010, importantes mudanças, sobretudo na geração de emprego dos africanos, já começam a ser percebidas.

Para a Copa da África do Sul é esperado um contingente de 3 milhões de turistas durante o evento, atingindo a cifra de 10 milhões de turistas durante o ano.

Considerando-se o crescimento de 7,6% no fluxo de turismo do país e o fato de a África do Sul ser um importante destino turístico, estima-se que a Copa do Mundo venha a beneficiar e a ampliar de forma constante a área da hospitalidade.

Em virtude da baixa oferta de leitos e dos altos investimentos necessários para ampliação da rede hoteleira, a FIFA, pela primeira, vez estará contratando acomodações extra-hoteleiras para acomodar os hóspedes em visita à África do Sul, por ocasião da Copa do Mundo. Essa ação denota o surgimento de novas oportunidades no cenário turístico que venham a beneficiar não apenas a indústria do turismo no país, mas o surgimento de estabelecimentos menores que possam gerar emprego e renda a uma grande parcela da população.

A mais nova mudança no cenário econômico e social do país, no entanto, vem sendo percebida através dos 24 mil novos empregos que já foram criados nos diversos setores da economia africana, na preparação do evento, o que eleva o turismo à condição de agente de inclusão econômico e social.

Os ganhos obtidos pelas cidades que sediaram mega eventos esportivos são incontestáveis. As cidades não só se tornam o centro das atenções do mundo todo, aumentando os fluxos turísticos antes e depois do acontecimento, bem como há reflexos diretos no produto interno bruto.

O impacto causado por este segmento produtivo, como já mencionado anteriormente, vai além da geração de renda, empregos e tributos. Dentre os benefícios proporcionados à cidade/país que sedia o evento, Kotler (1994) ressalta: a excelente reputação para a cidade-sede, devido à imagem positiva que a realização do evento normalmente proporciona; redução da sazonalidade do

turismo, o abastecimento da infra-estrutura técnico-turística de oferta durante o período de baixa estação; o favorecimento aos habitantes da cidade-sede com melhores condições para reciclagem profissional.

4.3.4.2. Natal como sede da Copa do Mundo 2014

No contexto de um ambiente favorável marcado pela paixão pelo futebol O Rio Grande do Norte, notadamente Natal tem em 2014 a grande oportunidade de se fixar como um polo turístico vigoroso no mapa mundial e de estimular ainda mais o turismo doméstico. Tudo dependerá de uma compreensão básica: de que o trunfo de ser sede da Copa de 2014 não está apenas em preparar uma infraestrutura para com eficiência e baixo endividamento, mas é preciso sustentá-la no pós-copa.

A vocação turística de Natal já é incontestável, com um mercado interno forte e um externo em processo de consolidação. A cidade como resultado dessa vocação apresenta condições necessárias para um processo de aceleração do crescimento do fluxo turístico. As estatísticas dos últimos anos demonstram essa capacidade e os jogos da Copa de 2014 em Natal pode ser uma importante ferramenta para potencializar a chegada de turistas estrangeiros. Os dados mostram que no período entre 1999 e 2007 Natal recebeu uma média anual de 1.128,23 turistas. O fluxo de turistas nacionais nesse período teve um crescimento médio de 15,2% e de estrangeiros, apesar da queda de 2005 para 2006 de 16,19%, seu crescimento, no mesmo período foi de 223,13%, conforme se pode observar na tabela abaixo:

Tabela 45. Fluxo Turístico Grande Natal 1999-2007

Anos	Fluxo Brasileiros	%	Fluxo Estrangeiros	%	Fluxo Total	%
1999	846.537	92,34	70.222	7,66	916.759	100
2000	925.065	91,73	83.370	8,27	1.008.435	100
2001	985.095	90	104.015	10	1.089.110	100
2002	882.227	88	117.467	12	999.694	100
2003	837.911	83	168.855	17	1.006.766	100
2004	975.296	81	226.915	19	1.202.211	100
2005	1.086.016	80	269.664	20	1.355.680	100
2006	1.147.221	84	226.012	16	1.373.233	100
2007	975.296	81,13	226.915	18,87	1.202.211	100

Fonte: Indicadores básicos, SETUR/RN, 1999-2007.

Compilação: FUNDEP, 2009.

Face ao desenvolvimento que se projeta e se espera com a realização de um evento esportivo dessa magnitude e dos investimentos que serão necessários, parte-se para uma indagação sobre qual é a infra estrutura turística e de serviços que a cidade dispõe para consolidar Natal como sede da Copa 2014?

a. Sobre a Oferta de Equipamentos e Serviços Turísticos

a.1. Alojamentos hoteleiros e extra-hoteleiros

Natal possui uma ampla oferta de equipamentos de hospedagem, tanto em quantidade de unidades habitacionais e leitos ofertados, quanto na diversidade do padrão dos equipamentos disponíveis. A diversidade dos meios de hospedagem é muito grande, havendo variações não só na localização, mas também dentro de uma mesma categoria em áreas geográficas específicas. Essa diversidade de características e padrões de qualidade refletem a demanda existente e propicia atender a diversos perfis de turistas, desde aquele que procura um hotel de rede com padrão internacional, até o mochileiro que busca opções mais alternativas de alojamento.

A oferta desses equipamentos, em Natal, é composta por vários hotéis de cadeia, nacional e internacional, como as Redes Pestana, Serhs, Holiday Inn, Novotel e Quality. A esses se somam pousadas, albergues, flats e apart-hotéis, concentrados em sua maioria em Ponta Negra, zona eminentemente turística de Natal, e Via Costeira, onde estão localizados os hotéis mais luxuosos da cidade.

Na região metropolitana, entre os municípios turísticos, Natal é a cidade que concentra o maior número de leitos com 26.106. Mas o turista que vem visitar a região também pode optar por outros alojamentos em municípios vizinhos que ficam num raio de menos de 50 km, conforme mostra a Tabela, abaixo.

Tabela 46. Capacidade dos Meios de Hospedagem na Grande Natal, 2009

Município	MHS	UHS	Leitos
Ceará-Mirim	11	91	240
Extremoz	-	169	522
Natal	197	9.021	26.106
Nísia Floresta	09	324	372
Parnamirim	07	254	853
Tibau do Sul	83	1.751	5.082
Total	307	11.610	33.175

Fonte: Setur, 2009.

Considerando a capacidade de alojamento da Grande Natal pode-se afirmar que a disponibilidade de leitos da região é de 28.093 unidades.

Reconhecido como um destino turístico bem estruturado e consolidado, Tibau do Sul é uma outra opção para o turista que vem participar de evento esportivo como a Copa do Mundo. Distanto aproximadamente 100 km de Natal, Tibau do Sul oferece 83 meios de hospedagem, com 1.751 UHs e 5.082 leitos.

Assim, somando-se os alojamentos de Natal, Grande Natal e Tibau do Sul estima-se que a capacidade hoteleira capaz de hospedar os visitantes que virão para a Copa de 2014 é de 33.175 leitos.

Considerando que um evento dessa magnitude trará para a cidade um contingente de mais de 100 mil pessoas, incluindo jogadores, dirigentes, técnicos, médicos,

preparadores físicos, imprensa, membros de comissões técnicas, torcedores que vão ao estádio e os que não vão e ficam assistindo os jogos em telões e, mais seus acompanhantes, pode-se afirmar que Natal e a região turística têm um grande déficit de leitos em alojamentos hoteleiros e extra-hoteleiros. Isso não poderá ser um fator limitante, pois experiências mostram que outros países recorreram a projetos nos moldes do *bed and breakfast* e assim, conseguiram suprir a necessidade da demanda por hospedagem sem que fosse necessário grandes investimentos no setor hoteleiro.

A ocupação hoteleira de Natal pode melhor ilustrar a situação da procura dos meios de hospedagem:

Tabela 47. média de ocupação da rede hoteleira

Meses	Taxa Média de Ocupação (%)						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Janeiro	65,60	62,73	76,48	80,99	80,20	75,80	79,74
Fevereiro	50,06	38,80	55,18	62,80	64,40	58,40	64,07
Março	43,32	44,11	52,44	60,74	66,07	54,42	55,41
Abril	37,41	41,69	46,26	51,34	47,36	45,39	45,86
Maiο	37,03	34,37	39,48	43,92	39,69	38,67	36,52
Junho	33,98	34,56	45,03	49,13	38,83	38,24	35,99
Julho	57,36	57,61	60,37	64,29	52,81	55,68	61,46
Agosto	48,09	48,24	53,63	57,95	47,14	42,85	42,82
Setembro	44,06	50,35	56,87	57,22	49,14	50,81	50,10
Outubro	46,07	54,76	59,07	61,40	48,77	53,15	52,73
Novembro	47,57	53,54	58,70	65,35	56,21	59,78	56,81
Dezembro	48,47	67,87	68,48	69,40	57,59	57,42	58,20
Total	46,86	49,05	56,13	60,38	54,02	52,55	53,31

Fonte: Secretaria de Turismo de Natal, 2009

Por se tratar de um destino turístico que tem no sol e mar a sua maior atração, as estações são muito bem definidas, com a alta estação representada pelos meses de verão, iniciando normalmente no mês de outubro e se estendendo até março e a baixa estação representada pelos demais meses do ano. A Tabela acima ratifica essa característica apontando os meses de abril, maio e junho como de pior ocupação hoteleira.

a.2. Equipamentos de Alimentação

Foram identificados nos mesmos municípios, um total de 701 equipamentos de alimentação, entre restaurantes, bares e lanchonetes, não se contando, no entanto, os equipamentos de alimentação existentes nas praças de alimentação dos Shopping Centers e nem das galerias comerciais da cidade, bem como as barracas de praia que também oferecem, desde simples petiscos à refeições completas para os banhistas.

A tabela abaixo consolida os dados coletados, agrupando-os por tipologia, a partir das informações fornecidas pela prefeitura do Natal.

Tabela 48. Equipamentos de Alimentação em Natal e Grande Natal

Municípios	Restaurantes	Bares	Lanchonetes	Total
Ceará-Mirim	04	Não informado	02	06
Extremoz	Não informado	Não informado	Não informado	Não informado
Natal	187	46	177	410
Nísia Floresta	17	23	02	42
Parnamirim	25	04	11	40
Tibau do Sul*	-	-	-	203
Total	233	73	192	701

Fonte: Prefeituras Municipais, 2009,

* Fonte: Diagnóstico Plano Diretor Municipal, 2007.

Organização: FUNDEP, 2009.

O número de equipamentos disponíveis na região e apontados acima não representa o número real de estabelecimentos com condições de serem classificados como turísticos. Isto porque, grande parte deles, especialmente os situados nos municípios mais distantes, sem grandes fluxos de turistas, atuam na informalidade e mantém-se sob a gestão de funcionários pouco ou sem nenhuma capacitação profissional para a atividade em questão, apresentando problemas em relação não só ao serviço, mas à qualidade da comida bem como suas condições de higiene e apresentação.

Em contrapartida, há na localidade alguns municípios que se destacam não só por seus equipamentos de alimentação, mas pela gastronomia. São:

- Natal e Tibau do Sul, especialmente em função da ampla e diversificada oferta de bares e restaurantes, com alguns nacionalmente conhecidos como o Camarões e o Mangai, em Natal, e o Camamo Beijupirá, em Tibau do Sul;
- Parnamirim, na praia de Cotovelo, existe um pequeno conjunto de bares e restaurantes que atrai muitos visitantes para degustar o caranguejo e outros pratos à base de frutos de mar. Também na praia de Pirangi, especialmente no período de veraneio, operam diversos bares e restaurantes;
- Nísia Floresta também conta com alguns empreendimentos que atraem a visitação de turistas, em busca de camarão, tapiocas e outros pratos.

a.3. Agências de viagens e Serviços de Receptivo

A oferta de agências de viagens, operadoras e serviços de receptivo, conforme discriminado abaixo concentra-se na cidade de Natal. O quadro abaixo apresenta 158 agências e empresas de receptivo, 154 delas localizadas em Natal. Destas, apenas 67, segundo dados da Secretaria Municipal de Turismo, estão afiliadas à Associação Brasileira de Agências de Viagens – ABAV.

Tabela 49. Agências de Viagem, Receptivo e Operadoras de Tours

Município	Tipo	Quantidade	Serviços Oferecidos
Natal	Agências de Viagem	150	Pacotes, roteiros, passagens aéreas
	Receptivos	04	City tour, traslados etc.
Parnamirim	Agências de Viagem	04	Passeios e pacotes turísticos e vendas de passagens aéreas
Total		158	

Fonte: Prefeituras Municipais, 2009.

Organização: FUNDEP, 2009.

A proximidade dos outros municípios em relação à capital é fator que facilita a utilização de sua oferta pela comunidade e ou turistas de outros municípios próximos. Além disso, o próprio fato de Natal apresentar infraestrutura de aeroporto e terminal rodoviário e ser, assim, portão de entrada de turistas, cabe também a ela a distribuição destes pelos demais municípios que localizam-se no entorno de Natal. Grande parte dos turistas que chegam em Natal utilizam seus equipamentos e serviços, como meios de hospedagem e restaurantes, chegando aos outros municípios através de passeios de buggy ou outras formas, disponibilizadas pelas agências de receptivo; podendo ainda pernoitar alguns dias em outra localidade, especialmente em Pipa/Tibau do Sul.

As agências de receptivos, inclusive, possuem tarifas diferenciadas de traslados para os turistas que chegam ao Aeroporto Internacional Augusto Severo e estão indo para Pipa, por exemplo.

a.4. Outros Equipamentos e Serviços Turísticos:

Tabela 50. equipamentos e serviços turísticos

Municípios	Serviço de informações turísticas	Auto-Locadoras	Guias de turismo Ecodutores Locais
Ceará-Mirim	02	03	00
Extremoz	Não informado	00	Não informado
Natal	01	26	700
Nísia Floresta	00	00	00
Parnamirim	01	06	04
Tibau do Sul	Não informado	Não informado	Não informado
Total	04	35	704

Fonte: FUNDEP, 2009

- **Serviços de Informações Turísticas**

Os números expressos no quadro indicam a carência desses serviços em Natal e nos demais municípios e o quanto ainda precisa investir e melhorar na qualidade e na quantidade dos postos de informação. Foram catalogados apenas 04 postos de informações turísticas – 2 em Ceará-Mirim, 01 em Natal e 01 em Parnamirim. Os de

Ceará-Mirim ainda estão em fase de implementação, os demais funcionam de forma precária.

Um outro problema é que, os atendentes desses pontos falam apenas o idioma português, não oferecendo condições mínimas de comunicação com o turista internacional.

- **Auto-Locadoras**

Existem nessa região, aproximadamente 40 unidades de auto-locadoras, sendo que oito delas também trabalham com aluguel de *buggies*. Natal concentra a grande maioria, algumas delas franquias de redes internacionais, como a Hertz e a Máster Rent a Car. Nos demais municípios, há auto-locadoras de pequeno porte e também auto-locadoras de particulares, que atuam na informalidade.

Caso seja da vontade do visitante, também existem locadoras de veículos especiais com tração 4x4 para passeios onde veículos comuns não têm acesso.

- **Guias de Turismo e Condutores Locais**

Conforme aponta o quadro acima, existem no município de Natal e adjacências 705 Guias de Turismo e Condutores locais. Apesar de não existe um cadastro apontando qual porcentagem desses guias dominam outro idioma além do português, sabe-se que os idiomas prevalentes são o inglês e o espanhol. O número é bastante significativo, no entanto, para uma Copa o domínio de outros idiomas é fundamental, pois para trabalhar como Guia de Turismo num evento dessa magnitude faz-se necessário um processo de capacitação, que somente após concluído o profissional estará habilitado a atender uma demanda tão diversificada.

- **Equipamento para Venda de Artesanato**

Existem nos municípios da área de abrangência equipamentos destinados exclusivamente à venda do artesanato, que já possui papel fundamental no incremento e no enriquecimento da experiência turística do visitante que vem

conhecer a Natal e arredores. Abaixo, apresentamos os principais pontos que concentram a venda de artesanato:

Figura 90. Equipamentos para Venda de Artesanato

Municípios	Equipamentos para venda de artesanato
Ceará-Mirim	Centro de Artesanato do Trabalhador
Extremoz	Barracas de Artesanato Feira de Exposições
Natal	Shopping do Artesanato Potiguar Centro de Turismo Feirinha de Artesanato Praia do Meio Artesat Mercado Municipal Feirinha de Artesanato de Ponta Negra
Nísia Floresta	Loja de Artesanato Loja do Big Blue Adília Bezerra Dantas Artesanato Jerusalém Associação das Rendeiras de Alcaçuz Vera Rendas e Bordados Priscila Variedades Associação das Labirinteadas de Campo de Santana
Parnamirim	Feira de Artesanato do Cajueiro
Tibau do Sul	Não informado
Total	18

Fonte: FUNDEP, 2009.

Nos dados coletados através das pesquisas, identificou-se 18 pontos de venda de artesanato espalhados pelo município de Natal e Grande Natal.

Geralmente, a venda de artesanato ocorre em feirinhas, próximas a pontos turísticos importantes, como na Feira do Cajueiro, em Parnamirim. Já em Natal, existem espaços criados especialmente para essa finalidade, que conseguem reunir num mesmo espaço *stands* com tipos variados de artesanatos, produzido em várias regiões do Rio Grande do Norte. O Shopping do Artesanato Potiguar, em Ponta Negra, é um exemplo desse tipo de estabelecimento: com estacionamento, sanitários, segurança e uma gama enorme de produtos que vai desde jóias em pedras brasileiras e prata, até objetos de decoração para casa, alimentos regionais

como castanhas e bebidas típicas. O Centro de Turismo, também em Natal, funciona em uma antiga casa de detenção. Além de proporcionar uma linda vista do Rio Potengi, ao visitante, estão à sua disposição várias lojas instaladas em antigas celas, com artigos de cama, mesa e banho, vestuário, *souvenires* e até uma galeria com objetos de arte e mobília antiga.

- **Equipamentos e serviços para reunião e eventos**

Em Natal e nos demais municípios existem locais adequados para eventos em hotéis e fora deles. Espaços abertos, parques e até um Centro de Convenções com completa infraestrutura de estacionamento, sanitários, salas e mais espaços amplos para a realização de qualquer tipo de evento.

Conforme discriminados no quadro abaixo, existe um total de 22 espaços disponíveis para sediar eventos e reuniões na cidade de Natal e nos municípios do entorno, com capacidade de receber até 25.987 pessoas. Há ainda espaços cuja capacidade de carga não foi informada, portanto, esse número ainda pode ser aumentado, de acordo com a necessidade da demanda.

Figura 91. Equipamentos e Serviços para Reuniões e Eventos

Municípios	Equipamentos e serviços para reuniões e eventos	Capacidade
Ceará-Mirim	00	-x-
Extremoz	Espaço Marista	200
	Quadra de Esportes	Não informado
Natal	Centro de Convenções	12.000
	Bello Maré Hotel	150
	Holiday Inn	200
	Hotel Parque da Costeira	700
	Manary Praia Hotel	90
	Natal Mar Hotel	65
	Natal Praia Hotel	100
	Ocean Palace Beach	400
	Pestana Natal	760
	Pirâmide Natal	3.668
	Ponta Negra	60
	Porto Suítes	1.500
	Serhs Natal	3000
	Praiamar Hotel	560
	Hotel Imirá	Não informado
	FIERN	234
	CEFET	600
	Midway Hall	1.400
Nísia Floresta	00	-x-
Parnamirim	Hotel Village do Sol	300
	Parque Aristófane Fernandes	Não informado
Tibau do Sul	Não informado	Não informado
Total	22	

Fonte: FUNDEP, 2009

Esses equipamentos também são fundamentais para uma cidade que deseja sediar a Copa do Mundo. São espaços para reuniões, congressos, conferências, etc. bastante utilizados antes e durante o evento.

a.5. Capacitação da Mão-de-Obra

Mesmo Natal sendo um destino turístico consolidado será necessário, a exemplo da maioria das outras cidades brasileiras selecionadas, de investimentos maciços não só na melhoria da infra estrutura da cidade, mas, sobretudo na qualificação da mão-de-obra.

De acordo com o professor da Universidade de São Paulo (USP), Mário Carlos Beni, nem 1% da mão de obra turística, necessária para a realização da Copa, está devidamente treinada para um evento da magnitude de um campeonato mundial de futebol. Assegura o autor que, se formos passar por uma peneira fina, poucos são os destinos que estão rigorosamente preparados para esse megaevento, mesmo as doze cidades onde deverão acontecer os jogos.

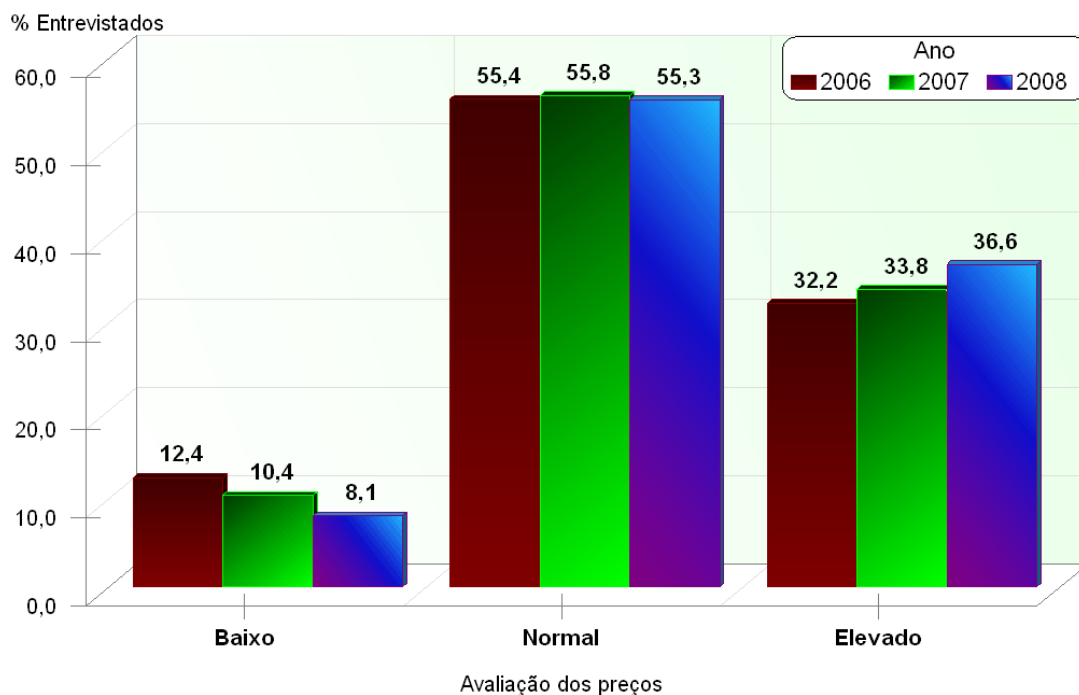
Essa é uma das questões cruciais a serem resolvidas que dependerá muito mais de criatividade do que de investimento.

b. Sobre a Demanda: Percepção do Destino

A percepção que os turistas têm sobre o destino Natal é um dado orientador para a preparação da cidade para sediar um evento que trará milhares de visitantes. Os dados a serem apresentados foram extraídos da Pesquisa de Demanda Turística realizada pela SETUR no período 2006 a 2008. Os aspectos avaliados foram: os preços cobrados por produtos e serviços na localidade, bem como os atrativos turísticos, os equipamentos e serviços turísticos e a infra-estrutura da localidade. Outros pontos analisados são os fatores que mais impressionaram positiva e negativamente no turista.

Os preços praticados na localidade foram considerados normais pela maior parte dos turistas nos três anos de referencia. Houve, contudo, aumento daqueles que classificaram os preços como elevados: percentual que passou de 32,% em 2006 para 36,6% em 2008, índice que migrou da avaliação “baixo”.

Figura 92. Avaliação dos preços dos bens e serviços adquiridos no município do Natal pela demanda turística, 2006-2008



Nota: Foram consideradas apenas as respostas válidas, excluindo-se os entrevistados que não responderam.

Fonte: Relatórios Consolidados de Demanda Turísticas do RN, 2006 a 2008, SETUR.

Os atrativos turísticos do município de Natal receberam avaliações positivas dos turistas que visitaram a localidade entre 2006 e 2008, destacando-se as avaliações aos Atrativos Naturais. Considerando-se os índices de ótimo e bom para as avaliações positivas, os Atrativos Naturais conseguiram índices de 95,9%, 97,5% e 97% em 2006, 2007 e 2008, respectivamente, sendo, portanto, os atrativos com melhor avaliação. O Patrimônio Histórico-cultural registrou um crescimento de sua avaliação positiva, passando de 69% (2006) a 86,6% (2008). Da mesma forma, as Manifestações Populares registraram avaliação positiva de 68,1% em 2006, índice que se elevou a 81% em 2008, sendo ainda dos atrativos turísticos aquele com menor expressividade. Os índices de rejeição aos atrativos turísticos relacionados à cultura local diminuíram entre 2006 e 2008, ratificando o dado anteriormente exposto.

Tabela 51. Qualificação dos Atrativos Turísticos do município de Natal, avaliados pela demanda turística, 2006-2008

Itens	Ótimo			Bom			Regular			Ruim		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Atrativos Naturais	42,9	67,2	61,0	53,0	30,3	36,0	3,6	2,1	2,6	0,5	0,4	0,4
Patrimônio Histórico/Cultural	13,4	35,5	33,8	55,6	48,6	52,8	25,4	12,3	10,8	5,7	3,7	2,5
Manifestações Populares	16,1	31,9	31,0	52,0	46,8	50,0	24,3	15,6	15,2	7,5	5,7	3,9

Nota: Foram consideradas apenas as respostas válidas, excluindo-se os entrevistados que não responderam.

Fonte: Relatórios Consolidados de Demanda Turísticas do RN, 2006 a 2008, SETUR.

Os itens qualificados como equipamentos e serviços turísticos são: equipamentos de lazer, passeios oferecidos, passeios de *buggy*, empresas/serviços de receptivo, hospitalidade do povo, informações turísticas, guias de turismo, meios de hospedagem, bares e restaurantes, comércio e compras, diversão noturna e serviços de táxi.

Dos 12 listados, os dois que receberam melhor qualificação em todos os anos foram: Hospitalidade do povo e passeios de *buggy*. A Hospitalidade abarcou 94,9%, 96,2% e 94,4% em 2006, 2007 e 2008, respectivamente, sendo o item melhor qualificado pelo turista, com exceção de 2008, em que ocupou a terceira colocação. Nesse ano, as melhores avaliações positivas foram para Passeios de *buggy* (96,5%) e Passeios oferecidos (94,5%), que figurou na terceira colocação nos dois anos anteriores. O Passeio de *buggy*, um dos mais conhecidos e tradicionais produtos turísticos, abarcou 92,5% e 94,9% de avaliações positivas nos anos de 2006 e 2007, respectivamente.

Tabela 52. Qualificação dos Equipamentos e Serviços Turísticos do município de Natal, avaliados pela demanda turística, 2006-2008

Itens	Ótimo			Bom			Regular			Ruim		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Equipamentos de lazer	18,3	36,9	32,0	63,6	52,0	58,2	14,9	9,7	8,6	3,2	1,4	1,2
Passeios oferecidos	31,1	41,9	39,0	58,9	51,6	55,5	8,8	5,7	4,2	1,2	0,7	1,2
Passeios de <i>buggy</i>	41,4	62,9	61,4	51,1	32,0	35,1	5,8	4,3	2,4	1,7	1,1	1,1
Empresas/Serviços de receptivo	24,3	35,3	30,5	61,8	55,2	61,1	11,1	7,8	6,3	2,8	1,7	2,0
Hospitalidade/Povo	41,3	56,8	50,7	53,6	39,4	43,7	4,2	3,3	4,3	1,0	0,6	1,3
Informações turísticas	21,6	33,2	30,7	55,3	53,5	56,2	17,0	11,2	9,5	6,1	2,1	3,6
Guias de turismo	26,4	36,5	38,8	56,9	52,1	49,1	13,6	9,9	10,0	3,1	1,5	2,2
Meios de hospedagem	28,1	42,0	38,9	58,3	51,1	52,4	11,2	5,5	7,1	2,5	1,3	1,5
Bares/Restaurantes	26,1	38,1	35,6	63,1	54,9	56,5	9,4	5,9	6,5	1,3	1,0	1,4
Comércio/Compras	16,8	27,5	20,4	66,5	60,0	64,2	14,8	10,7	13,7	1,9	1,8	1,6
Diversão Noturna	22,6	34,3	28,7	53,1	50,1	54,4	18,2	12,2	12,3	6,1	3,3	4,6
Serviços de táxi	16,3	24,8	21,5	61,7	57,4	62,7	15,5	13,8	10,9	6,5	4,0	4,9

Nota: Foram consideradas apenas as respostas válidas, excluindo-se os entrevistados que não responderam.

Fonte: Relatórios Consolidados de Demanda Turísticas do RN, 2006 a 2008, SETUR.

Em contraposição aos equipamentos e serviços melhor qualificados em Natal, os que receberam pior avaliação pelos turistas, nos anos de referência foram Serviços de Táxi e Diversão Noturna. O primeiro obteve 6,5%, 4% e 4,9% de avaliações negativas (“Ruim”) em 2006, 2007 e 2008, respectivamente, sendo o item de pior avaliação. Já a Diversão Noturna recebeu qualificação negativa por parte de 6,1%, 3,3% e 4,6% dos turistas em visita a Natal. Outro item que figurou entre os piores avaliados foram as Informações Turísticas, considerado o terceiro mais precário no município de Natal.

Em seguida, tem-se a qualificação da infra-estrutura municipal, em que se consideram: condição/qualidade ambiental da localidade, comunicações, sinalização urbana e turística, segurança pública, limpeza pública, transporte urbano coletivo, terminal rodoviário e aeroporto/campo de pouso. Desses, os que receberam melhor avaliação positiva foram Qualidade Ambiental e Comunicações, excetuando-se o

ano de 2006, em que Aeroporto ocupou a segunda colocação (80,3%). Nos demais anos, ficou com a terceira colocação entre os com melhor qualificação. Em relação à Qualidade Ambiental, esta recebeu 89,4%, 92,4% e 89,8% de avaliações positivas em 2006, 2007 e 2008, respectivamente, sendo o item da infra-estrutura melhor avaliado. Já as comunicações foram qualificadas por 80,2% (2006), 86,4% (2007) e 83,6% (2008) como positivas pelos turistas em viagem a Natal.

Tabela 53. Qualificação da Infraestrutura do município de Natal, avaliados pela demanda turística

Itens	Ótimo			Bom			Regular			Ruim		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Condições/Qualidade ambiental da localidade	37,6	39,5	31,7	51,8	52,9	58,1	7,9	5,8	7,8	2,6	1,8	2,3
Comunicações (correios/telefone/internet)	19,2	27,1	20,9	61,0	59,3	62,7	12,7	9,4	9,3	7,1	4,2	7,1
Sinalização urbana turística	13,9	21,8	21,5	56,8	53,3	58,4	19,0	18,3	14,5	10,3	6,6	5,6
Segurança Pública	11,4	19,4	19,0	60,1	60,4	55,9	21,0	14,9	17,3	7,5	5,3	7,8
Limpeza Pública	15,7	22,0	21,6	55,1	54,3	53,0	21,4	17,5	17,7	7,9	6,3	7,8
Transporte Urbano Coletivo	6,8	18,9	13,7	61,3	47,9	54,4	23,0	23,6	21,1	9,0	9,6	10,8
Terminal Rodoviário	3,8	13,0	11,1	42,9	32,4	35,6	33,4	28,1	29,1	20,0	26,5	24,2
Aeroporto/Campo de Pouso	17,6	20,6	18,2	62,7	63,3	62,0	15,4	13,2	15,2	4,4	3,0	4,6
Avaliação Geral do Município	34,8	40,4	40,1	58,8	54,6	55,1	6,0	4,6	4,1	0,5	0,4	0,7

Nota: Foram consideradas apenas as respostas válidas, excluindo-se os entrevistados que não responderam.

Fonte: Relatórios Consolidados de Demanda Turísticas do RN, 2006 a 2008, SETUR.

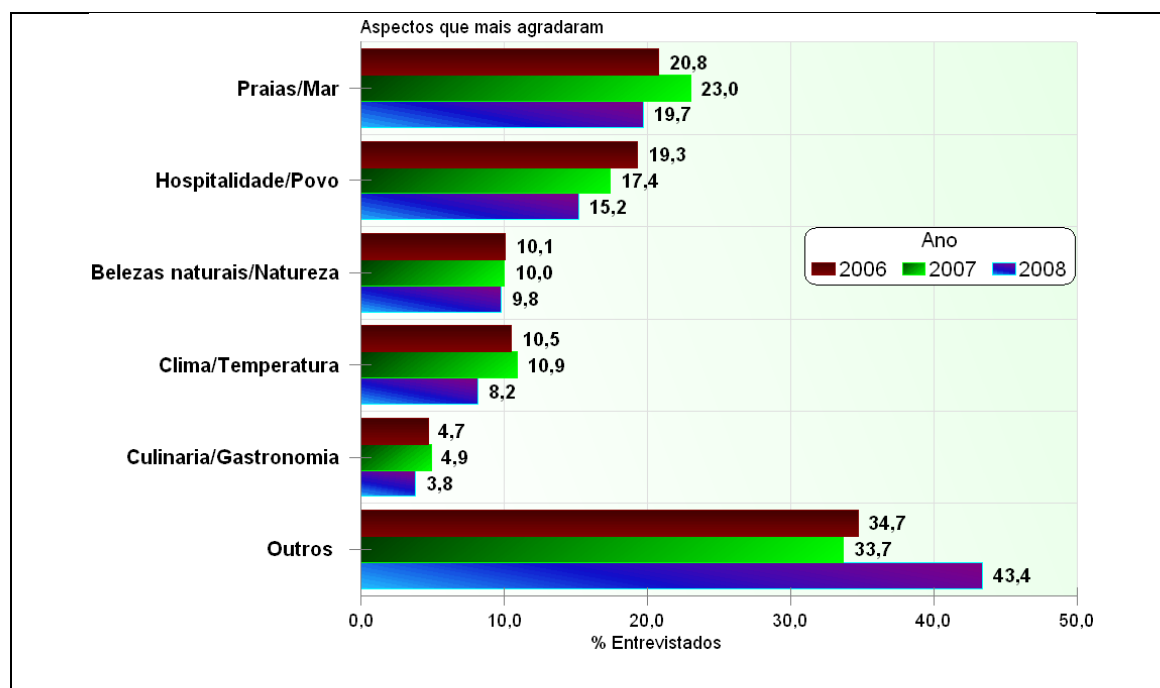
Os itens da infra-estrutura mais criticados nas pesquisas de Demanda Turística dos anos em questão foram: Terminal Rodoviário e Transporte Urbano Coletivo, excetuando-se o ano de 2006, em que a Sinalização urbana e turística ocupou o segundo lugar (10%). O Terminal Rodoviário de Natal é de forma inquestionável o pior item avaliado pelos turistas, recebendo 20%, 26,5% e 24,2% de qualificações negativas nos anos de 2006, 2007 e 2008, respectivamente. O Transporte Urbano

Coletivo foi classificado como um dos piores itens da infra estrutura natalense por 9% (2006), 9,6% (2007) e 10,8% dos turistas em Natal. Outro item que recebeu várias críticas foi a Sinalização Urbana e Turística que figurou entre os três primeiros itens pior avaliados nos anos pesquisados.

Apesar de algumas críticas a oferta de atrativos, equipamentos e serviços e infraestrutura da localidade, a avaliação positiva geral de Natal melhorou de 2006 para 2008, passando de 93,6% naquele ano para 95,2%.

Para finalizar a percepção da destinação turística, os turistas apontaram, de forma espontânea, os dois itens que mais lhe agradaram e os dois que menos agradaram. Destacaram-se positivamente nos três anos de referência as Praias/Mar e a Hospitalidade do Povo, ratificando as qualificações dos anteriormente mostradas.

Figura 93. Aspectos que mais agradaram a demanda turística em relação ao município do Natal, 2006-2008



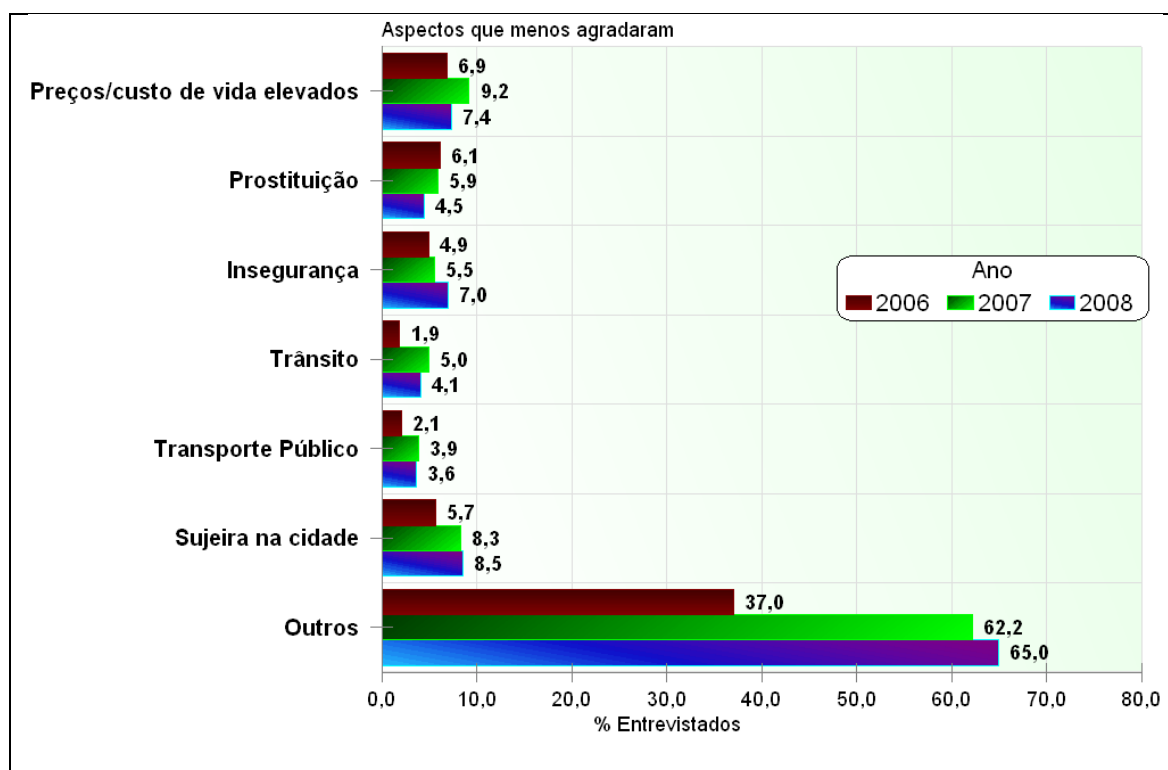
Nota: Foram consideradas apenas as respostas válidas, excluindo-se os entrevistados que não responderam.

Fonte: Relatórios Consolidados de Demanda Turísticas do RN, 2006 a 2008, SETUR.

Em contrapartida, os dois aspectos que menos agradaram foram: em 2006 – preços/custo de vida elevado e prostituição; e em 2007 e 2008 – também

preços/custo de vida elevado e sujeira na cidade, devendo-se registrar em 2008 o crescimento da insegurança por parte do turista, como mostra o gráfico abaixo.

Figura 94. Aspectos que menos agradaram a demanda turística em relação ao município do Natal, 2006-2008



Fonte: Relatórios Consolidados de Demanda Turísticas do RN, 2006 a 2008, SETUR.

Nota: Foram consideradas apenas as respostas válidas, excluindo-se os entrevistados que não responderam.

Além da análise da demanda, também entendemos ser fundamental analisar a capacidade de carga e a infra-estrutura da qual se dispõem para receber o grande fluxo de turistas que serão atraídos para Natal em função da Copa.

4.3.4.3. Considerações

Evidentemente, a realização de eventos esportivos internacionais em qualquer cidade causa um incremento no turismo receptivo. A questão que se coloca é que se

tentou demonstrar é até que ponto Natal estará preparada para sediar a Copa de 2014 e como ficarão esses investimentos no pós copa.

Dentro do processo turístico pode-se afirmar que dentre os vários benefícios relacionados, resumidamente o turismo de eventos esportivos traz para as cidades sedes: oportunidade de ampliação do mercado interno e, sobretudo, externo, pelo grande espaço na mídia que proporciona; pela criação e melhoria da infraestrutura e de serviços que poderão ser apropriados pelo sistema turístico; ampliação no volume de arrecadação, na medida em que gera inúmeros negócios; oportunidade de ampliação da segmentação e especialização do turismo com a vinda de visitantes com vários perfis e comportamentos.

Por outro lado, a Copa 2014 em Natal necessita de espaços adequados para sua realização, que dependem na maioria das vezes de iniciativas públicas e/ou privadas para a sua construção. A concretização desses espaços deverá criar uma nova dinâmica socioespacial para a cidade com reflexos econômicos e comerciais sobre a mesma. Assim, a função da cidade poderá ser alterada no momento em que se prepara a cidade para receber turistas com um determinado perfil. Natal, hoje é atrativa por tudo que ela representa para o turismo de sol e mar, como lugar de encontro do ir e vir, do acontecer de um certo tipo de turismo com suas infraestruturas e serviços adequados para esse turismo.

Espera-se que o valor agregado pela nova estrutura turística deve ser e representar um conjunto de relações sociais dos seres humanos com sua história, sua cultura e seu ambiente natural e arquitetônico, capaz de gerar um sistema organizado que venha favorecer a vida da cidade nas suas múltiplas e inúmeras questões e necessidades.

A Copa não pode ser vista como um fenômeno isolado do contexto social e cultural em que está inserida. O sentido é agregar valor à cidade para o pós copa e nesse sentido é necessário que a sociedade participe e se beneficie dos resultados sociais e econômicos decorrentes desse evento, não sendo mera imagem ou vitrine artificial montada e desmontada para experimentações de ações sem planejamento. E que este valor agregado também ofereça à cidade sede condições positivas sustentáveis e permanentes.

4.3.5. Uso e Ocupação do Solo

Os componentes da cidade estão representados no plano e constituem classes e espaços formalmente caracterizados: a rua, a praça, o edifício, o parque, os espaços privados e os espaços públicos. As tipologias edilícias – que sempre estão implícitas em um traçado – são fundamentais na conformação desses componentes. Esses elementos estão presentes na origem da cidade porque levam consigo uma informação cultural de como construir, como produzir o espaço habitável. Dessa forma, o plano (sítio) condiciona as tipologias futuras, dando maior ou menor grau de liberdade para seu desenvolvimento. As tipologias edilícias são fundamentais também, na divisão territorial ou no parcelamento do solo.

Através das lógicas evolutivas e estruturadoras mencionadas por Vicente Del Rio (1990), a tipologia dos elementos urbanos é caracterizada pelo inventário e categorização de tipologias edilícias (residências, comércio, entre outros), gabarito, de lotes e quarteirões e sua ocupação, etc.

Para esse estudo será dada uma atenção especial à categoria de Uso e Ocupação do solo, que é definida em função das normas relativas a regime de atividades, tipos de funções e intensidade de utilização do solo e das edificações, sendo importante para compreensão dos fatores físico-espaciais e socioeconômicos do espaço.

A informação sobre o uso e ocupação do solo é um elemento essencial para os processos de planejamento e ordenamento físico-territorial do espaço urbano, na medida em que, pode contribuir para um melhor conhecimento da disposição espacial das atividades humanas, suas formas de ocupação e da necessidade de alteração para fins de planejamento ambiental.

Inicialmente, foram definidas as áreas de influência direta e indireta do objeto de análise - ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, onde foi adotada como área de vizinhança (influência direta) contida nos 1.000 metros (mil), tomados os limites do empreendimento implantado e como de influência direta, a área posterior ao raio mencionado até os limites dos bairros de Lagoa Nova e Candelária, devido a maior parcela do raio de influencia direta esta inserida nesse espaço (Mapa de área de Influência). É importante mencionar que, essas áreas não serão definidas com caráter geral para todos os impactos, sendo definida uma área de

influência e uma escala adequada de acordo com o tipo de impacto produzido pelo empreendimento.

Para obtenção dos dados relativos ao uso e ocupação foi realizado, inicialmente, o levantamento *in loco* das tipologias e uso existentes na área de influência direta do objeto em questão, com o auxílio de recursos de dados obtidos através de detecção remota, com a interpretação de fotografias aéreas e, posteriormente, lançadas às informações em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), como forma de auxiliar nas tomadas de decisões e nas posturas mitigadoras necessárias.

Nos últimos anos, os dados obtidos por detecção remota têm sido integrados em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), desenvolvendo ferramentas de análise bastante úteis e ao mesmo tempo possibilitando a criação de novos dados espaciais sobre os quais se podem fazer melhores decisões ao nível do planejamento e ordenamento do território (PRENTZEL, 2004).

A aplicação do sensoriamento remoto ao estudo dos aglomerados urbanos permite essencialmente avaliar as suas características físicas, incluindo a forma e dimensão dos edifícios e superfícies artificiais, a partir das quais se podem estabelecer taxas de crescimento, densidades relativas e padrões de evolução. No entanto, como o uso e ocupação do solo é um conceito abstrato que se refere às atividades humanas que se desenvolvem no solo (residencial, comercial, industrial) (BARNSELEY et al., 2001), apresentando um conjunto variado de fatores sociais, culturais, econômicos ou mesmo políticos que não apresentam, muitas vezes, correspondência física, sendo necessário recorrer à interpretação visual.

Sendo assim, foi realizada uma análise das tipologias de uso do solo, sendo estas, posteriormente classificadas em função dos tipos mais incidentes na área de análise, classificadas em uso residencial, comercial, serviço, institucional, praças/lazer e os vazios.

Posteriormente, como forma de auxiliar e compreender as condições e formas de ocupação do espaço, será analisada como se caracterizam e se comportam as áreas de domínio público e de preservação, inclusive valores históricos e culturais, assim como, a cobertura vegetal.

Nesta perspectiva, é de fundamental importância ao estudo, inicialmente compreender o processo de formação do espaço urbano estudado, como forma de auxiliar a análise de uso e ocupação.

4.3.5.1. Processo de formação da área

O ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO encontram-se inseridos no bairro de Lagoa Nova, Região Administrativa Sul da cidade de Natal. O bairro teve sua ocupação inicial na década de 1960 impulsionado, inicialmente, pelo Conjunto Residencial Potilândia no ano de 1968, sendo este, o segundo aglomerado planejado da cidade (NATAL, 2007, p.6). Posteriormente, seguido de outros conjuntos como Nova Dimensão, Roselândia e Lagoa Nova I e II, deu impulso à formação do bairro (Mapa dos Loteamentos e conjuntos).

Tabela 54. Conjuntos localizados na área de influência direta

Conjunto	Número de unidades construídas
Lagoa Nova I	264
Candelária	2.140
Potilândia	768
Nova Dimensão	136
SESC	142
Cooperativa Potiguar	Não informado

Fonte: SEMURB, 2007.

Na década de 1970 foi construído no bairro o Estádio João Cláudio de Vasconcelos Machado, o "Machadão", anteriormente conhecido como "Castelão", em homenagem ao Presidente Humberto de Alencar Castelo Branco, foi inaugurado no ano de 1972. Posteriormente, foi realizada a pavimentação de uma das mãos da Avenida Prudente de Moraes e a construção dos primeiros prédios do Centro Administrativo - Secretarias da Agricultura, da Fazenda e da Administração (1976) e de alguns prédios do Campus da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, impulsionando ainda mais o crescimento e transformação do bairro.

Nos anos de 1990 e início do século XXI, forma-se no bairro um setor jurídico, principalmente na rua Dr. Lauro Pinto, com a implantação do Tribunal Regional do Trabalho, da Justiça Federal e do Fórum de Natal, sendo este último depois transferido para o bairro da Ribeira (NATAL, 2007, p. 7).

Tabela 55. Principais alterações ocorridas na área de influência

Ano	Alteração no contexto
Dec. 1950, 1960 e 1970	<ul style="list-style-type: none"> Aprovação e Registro de Loteamentos no bairro de Lagoa Nova
1968 - 1974	<ul style="list-style-type: none"> Início da ocupação do bairro com o surgimento dos conjuntos Potilândia, Nova Dimensão, Roselândia e Lagoa Nova I e II
1976	<ul style="list-style-type: none"> Inauguração dos primeiros prédios do centro administrativo - as Secretarias da Agricultura, da Fazenda e da Administração. Ocupação da primeira etapa do conjunto Candelária (1000 casas).
1977	<ul style="list-style-type: none"> Conclusão da 2a. e 3a. etapa do Conjunto Candelária
1978	<ul style="list-style-type: none"> Pavimentação da Av. Prudente de Moraes (apenas uma mão) Inauguração da CEASA Inauguração dos primeiros prédios do Campus Central da UFRN
1979	<ul style="list-style-type: none"> Conclusão do prédio do SENAI (Av. Capitão-mor Gouveia)
1980	<ul style="list-style-type: none"> Inauguração da Nova Rodoviária de Natal, à Av. Capitão-mor Gouveia (iniciada em 1978)
1985 - 1989	<ul style="list-style-type: none"> Duplicação e asfaltamento da Av. Prudente de Moraes Conclusão e consolidação do Centro Administrativo Asfaltamento da Av. Capitão-mor Gouveia (acesso à Rodoviária Nova)
1990 - 1994	<ul style="list-style-type: none"> Construção do Espaço de Natal (conhecido como "Papódromo", construído para o XX Congresso Eucarístico Nacional) Inauguração do Ginásio Poli-esportivo Humberto Nesi, "Machadinho" - 1992) Inauguração do Natal Shopping (1993) Início da construção do setor Jurídico Construção do CAIC - Lagoa Nova
1995 - 1999	<ul style="list-style-type: none"> Consolidação do setor Jurídico Construção do Pro-Mater (hospital) Inauguração do Kartódromo Geraldo Melo Consolidação de atividades comerciais e de prestação de serviços na Av. Prudente de Moraes (área próxima ao Castelão)
Início do Século XXI	<ul style="list-style-type: none"> Consolidação de área médica (clínicas e similares) na Rua São José e transversais

Fonte: ELALI (2004) com base em dados da SEMURB (1999).

Grande parcela do atual espaço urbano da área de análise, de acordo com Candido Malta Campos Filho (2003), se configura pela presença de um tecido urbano que

corresponde aos espaços planejados (conjuntos habitacionais e loteamento), que nascem usualmente nas periferias urbanas da época que foi implantado, e depois se tornou central, como ocorrido nos bairros de Lagoa Nova.

Percebe-se que o parcelamento configura-se pela presença de lotes regulares e quarteirões padronizados do tipo quadrangular e retangular alongado, encontrados, sobretudo, nos conjuntos habitacionais e loteamentos. Observa-se também, uma tendência no aumento do tamanho do lote realizado pelo remembramento, impulsionado pela mudança do uso residencial para o uso residencial multifamiliar, comercial e serviço, sendo necessário um maior potencial construtivo e consequentemente, um lote maior.

O traçado segue a mesma configuração espacial do parcelamento com a presença de vias regulares e uniformes, do tipo “Xadrez”, encontrado, principalmente, nos conjuntos habitacionais.

Essas modificações ocorridas na morfologia urbana do espaço analisado demonstram que o mesmo passou e anda passando por alterações não só nos seus aspectos físicos e territoriais, como também, nos fatores socioeconômicos dos seus moradores, quando comparado com a população residente na formação inicial da área, sobretudo, devido à região ter se transformado numa nova centralidade, com o surgimento de novas atividades.

4.3.5.2. Tipologia edílicia

a) Uso Residencial

Para essa análise, entende-se como uso residencial o conjunto das atividades correspondentes às formas de morar, em caráter permanente, de pessoas ou de grupos de pessoas.

A área de influência do objeto é predominantemente do tipo residencial unifamiliar, sendo no período inicial destinada a um padrão de até 03 (três) salários mínimos, contudo, com a ampliação do sistema viário existente e o surgimento de grandes

empreendimentos de diferentes usos, a área foi se transformando e modificação a tipologia e do padrão social existente (Mapa de Uso e Ocupação do Solo).

A partir das informações obtidas em campo, notou-se que existe um grande número de edificações que sofreram modificações (reformas e ampliações), no que se refere à configuração inicial, principalmente as casas de conjuntos, com poucos exemplares encontrados na área. As modificações ocorreram, sobretudo, na área frontal e posterior dos lotes, com a construção de novos cômodos e reforma nas fachadas, com uma maior expressividade da década de 1990 (ver figura abaixo).

Figura 95. Exemplar de uma casa do Conjunto Lagoa Nova I (1975), com poucas modificações.



Fonte: FUNDEP, 2009.

Figura 96. Residência do Conjunto Lagoa Nova I modificada



Fonte: FUNDEP, 2009.

O uso residencial da área foi sofrendo modificações e alterações ao longo com tempo, sendo substituído, principalmente, pelos usos do tipo residencial multifamiliar, comercial e de serviço, modificando também o parcelamento, exigindo lotes maiores para implantação dessas atividades.

A área apresenta-se em um processo de verticalização, com edifícios voltados para o uso residencial de alto padrão, sobretudo, nos bairros de Candelária, (principalmente na parte conhecida como alto da Candelária) e no bairro de Lagoa Nova, com exceção da área de Controle de Gabarito localizada na porção leste da área de influência, próximo ao Parque das Dunas (Mapa de Uso e Ocupação do Solo).

Figura 97. de verticalização com uso residencial multifamiliar nos bairros de Lagoa Nova e Candelária



Fonte: FUNDEP, 2009

Observa-se ainda, a presença de uma tipologia de uso residencial com característica de interesse social, localizada entre a Avenida Romualdo Galvão, Rua Prof. João da Mata, Trav. Miguel Castro e a Rua Manoel Procópio. O espaço apresenta um traçado informal, com lotes e quadras com tamanhos variados, alta densidade, poucas áreas permeáveis, com edificações construídas sem recuo frontal e lateral

no limite do lote, acessibilidade reduzida, com calçadas inferiores a 1 metro e barreiras arquitetônicas (ver figura abaixo).

Figura 98. Traçado complexo com vias e passeio com medidas inadequadas



Fonte: FUNDEP, 2009

Figura 99. Residência sem a presença de recuo lateral e frontal



Fonte: FUNDEP, 2009

b) Uso Comercial e Serviço

Para essa análise são consideradas como de uso comercial todas as atividades econômicas que têm como função específica a troca de bens (mercados, mercearias, padarias, farmácias etc.).

Com relação aos usos de serviços, estes estão vinculados às atividades econômicas destinadas à prestação de serviços de qualquer natureza (agências bancárias, restaurantes, oficinas, etc.).

De acordo com Del Rio (1990), os usos comerciais e de serviços tendem a ocorrer (não exclusivamente) segundo a hierarquia da circulação pública. Este conceito corresponde à realidade constatada na área analisada, em especial nas Avenidas Senador Salgado Filho/BR 101, Prudente de Moraes, Cap. Mor Gouveia, Romualdo Galvão, Ruas São José e Jaguarari, onde observa-se corredores de uso comercial e de serviço.

Segundo dados da SEMURB (2007), o bairro de Lagoa Nova possui 1.827 atividades do tipo comercial e 1.790 empresas voltadas para atividade de serviço, sendo um número que demonstra a potencialidade dessas atividades no bairro.

Nas áreas dos conjuntos, anteriormente predominantemente do tipo residencial, vem passando ao longo do tempo por um processo de modificação de uso voltadas às atividades de comércio e serviço, onde se observa que os muros desapareceram, dando lugar a estacionamentos frontais ligados à calçada (ver figura abaixo).

Figura 100. Antiga casa de conjunto substituída por atividade comercial



Fonte: FUNDEP, 2009

Outra característica da área é a presença de prédios comerciais com diversos tipos de atividades. A verticalização aparece como uma tendência na região, sobretudo, pelo alto valor da terra, sendo a verticalização uma alternativa de aumentar o potencial construtivo (ver figura abaixo).

Figura 101. Verticalização do uso comercial



Fonte: FUNDEP, 2009

Uma forte presença no bairro de Lagoa Nova são equipamentos voltados ao atendimento de saúde, sendo 10 (dez) unidades do tipo clínica/ambulatório, 01 (uma) unidade de apoio diagnose e terapia, 01 (uma) policlínica, 01(uma) unidade básica de saúde e 07 (sete) hospitais, totalizando 20 unidades, sendo 11 (onze) localizadas na área de influência direta (Mapa de Equipamentos).

Figura 102. Verticalização do uso comercial.



Fonte: FUNDEP, 2009.

c) Uso Institucional

Os equipamentos destinados ao uso institucional (delegacia de polícia, Igreja ou templo religioso, órgão de administração pública, centros comunitários, entre outros), estão localizados nas áreas onde eram os conjuntos e loteamentos (Mapa de Uso e Ocupação do Solo).

É importante mencionar que, apesar das alterações ocorridas com a mudança de uso no bairro, o mesmo apresenta ainda um bom número de Associações, Centros, Clubes de Mães, Clube de Idosos e Conselhos comunitários, totalizando 09 (nove) entidades organizadas (SMDC - Secretaria Municipal de Desenvolvimento Comunitário – 2007). Esses espaços são de fundamental importância para o convívio social dos moradores locais, tendo assim, um papel importante na valorização e preservação dos valores históricos e culturais do espaço intra-urbano.

O que se refere aos equipamentos de segurança pública o bairro dispõe de 04 (quatro) unidades, sendo 03 (três) na área de influência direta, a Delegacia Especializada em Defesa do Patrimônio Público, localizada no Centro Administrativo

e 02 (duas) delegacias de policia, uma no conjunto Potilândia e outra no conjunto Lagoa Nova I (ver figura abaixo).

Figura 103. 5ª Companhia de Policia de Radiopatrulha, conj. Lagoa Nova I



Fonte: FUNDEP, 2009

Importante destacar também, no bairro de Lagoa Nova, a grande variedade e quantidade de equipamentos de educação, com 03 (três) unidades de nível Federal, 13 (treze) Estaduais, 02 (duas) creches municipais e 20 (vinte) escolas particulares, totalizando 38 instituições de ensino, com destaque para o Campus Universitário (Mapa de Equipamentos).

O Espaço de Natal, conhecido como "Papódromo", pois recebeu o Papa João Paulo II durante o XX Congresso Eucarístico Nacional e principalmente o Centro Administrativo, onde estão localizadas as secretarias do Estado, aparecem em destaque na área de influencia, como equipamentos voltados para a atividade institucional.

d) Praças / Lazer

A praça juntamente com a rua, consiste em um dos mais importantes espaços públicos urbanos de uma cidade, na medida em que desempenham um papel fundamental no contexto das relações sociais em desenvolvimento.

Estas áreas quando tratadas adequadamente, desempenham um papel importante no meio urbano, pois além de constituírem zonas de amenização do clima filtrando a radiação solar e proporcionando sombras, cumprem funções sociais encontros, culturais, funcional (circulação) e higiênica (mental ou física) (DEL RIO, 1990, p.107)

Como bem identifica Lamas (2004), com respeito à importância das áreas verdes nas cidades, destacamos:

Do canteiro à árvore, ao jardim de bairro ou a grande parte urbana, as estruturas verdes constituem também elementos identificáveis na estrutura urbana. Caracterizam a imagem da cidade; tem individualidade própria; desempenham funções precisas; são elementos de composição e do desenho urbano; servem para organizar, definir e conter espaços (LAMAS, 2004, p.106).

Atualmente, percebe-se como resultado do conturbado crescimento e desenvolvimento das cidades, que tem sido constante a criação de espaços de lazer como alternativas de resgatar a relação homem-meio ambiente. Miranda em seu livro O Parque e a Arquitetura: uma proposta lúdica, 1996, relata que em se tratando do quadro brasileiro, os espaços destinados ao lazer no meio urbano se mostram insuficientes, seja por ausência de áreas disponíveis, ineficácia do sistema público-administrativo ou problemas ambientais. A valorização dos espaços faz por onde a cidade transformar-se em comércio, virando lugar de mercado e trazendo consigo consequências nefastas sobre os espaços públicos.

O Bairro de Lagoa Nova é o que apresenta o maior número de Praças de todo município de Natal, com um total de 24 (vinte e quatro) unidades, sendo 15 (quinze) na área de influência direta (Mapa de Uso e Ocupação do Solo), conforme observado na tabela abaixo.

Tabela 56. Relação das Praças do Bairro de Lagoa Nova

Praça	Rua
Praça Lourdes Guilherme	Rua do Cristal de Rocha c/ Rua do Topázio
Praça da Esmeralda	Rua da Esmeralda / Rua da Gipsita
Praça Terezinha F. de Gouveia	Rua do Ouro c/ Rua da Granada
Praça 28 de Outubro	Rua do Diamante c/ Rua do Berilo
Praça Míriam Vasconcelos	Av. Sen. Salgado Filho c/ Rua Sen. Jessé Pinto Freire
Praça Cel. Paixão	Rua da Bauxita / Rua do Amianto
Praça Nossa Senhora da Conceição	Rua da Esmeralda c/ Rua do Amianto
Praça Pureza Moura	Rua Jornalista Fco. Sinedino / Rua Sérgio Severo c/ Rua José Ribeiro Dantas
Praça das Mangueiras	Rua Umarizal / Rua Florânia c/ Rua São José
Praça Stênio A. de Araújo	Rua Angicos / Rua Carnaúba dos Dantas c/ Rua Equador
Praça São Camilo de Lelis	Rua Grossos / Rua Upanema c/ Rua Lucrecia
Praça Santa Mônica	Rua Marise Bastiê c/ Rua Anfitróquio Câmara
Praça Manoel Gonçalves Ribeiro	Rua Dr. José Gonçalves c/ Rua Tomás Pereira
Praça Kalina Maia	Rua Joaquim Araújo Filho/ Rua Manuel Vieira de Freitas/ Rua Dr. João Abdon
Praça de Potilândia	Rua da Ametista c/ Rua da Turmalina

Fonte: SEMSUR – Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, 2007.

Figura 104. Praça São Camilo de Lelis, localizado no Conjunto Lagoa Nova I.



Fonte: FUNDEP, 2009.

O bairro dispõe ainda de 05 (cinco) quadras, 01 (um) campo/mini-campo, 01 (um) estádio e 02 (dois) ginásios, estando a maior parte desse equipamento de esporte na área de influência direta.

Figura 105. Praça Lourdes Guilherme, localizado no Potilândia



Fonte: FUNDEP, 2009.

e) Vazios

Os vazios urbanos constituem os espaços não edificados e edificados que estejam desocupados ou sem uso, contrariando o que preconiza o Estatuto da Cidade sobre a função social da cidade e da propriedade.

A área de influência direta, assim como, grande parte do bairro de Lagoa Nova e vizinhança encontra-se quase totalmente antropizado e com poucos espaços considerados vazios, sobretudo devido a forte pressão imobiliária na área. NO levantamento realizado na área foi possível identificar aproximadamente 19 vazios urbanos com aproximadamente 2ha de área, distribuídos na parte limite da área de influência direta, sendo que a maioria dessas áreas encontram-se cercadas por muro em alvenaria, algumas com presença de vegetação e outras servindo como áreas de depósito de lixo (Mapa de Uso e Ocupação do Solo).

Figura 106. Espaços vazios encontrados na área de influência



Fonte: FUNDEP, 2009.

4.3.5.3. Áreas de domínio público e de preservação, inclusive valores históricos e culturais

A problemática do espaço urbano vem se agravando no passar do tempo pela depreciação dos ambientes ditos de “domínio público”, acompanhada pela perda de seu papel, ou a inversão de sua função, em consequência do processo de homogeneização do espaço público e do crescente espaço da esfera privada no meio urbano, provocando um aumento cada vez maior de espaços privados de consumo, lazer, cultura e esporte (FERREIRA, p.3, 2002).

A utilização do termo público refere-se a vários significados, estando associado ao conceito de estatal, ou seja, o que é gerido pelo Estado, quer seja na esfera nacional, estadual ou municipal, ou ligados ao uso público, das pessoas como um todo, ou seja, de uso coletivo. Entretanto, a classificação de um espaço está ligado a definição de alguns fatores, como por exemplo: a configuração da malha urbana, a morfologia, a tipologia, a função e até mesmo a gestão destes o que pode modificar o caráter desta área, definindo-a como pública ou não.

É bom lembrar quando se refere a área de domínio público por definição diferencia-se de espaço privado a partir do momento em que está aberto a todos os membros da comunidade, daí a expressão uso comum.

Os principais espaços de domínio públicos encontrados na área de análise são as ruas, as praças e os espaços destinados a práticas de desporto. Segundo FERREIRA nesse novo cenário formado pela Nova Ordem Mundial, a Globalização,

onde as práticas políticas, econômicas e sociais apresentam uma nova relação de poder, a rua, nesse cenário, é o local público onde se evidencia a participação de todos os agentes urbanos. Entretanto, a valorização desses espaços para o veículo é uma prática ainda comum, sendo depreciado para os pedestres e conseqüentemente diminuindo as inter-relações pessoais nos espaços urbanos.

Observa-se que as áreas destinadas ao passeio público, parte integrante da via urbana, apresenta problemas no que se refere, principalmente, a acessibilidade urbana. A área apresenta alguns conflitos dessa ordem, com a falta de rampas (em especial nas esquinas), barreiras arquitetônicas (implantação de vegetação e mobiliário urbano em área destinada ao pedestre), calçadas com espaço insuficiente para o deslocamento de deficientes, em especial os cadeirantes, entre outros.

Esses espaços de convívio comum são elementos fundamentais para a valorização cultural e social do bairro, com a utilização dessas áreas como uma ampliação do ambiente de morar, produzindo uma maior vitalidade e conseqüentemente, uma maior qualidade de vida.

4.3.5.4. Cobertura Vegetal

A cobertura vegetal encontra-se sujeita há diferentes níveis de vulnerabilidade, principalmente, pela varias interpretações feitas ao logo do tempo, sendo hoje um dos fatores primordiais a ser contemplado no planejamento e gestão físico-territorial e ambiental das cidades.

Segundo Nucci et al. (2003) estima-se que seja na faixa 30% o índice de cobertura vegetal recomendável para proporcionar um adequado balanço térmico em áreas urbanas, e nas áreas com índice de arborização inferior a 5% determinam características semelhantes às de um deserto.

Carneiro et al. (1999) define a Cobertura vegetal como a projeção do verde em cartas planimétricas e pode ser identificada por meio de fotografias aéreas, sem auxilio de estereoscopia. A escala da foto deve acompanhar os índices de cobertura vegetal; deve ser considerada a localização e a configuração das manchas. Considera-se toda a cobertura vegetal existente nos três sistemas (espaços

construídos, espaços livres e espaços de integração) e as encontradas nas Unidades de Conservação (que na sua maioria restringem o acesso ao público), inclusive na zona rural.

Para realização da análise da área foi realizado um pré-processamento da imagem do sensor ASTER com utilização do Software ENVI 4.4, sendo realizada uma composição colorida com o realce da cobertura vegetal por meio da variação de densidade vegetacional, observando a distinção do comportamento espectral do alvo (cobertura vegetal) e realizado o complemento das informações através do reconhecimento da área e validação das informações (ver figura abaixo).

Figura 107. Realce da cobertura vegetal da área de análise



Fonte: FUNDEP, 2009

É possível observar que grande parte da cobertura vegetal, arbórea ou não, existente na área está localizada no Centro Administrativo, nas praças, vazios urbanos e em algumas vias, sendo grande parte desta localizada em canteiros centrais (ver figura abaixo).

Figura 108. Cobertura vegetal localizada em canteiro central



Fonte: FUNDEP, 2009

Figura 109. Cobertura vegetal localizada no Centro Administrativo



Fonte: FUNDEP, 2009

Essas áreas se apresentam no contexto urbano como de fundamental importância para a qualidade sócio-ambiental desses espaços, tendo uma interferência direta no aspecto paisagístico e visual do espaço, assim como em outros sistemas urbanos interligados, como a drenagem urbana e o conforto térmico.

5. ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

5.1. Considerações iniciais

A Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela Lei 6.938/81, tem como objetivos a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

Para a consecução desses objetivos, a mesma Lei, prevê a Avaliação de Impacto Ambiental - AIA que se apresenta como uma ferramenta analítica de caráter qualitativo e quantitativo com o intuito de prever os impactos ambientais causados por uma ação antrópica considerando todas as dimensões do desenvolvimento sustentável sejam elas – sócio-econômicas, culturais e biofísicas para assim, propor métodos para minimização ou potencialização e, ainda, programas de monitoramento e controle desses impactos.

Na busca pela compatibilização do binômio desenvolvimento econômico – qualidade ambiental, a AIA se mostra como ferramenta de extrema importância na medida em que incorpora variáveis de caráter ambiental aos processos decisórios, e juntamente com os planos de controle, monitoramento e recuperação ambiental, pode fundamentar a análise de viabilidade ambiental de programas e projetos públicos e privados.

Neste capítulo, será apresentada e discutida a avaliação dos impactos ambientais para o projeto do **ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO**, realizada a partir da identificação e da análise dos prováveis impactos, associados a cada fase do empreendimento, ou seja, planejamento, implantação e operação.

Entende-se por planejamento a fase relacionada com a realização de investigações, ensaios e levantamentos de campo, implícito os primeiros contatos com a comunidade, buscando embasamento técnico-científico para os diagnósticos do meio físico, biótico e sócio-econômico, estudos hidrogeológico e ambiental. Nesta deverão ser desenvolvidos o levantamento topográfico, os projetos preliminares, as alternativas de concepção dos sistemas de saneamento e as discussões acerca da viabilidade financeira versus a viabilidade ambiental do empreendimento.

A fase de implantação compreende a materialização da fase anterior, quando acontecerá efetivamente o início das obras de engenharia, ou seja, a implantação do empreendimento.

A fase de operação inicia-se com o término da implantação das obras de infraestrutura, edificações, implantação do paisagismo e com os primeiros testes previstos pela FIFA para aprovação da estrutura do empreendimento segundo os critérios estabelecidos pelo Comitê.

5.2. Metodologia

As linhas metodológicas de avaliação de impactos são mecanismos estruturados para comparar, organizar e analisar informações sobre impactos ambientais de uma proposta, incluindo os meios de apresentação escrita e visual dessas informações.

Para a avaliação dos impactos decorrentes das fases de planejamento, implantação e operação do **ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO**, optou-se pela utilização de técnicas combinadas com adaptações criteriosas de modo a oferecer uma avaliação útil no processo de tomada de decisão por programas e projetos a serem apresentados. Essa avaliação foi realizada etapas distintas, a saber:

Inicialmente, utilizou-se o **método screening**, que é um procedimento de avaliação inicial adotado para identificação de possíveis impactos significativos durante a implementação do projeto, indicando assim a necessidade de Avaliação de Impacto Ambiental – AIA. Em seguida, fez-se uso do **processo de scooping**, com vistas a identificar, os efeitos realmente significativos e descartar os efeitos que não requerem destaque na AIA. Somando-se aos procedimentos anteriores, fez-se uso, de forma sistematizada, das informações obtidas através de Diagnóstico, quando tornou-se possível inferir os efeitos resultantes das ações ligadas ao processo de implantação do **ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO**, tomando-se como referência a realidade atual, nos três meios (físico, biótico e antrópico) a serem considerados no momento de avaliação dos impactos.

Finalmente, fazendo-se uso do método Ad Hoc de avaliação dos impactos previstos para a implantação do projeto em pauta, realizaram-se reuniões com especialistas e

técnicos envolvidos na elaboração do RAS, cujos conhecimentos teóricos e práticos acerca da área de estudo permitiram definir parâmetros capazes de estimar e qualificar os possíveis impactos causados pelas obras em todas as suas etapas.

O resultado dessas discussões técnicas deu origem a uma série de parâmetros, cujos conceitos encontram-se na Figura 110, capaz de facilitar, não apenas a leitura, mas também a qualificação dos impactos previstos para todo o processo de implantação do **ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO**, bem como de responder a duas perguntas essenciais para a avaliação dos impactos:

- Qual a natureza do impacto causado sobre o meio?
- Quais os seus efeitos?

Figura 110. Conceituação dos Parâmetros de Avaliação

CLASSIFICAÇÃO		
Expressa a alteração ou modificação gerada por uma ação sobre meio.		
Positivo – Quando o efeito gerado for benéfico para o fator ambiental considerado.	Negativo – Quando o efeito gerado for adverso para o fator ambiental considerado.	
EFEITO		
Estabelece o grau de relação entre a ação impactante e o impacto gerado.		
Direto – Resulta de uma simples relação de causa e efeito, denominado também de impacto primário ou de primeira ordem.	Indireto – Gera uma reação secundária em relação à ação ou, é parte de uma cadeia de reações também denominada de impacto secundário ou de enésima ordem, de acordo com a situação na cadeia de reações.	
REVERSIBILIDADE		
Delimita a reversibilidade do impacto ambiental em consequência dessa ação.		
Reversível – Quando o meio impactado pode retornar a condição anterior, logo que cessada a ação.	Irreversível – Quando o meio impactado não retornará ao estado anterior ao da ação.	
TEMPORALIDADE		
Expressa a duração do impacto decorrente da ação geradora.		
Temporário – Quando o impacto gerado expressar-se por um período limitado de duração.	Permanente – Quando o impacto gerado configurar-se de forma definitiva, continuando mesmo depois de cessada a ação que o gerou.	Cíclico – Quando o impacto esperado apresenta uma sazonalidade de ocorrência.
ABRANGÊNCIA		
Refere-se à grandeza do impacto ambiental em relação à área geográfica de abrangência.		
Local – A ocorrência do impacto ambiental se restringe unicamente a área de influência direta onde foi gerada a ação.	Regional – A ocorrência do impacto ambiental se estende para além dos limites geográficos da área de influência direta do projeto.	Estratégica – A abrangência do impacto transcende os limites geográficos.

Fonte: FUNDEP, 2009.

Após definidos os parâmetros a serem adotados durante a avaliação dos impactos oriundos das obras de implantação do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, deu-se início ao passo seguinte que tratou de listar todos os possíveis efeitos benéficos e adversos, para em seguida proceder com a análise dos mesmos, em função dos parâmetros definidos previamente, os quais resultaram numa Matriz de Impactos, a qual será oportunamente apresentada.

Contudo, devido à grande quantidade de atividades envolvidas no processo de instalação do empreendimento em estudo, observou-se a necessidade de realizar a avaliação por fases (planejamento, implantação e operação). E em virtude da fase de implantação, segundo a análise realizada pelos profissionais envolvidos demandar maiores cuidados em todo o seu período de duração, por envolver um maior número de atividades e, também, de mobilização de recursos e mão-de-obra optou-se por dividi-la em três etapas distintas, assim definidas:

- 1ª Etapa: Demolição da Estrutura existente;
- 2ª Etapa: Instalação do Estádio Arena das Dunas e Áreas de Estacionamento;
- 3ª Etapa: Desmobilização.

A partir dessa divisão, passou-se a analisar os efeitos que direta ou indiretamente serão percebidos nos meios físico, biótico e antrópico.

5.3. Avaliação dos impactos ambientais

5.3.1. Fase de planejamento

A fase de planejamento do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, assim como ocorre com a maioria de outras grandes obras realizadas em áreas fortemente antropizadas, não promoverá impactos negativos perceptíveis ao meio.

Nesta fase predominarão os impactos classificados como positivos, com efeito direto, reversíveis, temporários, e de escala local, o que se justifica por ser uma fase

em que os trabalhos são qualificados como estudos e projetos, em áreas já antropizadas.

5.3.2. Fase de implantação

A fase de implantação do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, de acordo com a opinião dos especialistas envolvidos nos estudos, configura-se como a fase em que as maiores modificações serão percebidas; tais modificações decorrerão das etapas que integram toda a fase, e que por questões de facilitação da análise dos impactos foram divididas em três, conforme apresentado anteriormente, e que servirão como norte para a análise dos impactos nos respectivos meios, também previamente definidos.

- **1ª Etapa – Demolição da Estrutura existente**

A área onde será edificado o ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, atualmente abriga o Estádio João Clidio de Vasconcelos Machado, popularmente conhecido como “Machadão” e pelo Ginásio Poliesportivo Humberto Nesi, ou simplesmente “Machadinho”, bem como a área do entorno, identificada como o Largo do Machadão. Diante disso, para que ali seja construído tal empreendimento, faz-se necessária a demolição das estruturas citadas como forma de abrir espaço para a construção de um estádio mais moderno capaz de atender as exigências da FIFA, bem como a demanda de visitantes, que será gerada em função dos jogos a serem sediados na capital norte-riograndense.

Somando-se ao processo de demolição, haverá instalação de infra-estrutura de caráter provisório que diz respeito à estrutura de apoio às obras, ou seja, o canteiro de obras, com suas instalações dotadas de escritórios, banheiros, alojamentos para os funcionários da obra, etc.

A demolição da infra-estrutura existente para implantação do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO bem como a implantação da estrutura provisória necessária à execução das obras, certamente trará efeitos adversos no que se

refere à paisagem, geração de resíduos sólidos, poluição do ar, sonora e visual, remetendo a adoção de medidas mitigadoras, uma vez que as intervenções antropogênicas poderão ser mitigadas ou atenuadas, através da aplicação de estratégias, métodos e materiais alternativos que gerem impactos mais brandos ou que possam minimizá-los, caso contrário, deverá ser analisada a possibilidade da adoção de medidas compensatórias.

- **2ª Etapa – Instalação da Arena das Dunas**

Muitos dos impactos originados na etapa de demolição continuarão a ocorrer durante a etapa de Instalação do **ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO**, visto que trata-se também de execução de obras, envolvendo mobilização de maquinário, um grande contingente de pessoas e insumos da construção civil. O resultado dessa equação é uma multiplicidade de impactos, distribuídos entre os três meios analisados, principalmente sobre o meio físico, os quais serão posteriormente organizados e qualificados na matriz de impactos ambientais. Todavia, há que se referenciar que os impactos resultantes dessa etapa, quando avaliados como negativos, são em grande parte, temporários. Em contrapartida, os impactos considerados positivos são em sua maioria permanentes, conforme visualizado na Matriz.

- **3ª Etapa – Desmobilização das Obras**

A etapa de desmobilização da obra, diz respeito especificamente a retirada de tudo que não pertence à obra definitiva, ou seja, desmonte de canteiro de obras, retirada de maquinário e entulhos, diminuição do contingente de pessoas que compôs a força de trabalho durante toda a execução do projeto e implementação do projeto paisagístico. Em síntese, esse é o momento em que toda a área de abrangência direta será definitivamente organizada para a efetiva operação do **ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO**. Diante disso, assim como adotado nas fases anteriores, os impactos previstos para os meios físico, biótico e antrópico

durante esta etapa, estão apresentados na Matriz de Impactos, com sua respectiva qualificação.

5.3.3. Fase de operação

Considerada a última fase para a avaliação dos impactos decorrentes da instalação do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, a fase de operação diz respeito à efetiva utilização da área total juntamente com as novas instalações, previstas em projeto, voltadas, não apenas para a criação de um estádio de futebol que atenda as exigências da FIFA, para a copa de 2014, mas sim, à disponibilização de um espaço multifinalitário, cujas instalações apresentam-se como uma nova perspectiva de inserção de Natal no circuito de grandes eventos do país. A operacionalização do empreendimento representa o fim dos impactos diretamente ligados à fase de construção. Contudo, inicia-se uma nova fase de geração de efeitos, oriundos das diversas atividades a serem realizadas no local, cujos atributos serão devidamente qualificados na Matriz de Impactos Ambientais, após a adequada distribuição nos meios físico, biótico e antrópico.

5.4. Análise da matriz de impactos

A Matriz de Impactos Ambientais apresentada adiante (Figura 111) constitui-se numa síntese dos impactos previstos para cada uma das três etapas que resultarão no ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO. Assim sendo, nesta matriz constam todos os impactos que foram prospectados pela equipe técnica responsável pela realização do estudo, bem como a qualificação em função dos parâmetros definidos no quadro a seguir (Tabela 57) e a partir da qual obteve-se a seguinte leitura, resultante do cruzamento entre os meios (físico, biótico e antrópico) e as fases de execução da obra.

Figura 111. Matriz de Avaliação Impactos Ambientais

FASE	AÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	EFEITO	REVERSIBILIDADE	TEMPORALIDADE	ABRANGÊNCIA
PLANEJAMENTO	Maior arrecadação tributária	+	In	R	T	Reg
	Aquisição de serviços especializados	+	In	R	T	Reg
	Uso racional e planejado do terreno	+	D	R	T	Loc
	Expectativas da população	+	In	R	T	Reg
	Atendimento aos índices urbanísticos	+	D	R	T	Loc
	Caracterização dos elementos do clima	+	D	I	Pe	Loc
	Estudos Geológicos	+	D	I	Pe	Loc
	Estudos Geomorfológicos	+	D	I	Pe	Loc
	Caracterização pedológica	+	D	I	Pe	Loc
	Caracterização hidrogeológica	+	D	I	Pe	Loc
	Caracterização da Flora	+	D	I	Pe	Loc
	Caracterização da Fauna	+	D	I	Pe	Loc
IMPLANTAÇÃO	DEMOLIÇÃO DO MACHADÃO					
	Circulação pessoas	-	D	R	T	Loc
	Aumento de renda	+	D	R	T	Reg

FASE	AÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	EFEITO	REVERSIBILIDADE	TEMPORALIDADE	ABRANGÊNCIA
IMPLANTAÇÃO	DEMOLIÇÃO DO MACHADÃO					
	Geração de empregos	+	D	R	T	Reg
	Aumento no setor terciário	+	D	R	T	Reg
	Degradação da paisagem	-	D	R	T	Loc
	Emissão de gases	-	D	I	T	Reg
	Emissão de ruídos	-	In	R	T	Loc
	Aumento do tráfego	-	In	R	T	Reg
	Lançamento de poeiras e particulados (aerosóis)	-	In	R	T	Reg
	Alteração de cobertura vegetal	-	D	R	T	Loc
	Riscos de acidentes com fauna nas obras	-	D	R	T	Loc
	Alteração de Habitats (reprodução, abrigo, alimentação) e Ecossistemas;	-	D	R	Pe	Loc
	Risco de contaminação da Biota em Decorrencia de Acidentes	-	In	R	T	Loc
IMPLANTAÇÃO	INSTALAÇÃO DO ESTÁDIO DAS DUNAS E ESTACIONAMENTO					
	Circulação de pessoas	-	D	R	T	Loc
	Alta de preços	-	D	I	Pe	Reg
	Especulação Imobiliária	-	In	I	CC	Est
	Aumento de renda	+	D	I	Pe	Reg
	Geração de empregos	+	D	R	T	Reg
	Incremento na receita Municipal	+	D	I	T	Reg
	Ampliação do setor secundário	+	D	I	Pe	Reg
	Ampliação do setor terciário	+	D	I	T	Reg

FASE	AÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	EFEITO	REVERSIBILIDADE	TEMPORALIDADE	ABRANGÊNCIA
IMPLANTAÇÃO	INSTALAÇÃO DO ESTÁDIO DAS DUNAS E ESTACIONAMENTO					
	Aumento do tráfego	-	In	R	T	Reg
	Risco de contaminação do solo	-	In	R	T	Loc
	Risco de contaminação hídrica	-	In	R	T	Loc
	Impermeabilização do solo	-	D	I	Pe	Loc
	Ocupação de lagoas de infiltração	-	D	I	Pe	Loc
	Interferência em galerias de drenagem	-	D	R	T	Loc
	Interferência em elevatória e adutora de drenagem	-	D	R	T	Loc
	Implantação de novo sistema de micro-drenagem	+	D	I	Pe	Loc
	Ampliação de lagoas de infiltração	+	D	I	Pe	Loc
	Implantação de novo sistema de bombeamento e adução	+	D	I	Pe	Reg
	Interferência em poços de exploração	-	D	I	Pe	Reg
	Implantação de novos poços de exploração	+	D	I	Pe	Reg
	Implantação de sistema local para águas de serviço	+	D	I	Pe	Loc
	Implantação de novo sistema para irrigação	+	D	I	Pe	Loc
	Interferência no sistema de esgotamento sanitário da região	-	D	I	Pe	Reg
	Implantação de rede local e reservatório de armazenamento	+	D	I	Pe	Loc
	ampliação do sistema de bombeamento da região	+	D	I	Pe	Reg
	Surgimento de processos erosivos	-	In	R	T	Loc
	Geração e disposição de resíduos sólidos	-	D	I	CC	Est
	Emissão de gases	-	D	I	T	Reg

FASE	AÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	EFEITO	REVERSIBILIDADE	TEMPORALIDADE	ABRANGÊNCIA
IMPLANTAÇÃO	INSTALAÇÃO DO ESTÁDIO DAS DUNAS E ESTACIONAMENTO					
	Emissão de ruídos	-	In	R	T	Loc
	Lançamento de poeiras e particulados (aerosóis)	-	In	R	T	Reg
	Alteração definitiva da paisagem;	-	D	I	Pe	Loc
	Riscos de acidentes com fauna nas obras;	-	In	R	T	Loc
	Perda do potencial florístico	-	D	R	Pe	Loc
	Risco de contaminação da biota em decorrência do emprego de agroquímicos;	-	In	R	T	Loc
	Risco de contaminação da biota em decorrência do emprego de agroquímicos;	-	In	R	T	Loc
IMPLANTAÇÃO	DESMOBILIZAÇÃO					
	Disposição adequada de resíduos	+	D	R	T	Est
	Desmobilização da mão-de-obra	-	D	R	T	Reg
	Diminuição da renda	-	In	R	T	Loc
	Redução das relações comerciais	-	In	R	T	Loc
	Queda no recolhimento de impostos	-	In	R	T	Reg
	Implantação de espécies vegetais adequadas à situação da área.	+	D	R	Pe	Loc
	Alteração da paisagem e seus efeitos biológicos;	+	D	R	Pe	Loc
	Alteração da paisagem e seus efeitos biológicos;	+	D	R	Pe	Loc
	Alteração da paisagem e seus efeitos biológicos;	+	D	R	Pe	Loc
OPERAÇÃO	Circulação pessoas	-	D	I	CC	Loc
	Especulação imobiliária	-	In	I	CC	Est
	Aumento renda	+	In	I	T	Reg

FASE	AÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	EFEITO	REVERSIBILIDADE	TEMPORALIDADE	ABRANGÊNCIA
OPERAÇÃO	DESMOBILIZAÇÃO					
	Geração de empregos	+	D	R	T	Reg
	Arrecadação de Tributos	+	D	I	Pe	Reg
	Mudança no uso, do traçado e parcelamento do solo e de setores menos dinâmicos	-	D	I	Pe	Reg
	Aumento do comércio Informal	-	In	R	T	Loc
	Aumento no Setor Secundário	+	In	I	Pe	Reg
	Aumento no Setor Terciário	+	In	I	Pe	Reg
	Incremento na Receita Municipal	+	In	I	CC	Reg
	Aumento do custo energético	-	D	I	Pe	Reg
	Redução da recarga do aquífero	-	D	I	Pe	Loc
	Eficiência operacional dos sistemas de drenagem	+	D	I	Pe	Loc
	Manutenção dos elementos hidráulicos	+	D	R	CC	Loc
	Redução de inundações em áreas circunvizinhas	+	D	R	Pe	Loc
	Eficiência operacional do sistema de distribuição de água potável	+	D	R	Pe	Reg
	Manutenção do sistema local e controle operacional	+	D	R	CC	Loc
	Operação otimizada do armazenamento e bombeamento	+	D	I	Pe	Loc
	Manutenção e controle operacional	+	D	I	CC	Loc
	Aumento do tráfego de veículos, com alteração de fluxo	-	In	R	CC	Reg
	Riscos de contaminação dos aquíferos	-	In	R	T	Est
	Risco de contaminação do solo	-	In	R	T	Est
	Alteração da qualidade do ar	-	In	I	CC	Reg

FASE	AÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	EFEITO	REVERSIBILIDADE	TEMPORALIDADE	ABRANGÊNCIA
OPERAÇÃO	DESMOBILIZAÇÃO					
	Alteração da sonoridade local	-	In	R	CC	Loc
	Alteração da paisagem	-	In	R	CC	Loc
	Alteração do microclima	-	In	I	Pe	Loc
	Matutensão da cobertura Vegetal implantada	+	D	I	Pe	Loc
	Conservação e monitoramento dos novos habitats	+	D	I	Pe	Loc

Fonte: Fundep. RAS – Elaboração própria, 2009.

A análise da Matriz de Impactos, relativa à construção do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO revela que o projeto deverá provocar um total de **96** impactos ambientais significativos em todas as suas fases previstas, sendo **13** na fase de planejamento, **55** na fase de implantação e **28** quando em operação. Do total geral de impactos contabilizados, **48** foram avaliados como POSITIVOS e **48** como NEGATIVOS, representando um percentual de **50%** para ambos.

Durante a fase de Planejamento foram prognosticados **13** impactos, sendo **100%** deles de caráter POSITIVO, dos quais **6** incidem sobre as variáveis do meio físico, **2** sobre o meio biótico e **5** sobre o meio antrópico. Como pode ser visto na tabela síntese a seguir, a maioria dos impactos previstos para a fase de planejamento é irreversível, permanente e de abrangência local.

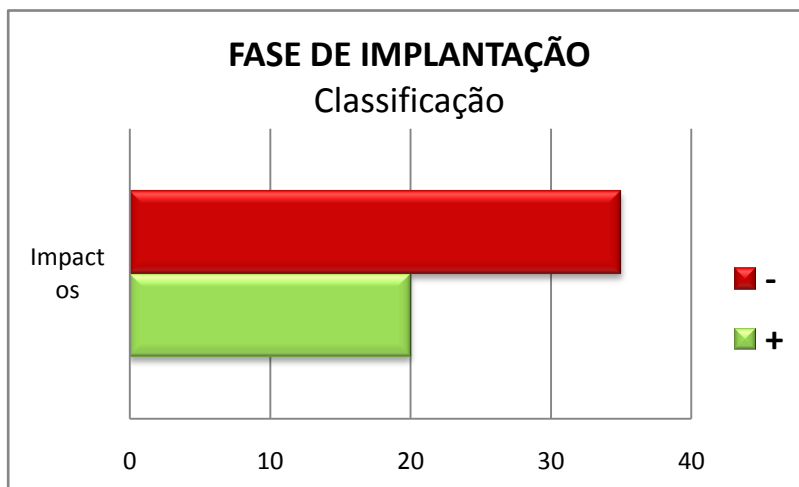
Tabela 57. Total de parâmetros analisados por meio durante a fase de planejamento

PARÂMETRO	MEIO			TOTAL
	ANTROPICO	FÍSICO	BIÓTICO	
+	5	6	2	13
-	0	0	0	0
D	2	6	2	10
In	3	0	0	3
R	5	0	0	5
I	0	6	2	8
T	5	0	0	5
Pe	0	6	2	8
CC	0	0	0	0
Loc	2	6	2	10
Reg	3	0	0	3
Est	0	0	0	0

Fonte: Fundep. RAS – Elaboração própria com base na matriz de impactos, 2009.

A fase de implantação, de acordo com os estudos realizados, é a que concentra o maior número de impactos. As previsões somam um número total de **55** impactos, que quando distribuídos entre os três meios estudados, verifica-se que **28** deles incidem sobre o meio físico, **9** sobre o meio biótico e **18** sobre o meio antrópico. Desses **55** impactos observados nessa fase, **20** são de caráter POSITIVO e **35** de caráter NEGATIVO, como pode ser observado na Figura 112 a seguir.

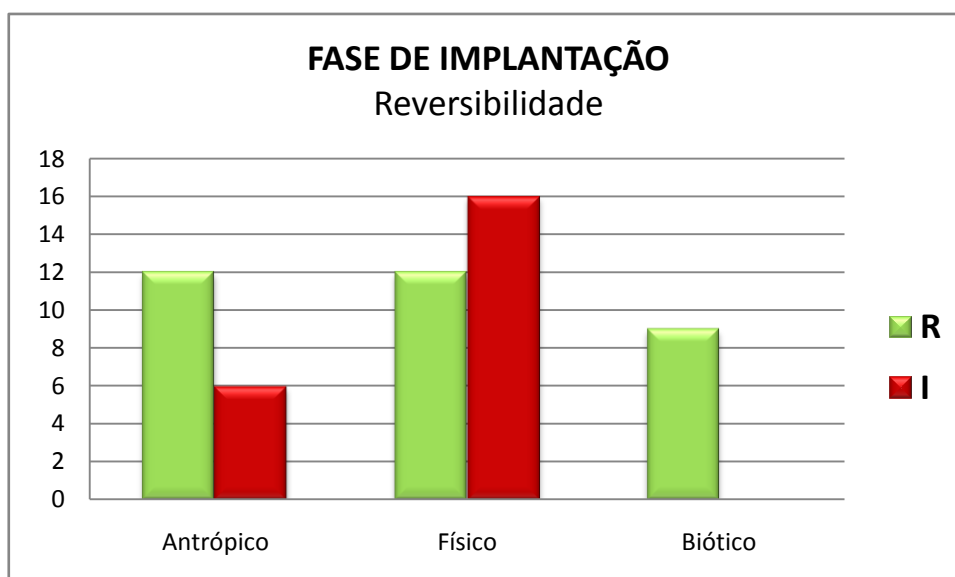
Figura 112.. Gráfico da reversibilidade dos impactos na fase de implantação



Fonte: Fundep. RAS – Elaboração própria com base na matriz de impactos, 2009.

Com relação ao parâmetro de reversibilidade do impacto, vale à pena destacar a preponderância de impactos REVERSÍVEIS (**33**) em relação aos IRREVERSÍVEIS (**22**), sendo possível verificar na figura a seguir (Figura 113), **100%** dos impactos incidentes no meio biótico são REVERSÍVEIS e que dos **28** impactos identificados anteriormente para o meio físico, **12** são REVERSÍVEIS.

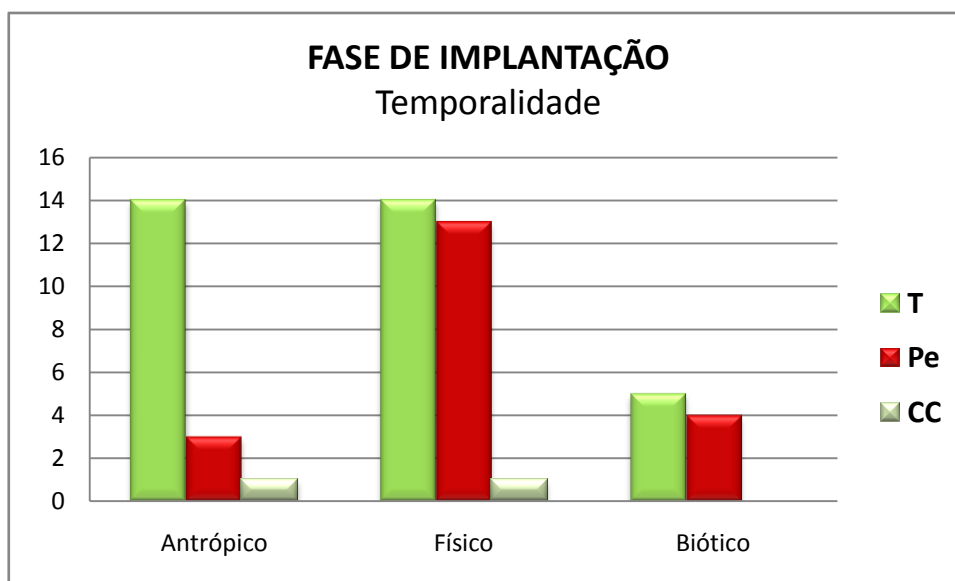
Figura 113. Gráfico da reversibilidade dos impactos na fase de implantação



Fonte: Fundep. RAS – Elaboração própria com base na matriz de impactos, 2009.

Quanto à temporalidade dos impactos foi possível identificar que **33** dos impactos são de caráter **TEMPORÁRIO**, **20** **PERMANENTES** e **2** **CÍCLICOS**, sendo importante salientar que dos **20** impactos **PERMANENTES** identificados **12** são de caráter **POSITIVO**. A Figura 114 a seguir apresenta de maneira clara a predominância de impactos **TEMPORÁRIOS** em todos os meios.

Figura 114. Gráfico da Temporalidade dos impactos na fase de implantação



Fonte: Fundep. RAS – Elaboração própria com base na matriz de impactos, 2009.

Os demais parâmetros avaliados estão dispostos no quadro síntese abaixo (Tabela 58), onde é possível notar que em sua maioria são impactos **DIRETOS** e de abrangência **LOCAL**.

Tabela 58. Total de parâmetros analisados por meio durante a fase de implantação

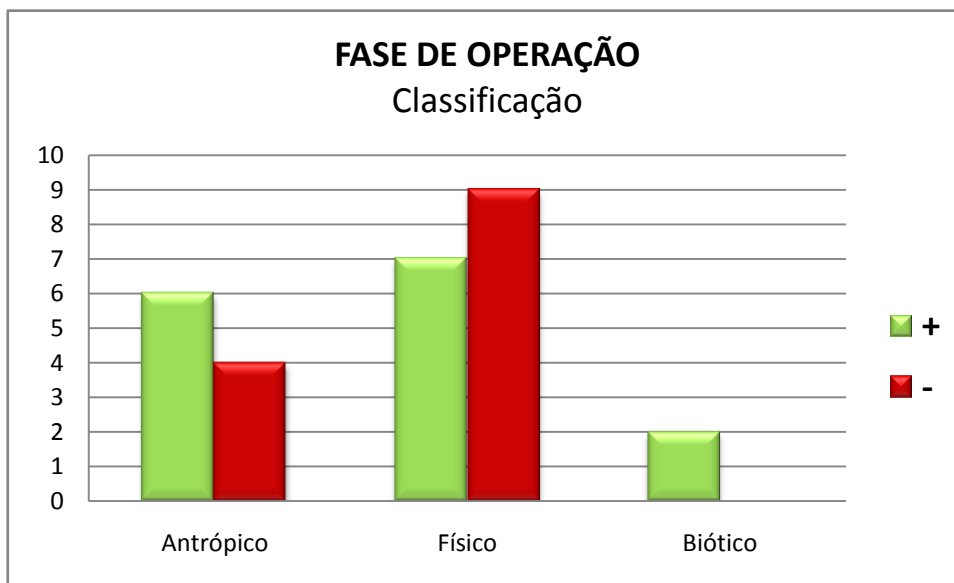
PARÂMETRO	MEIO			TOTAL
	ANTROPICO	FÍSICO	BIÓTICO	
+	10	8	2	20
-	8	20	7	35
D	14	19	6	39
In	4	9	3	16
R	12	12	9	33
I	6	16	0	22
T	14	14	5	33
Pe	3	13	4	20
CC	1	1	0	2
Loc	5	16	9	30
Reg	11	11	0	22
Est	2	1	0	3

Fonte: Fundep. RAS – Elaboração própria com base na matriz de impactos, 2009.

Como pode ser visualizado, o quadro acima não apresenta os números relativos aos impactos por etapas (demolição, instalação e desmobilização), mas sim para toda a fase de implantação.

Finalmente, para a fase de operação do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, estão previstos **28** impactos ambientais SIGNIFICATIVOS, sendo **15** de caráter POSITIVO e **13** de caráter NEGATIVO. Do total de efeitos previstos, **16** incidem sobre o meio físico, **2** sobre o meio biótico e **10** sobre o meio antrópico, podendo ser observado na Figura 115 a seguir todos os impactos prognosticados para o meio biótico são POSITIVOS e a prevalência de impactos POSITIVOS no meio antrópico.

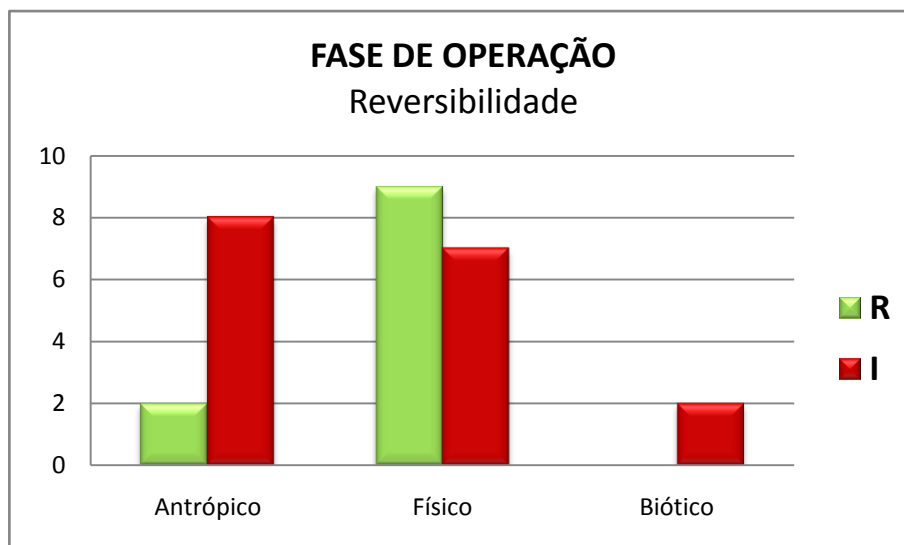
Figura 115. Gráfico da classificação dos impactos na fase de Operação



Fonte: Fundep. RAS – Elaboração própria com base na matriz de impactos, 2009.

Quanto à reversibilidade dos impactos, temos um total de **11** impactos REVERSÍVEIS e **17** IRREVERSÍVEIS distribuídos nos três meios avaliados no estudo, como pode ser visto abaixo (Figura 116).

Figura 116. Gráfico da reversibilidade dos impactos na fase de Operação



Fonte: Fundep. RAS – Elaboração própria com base na matriz de impactos, 2009.

Contudo, é importante enfatizar que dos **17** impactos classificados como irreversíveis, **10** são de caráter POSITIVO. Analisando os demais parâmetros na tabela síntese (Tabela 59) a seguir, podemos observar um grande número de impactos do tipo PERMANENTE (**13**), sendo **9** deles de caráter POSITIVO.

Tabela 59. Total de parâmetros analisados por meio durante a fase de operação

PARÂMETRO	MEIO			TOTAL
	ANTROPICO	FÍSICO	BIÓTICO	
+	6	7	2	15
-	4	9	0	13
D	4	9	2	15
In	6	7	0	13
R	2	9	0	11
I	8	7	2	17
T	3	2	0	5
Pe	4	7	2	13
CC	3	7	0	10
Loc	2	10	2	14
Reg	7	4	0	11
Est	1	2	0	3

Fonte: Fundep. RAS – Elaboração própria com base na matriz de impactos, 2009.

Por todos os aspectos analisados, considera-se a instalação do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO um projeto viável que proporcionará a Natal, já desde a sua fase de planejamento, a inserção no competitivo mercado de eventos esportivos, e posteriormente a Copa 2014 a perspectiva de integração ao circuito de grandes eventos nacionais e porque não dizer mundiais.

A adoção de medidas mitigadoras e de controle e monitoramento dos impactos adversos, coerente com a realidade e tamanho do projeto, em muito contribuirá para minimizar os efeitos negativos e maximizar os benefícios, podendo o empreendimento conviver em plena harmonia com o sistema ambiental, caso sejam adotadas as medidas e recomendações propostas.

6. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS

A avaliação de impactos ambientais, entendida como instrumento de política ambiental, é formada por um conjunto de procedimentos capaz de assegurar, desde o início do processo, a realização de um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta (decorrente de projeto, programa, plano ou política), e que os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão.

Isto ocorre, porque toda e qualquer ação realizada, especialmente as associadas à execução de grandes obras, resulta em intervenções diretas ou indiretas, em maior ou menor grau, no meio ambiente objeto da ação e, em certa medida, no seu entorno. Dessa forma, os procedimentos devem garantir a adoção das medidas de proteção ao meio ambiente, no caso da decisão sobre a implantação do projeto.

As medidas mitigadoras, portanto, são aquelas capazes de diminuir ou amenizar o impacto negativo, ou mesmo sua gravidade, mas não compensando danos. Este seria utilizado em última instância, quando não houvesse forma de mitigá-los. É importante se considerar que dificilmente há ações possíveis de mitigar impactos negativos sobre o meio biológico, por exemplo, a não ser que sejam atendidas determinadas exigências já na fase de planejamento. Caso não seja possível atender a este aspecto passa-se a determinar medidas compensatórias.

Na avaliação de impactos realizada neste Relatório, verificou-se que na fase de planejamento predominarão os impactos classificados como positivos, com efeito direto, reversíveis, temporários, e de escala local, o que se justifica por ser uma fase em que os trabalhos são qualificados como estudos e projetos em área já fortemente antropizada.

Esse capítulo propõe um conjunto de medidas mitigadoras direcionadas aos impactos prognosticados para as demais fases do projeto (Instalação e Operação) do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, com vistas a reduzir os impactos ambientais negativos identificados, bem como ampliar os benefícios dos impactos positivos, e na medida do possível, prolongá-los.

Em virtude disso, para efeito deste estudo, as medidas mitigadoras foram classificadas em quatro categorias distintas, conforme definidas abaixo:

- Medidas Preventivas – são aquelas adotadas antes da ação causadora do impacto negativo;
- Medidas Minimizadoras – são aquelas adotadas com intuito de minimizar o impacto negativo sobre o meio;
- Medidas Corretivas – aplicadas com a finalidade de fazer com que o meio afetado retome o seu estado original, ou próximo a ele, sempre quando possível;
- Medidas Compensatórias – são aplicadas quando não é mais possível minimizar ou mesmo corrigir. São medidas adotadas para impactos considerados absolutamente negativos e irreversíveis.

Tais medidas compõem o objeto dessa etapa do estudo e servirão de base para a elaboração do Plano de Monitoramento Ambiental. Todavia é mister destacar ainda, que a viabilidade ambiental de todo e qualquer projeto está diretamente associada a adoção de medidas mitigadoras. Nesse sentido, tendo como guia a integração do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO com o meio ambiente diretamente afetado, segue-se a proposição de Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais anteriormente previstos.

Considerando-se a divisão, proposta para a fase de implantação do projeto, a partir da qual se passou a trabalhar com três etapas: Demolição, Instalação e Desmobilização, as medidas mitigadoras, foram propostas seguindo a mesma linha adotada na identificação e classificação dos impactos, de forma a facilitar a leitura e análise das medidas.

Finalmente, outro aspecto importante diz respeito ao fato do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO ter sido planejado dentro de uma concepção de sustentabilidade, em atendimento a premissa adotada pela FIFA de “Copa Verde”, e que, portanto, pressupõe a adoção de medidas protetivas desde a fase inicial.

6.1. Fase de implantação

6.1.1. Demolição da estrutura existente

Durante a etapa de demolição da estrutura existente na área onde será edificado o ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, a maior quantidade de impactos previstos será de caráter negativo, reversível e temporário, os quais estão diretamente associados aos meios físico, antrópico e biótico, e cujas medidas mitigadoras adotadas deverão ser de natureza preventiva, minimizadora e corretiva.

Sendo assim, para esta etapa, sugerem-se as medidas mitigadoras listadas a seguir:

6.1.1.2. Meio físico

- a) Utilização de barreiras de proteção limitando a visualização da área da obra;
- b) Manutenção do maquinário com vistas a evitar a liberação de gases poluentes advindos da má regulagem de motores ou outros componentes;
- c) Respeito às normas de prevenção e controle de emissão de ruídos;
- d) Sinalização adequada do trânsito e controle do horário de tráfego de veículos pesados, relacionados à obra, com instalação de redutores de velocidade na entrada da obra;
- e) Utilização de sistemas umidificadores e ou segregadores, para o transporte e armazenamento de materiais particulados;
- f) Realização de plano de implosão da área com licenciamento específico, visto tratar-se de utilização de explosivos, assim como, implantação de planos de contingência e gestão de riscos, caso seja adotada a medida tecnológica de implosão das edificações existentes;
- g) Construção e instalação de novos poços voltados ao abastecimento de água de Natal, em número suficiente para substituir aqueles que possivelmente venham a ser desativados, ainda que provisoriamente.

6.1.1.2. Meio biótico

- a) Salvamento de espécimes da fauna local encontrados na AID durante a instalação do canteiro de obras e sua transferência para locais adequados, devendo ser atendida as diretrizes do Programa de Monitoramento específico para essa finalidade;
- b) Manutenção de áreas vegetadas existentes ou a implantação de uma nova proposta de arborização da área, conforme projeto paisagístico, dando preferência ao plantio de espécies nativas da flora local.

6.1.1.3. Meio antrópico

- a) Demarcação e isolamento adequado da AID, no período de implantação do empreendimento;
- b) Utilização de mão-de-obra local durante a fase de implantação da obra;
- c) Adoção de Programas de Incentivo às empresas que atuam no setor de comércio e serviços;
- d) Aplicação dos instrumentos urbanísticos previstos no Plano Diretor de Natal e no Estatuto da Cidade, com vistas ao controle da especulação imobiliária, tanto na área de influência direta, como na área de influência indireta do empreendimento.

6.1.2. Instalação do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO

Identificada, conforme a Matriz de Avaliação de Impactos, como a etapa mais impactante da fase de Implantação do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, em virtude das transformações resultantes da implantação dessa fase, as quais detêm características próprias inerentes a atividade da construção civil, que além de fazer uso de muitos recursos para execução de seus projetos e mobilizar grande contingente de insumos e pessoas, possui a capacidade de alterar

em definitivo os aspectos físico-paisagísticos das áreas contempladas para as suas intervenções. Contudo, ressalta-se que a magnitude dos impactos dependerá diretamente da eficácia da medida mitigadora adotada, e da adequada implementação de programas específicos de monitoramento e controle. Diante da avaliação dos impactos previstos, orienta-se as seguintes medidas mitigadoras:

6.1.2.1. Meio físico

- a) Sinalização adequada do trânsito e controle do horário de tráfego de veículos pesados, relacionados à obra, com instalação de redutores de velocidade na entrada da obra;
- b) Manutenção do maquinário com vistas a evitar derramamentos de óleos e combustíveis, resultantes da má regulagem de motores ou outros componentes;
- c) Armazenamento adequado de óleos lubrificantes e combustíveis utilizados nas máquinas e equipamentos;
- d) Utilização de materiais permeáveis nas áreas externas ao ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO;
- e) Coleta e tratamento dos efluentes líquidos domésticos, com utilização de banheiros químicos, até a interligação sanitária do empreendimento a rede pública de coleta e tratamento desses resíduos;
- f) Implantação de rede local de esgotamento sanitário e reservatório de armazenamento;
- g) Ampliação do sistema de bombeamento da região;
- h) Manutenção e controle operacional do sistema de esgotamento sanitário;
- i) Adoção de técnicas de contenção de processos erosivos;
- j) Adoção do Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos;
- k) Respeito às normas de prevenção e controle de emissão de ruídos;

- l) Utilização de sistemas umidificadores e ou segregadores, para o transporte e armazenamento de materiais particulados;
- m) Implementação dos poços de abastecimento de água de Natal, em número suficiente à reposição do volume de exploração necessária ao abastecimento;
- n) Construção e instalação de sistema de derivação da adutora que passa na Área de Influência Direta, caso a mesma seja afetada pela implantação do projeto.

6.1.2.2. Meio biótico

- a) Salvamento de espécimes da fauna local encontrados na AID durante a execução das obras e sua transferência para locais adequados, devendo ser atendida as diretrizes do Programa de Monitoramento de Fauna e Flora;
- b) Adição de composto orgânico, resultante da compostagem de resíduos de produtos alimentícios para reposição de possíveis perdas de Matéria Orgânica, ocasionadas pela movimentação do solo, bem como para enriquecimento do solo com este elemento;
- c) Manutenção de áreas vegetadas existentes ou a implantação de uma nova proposta de arborização da área
- d) Controle da utilização de agrotóxicos, mediante a emissão de Receituário Agrônomo;
- e) Controle da utilização de fertilizantes químicos para adubação de gramado e outras espécies destinadas ao ajardinamento e arborização, mediante a elaboração e implantação de projeto e do acompanhamento técnico por profissional habilitado.

6.1.2.3. Meio antrópico

- a) Delimitação e isolamento adequado da AID, no período de execução da obra;

- b) Utilização prioritária de mão-de-obra local durante a implantação e operação do empreendimento;
- c) Aquisição de produtos de consumo básico na própria comunidade;
- d) Pagamento dos tributos à fazenda pública por parte do empreendedor como incentivo ao desenvolvimento local;
- e) Adoção de Programas de incentivo a abertura de empresas no setor de comércios e serviços;
- f) Controle da especulação imobiliária através da aplicação dos instrumentos urbanísticos previstos no Plano Diretor de Natal e no Estatuto da Cidade.

6.1.3. Desmobilização da obra

A Desmobilização da obra em si, representa um conjunto de medidas mitigadoras, por ser o momento no qual serão retirados todos os equipamentos (finalização da obra), bem como porque diminuirá o contingente de trabalhadores, reduzindo assim a pressão antrópica no local, ao passo que também libera o espaço para a finalização da implantação do projeto paisagístico. As medidas aqui listadas são, no entanto, complementares à desmobilização, de forma a mitigar os possíveis impactos que ainda necessitem de medidas específicas. Para tanto, sugerem-se as medidas listadas a seguir:

6.1.3.1. Meio físico

- a) Remoção dos resíduos da construção civil, ainda existentes no local da obra e destinação, conforme previsto no Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil deste RAS;
- b) Remoção adequada dos resíduos sólidos, conforme previsto no Plano de Gestão de Resíduos Sólidos deste RAS;

6.1.3.2. Meio biótico

- a) Prioridade na adoção de espécies nativas na execução do projeto paisagístico que sejam adequadas para manter os recursos biológicos para a fauna existente na Área de Influência e em suas proximidades;
- b) Evitar a utilização de agrotóxico para o controle de pragas procurando utilizar alternativas que causem o mínimo impacto ao ambiente, conforme Receituário Agrônômico emitido por profissional habilitado;
- c) Criação de espaços de atração de espécimes faunísticos típicos da área, especialmente da avifauna, como pontos de água e fontes de alimento.

6.1.3.3. Meio antrópico

- a) Adoção de parceria entre a Prefeitura Municipal de Natal e outras instituições para capacitação de trabalhadores locais, com vistas à contratação como mão de obra especializada para trabalhar no empreendimento, como medida fortalecedora da geração de emprego, reconhecidamente um impacto positivo;

6.2. Fase de operação

Nesta fase, os impactos decorrentes das obras e que são de caráter temporário devem estar definitivamente cessados, bem como aqueles de caráter permanente devem estar consolidados, com adoção das medidas cabíveis. Entretanto, é durante essa etapa que se iniciam os impactos decorrentes dos usos de toda a infraestrutura edificada. Tais usos estarão voltados a finalidades diversas, como sediar, num primeiro momento, alguns dos jogos da Copa 2014 e, posteriormente, passar a sediar grandes eventos, tais como shows musicais, espetáculos, etc. e que sem sombra de dúvida, causarão alteração, mesmo que pontuais, na dinâmica do entorno, requerendo a adoção de medidas específicas. Entretanto, é importante destacar, que assim como nas fases anteriores, as medidas mitigadoras ora

apresentadas são complementares ao Plano de Monitoramento dos Impactos Ambientais, integrante desse estudo.

6.2.1. Meio físico

- a) Utilização de Fontes Alternativas de Energia para geração de Energia Elétrica;
- b) Manutenção da infra-estrutura para prolongamento de sua vida útil;
- c) Adoção de sistema de reuso de água servida para usos menos nobres, tais como rega do gramado, jardim, descarga, lavagem de piso de áreas externas, etc;
- d) Manutenção periódica e adequada no Sistema de Esgotamento sanitário e de drenagem;
- e) Manutenção periódica dos elementos hidráulicos;
- f) Coleta e tratamento adequado dos resíduos sólidos domésticos;
- g) Ampliação, adequação e manutenção da sinalização de trânsito;
- h) Reordenamento da malha viária no entorno do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS, conforme orientado no RITUR, componente deste estudo;
- i) Respeito aos padrões edilícios e urbanísticos presentes nas leis atualmente em vigência;
- j) Utilização de técnicas e materiais mais adequados as características locais e preferencialmente oriundos de empresas com certificação de responsabilidade ambiental (ISO 14100, EMAS, Selo Verde);

6.2.2. Meio biótico

- a) Controle da utilização de agroquímicos nos cuidados com o gramado;
- b) Manutenção dos jardins, como atrativos das espécies locais;

- c) Garantir o correto emprego dos programas de monitoramento e controle ambiental;

6.2.3. Meio antrópico

- a) Criação de parcerias entre setor público e privado para qualificação de mão-de-obra capaz de atender a demanda de empregos diretos no empreendimento;
- b) Aproveitamento de mão-de-obra local para execução das atividades necessárias ao funcionamento do empreendimento;
- c) Gestão do solo urbano mediante o uso democrático dos instrumentos urbanísticos e ambientais legais existentes.

7. PLANOS DE MONITORAMENTO

A Copa do Mundo de Futebol é um evento único no globo, envolvendo cifras cada vez maiores bem como estruturas igualmente merecedoras de destaque. Muitas vezes, se faz necessária a construção de uma nova Arena destinada a receber o evento, o que causa grandes mudanças estruturais nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento. Uma consequência direta desse tipo de mudança estrutural é a geração de resíduos das mais variadas fontes, tornando imperativa a implantação de um plano de gerenciamento dos resíduos a serem gerados nas obras.

O Plano de Monitoramento Ambiental tem por objetivo propor soluções para atenuar e/ou compensar os impactos ambientais adversos gerados e/ou previsíveis ao sistema ambiental, pelas ações modificadoras do meio natural originadas pela intervenção humana. Desse modo, constituem-se em elemento básico de planejamento e de saneamento ambiental à implantação de programas, projetos, ações e empreendimentos, bem como de gerenciamento ambiental dessas intervenções durante as suas fases de implantação e operação.

Essa importância tem sido crescente em todo o mundo, o qual se mostra cada vez mais preocupado com a manutenção de níveis aceitáveis de avanço econômico em função da sustentabilidade dos sistemas ambientais associados à tais atividades, garantindo para as gerações futuras, a possibilidade de desfrutar uma qualidade ambiental. Neste tipo de ação, se faz necessária a perfeita interação entre o empreendedor, governos e sociedade, estabelecendo parâmetros e critérios para o estabelecimento de bases sustentáveis, bem como para o acompanhamento de sua aplicação e da eficácia dos sistemas de controle, em relação à manutenção dos impactos ambientais gerados.

Tais impactos, especialmente aqueles decorrentes do processo de industrialização e do avanço desmesurado de um modelo capitalista, cuja primazia se dá na opção pelo crescimento econômico sem respeito à sustentabilidade, tampouco ao acesso aos recursos naturais, tem provocado mudanças que muitas vezes chegam ao ponto de atingir uma amplitude global, principalmente afetando sobremaneira o equilíbrio

do clima no planeta e, associadamente, a manutenção da vida de diversas espécies e, no extremo, a própria vida no planeta.

O Monitoramento Ambiental não deve, portanto, ser entendido apenas como o conjunto de programas e planos de controle. Ele deve ir além do que esses instrumentos contemplam, visto tratar-se de monitorar e controlar as modificações que ocorrem no meio ambiente, inclusive aquelas de origem natural.

Assim, o Plano de Monitoramento Ambiental é aqui entendido como um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais envolvidas, visando identificar e avaliar qualitativa e quantitativamente as condições dos resíduos em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo (variações temporais) e, por fim, acompanhar a implementação das medidas mitigadoras dos impactos ambientais previstos, ou seja, acompanhar de forma sistemática as alterações ambientais com vistas a tomada de decisões quanto à manutenção da qualidade ambiental em níveis seguros e sustentáveis para a vida, na área monitorada do empreendimento.

7.1. Programa de gerenciamento de resíduos sólidos e da construção civil

Em qualquer atividade exercida pelo homem é gerada uma quantidade de resíduos sólidos, que se diversifica de acordo com a ação realizada. Os resíduos produzidos diariamente se constituem hoje numa preocupação para a humanidade, desde a sua coleta, o seu transporte, o seu tratamento e a sua destinação final. Estes resíduos, descartados de forma inadequada repercute diretamente na saúde e qualidade de vida da população, além de causar danos ao meio ambiente.

Os Resíduos de Construção e Demolição - RCD constituem uma parcela dos resíduos sólidos urbanos que incluem também os resíduos domiciliares. Porém, para os resíduos de construção e demolição há agravantes: o profundo desconhecimento dos volumes gerados, dos impactos que eles causam, dos custos sociais envolvidos e, inclusive, das possibilidades de seu reaproveitamento fazem com que os gestores dos resíduos se apercebam da gravidade da situação unicamente nos momentos em que, acuados, vêem a ineficácia de suas ações corretivas (PINTO, 1999).

Todas as etapas do processo construtivo terminam por causar algum tipo de impacto ambiental, que vem desde a extração da matéria prima, produção de materiais, técnicas de construção, utilização e demolição. O presente Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), busca definir elementos que possibilite a mitigação desses impactos na implantação do empreendimento Arena das Dunas quer seja pela máxima reutilização de materiais, tanto nas demolições como no canteiro de obras, como pelo máximo aproveitamento fora da área do empreendimento, através do adequado encaminhamento dos materiais e resíduos para reutilização ou reciclagem, e deve ser implementado através de uma busca incessante de minimização do desperdício.

Os RCD representam atualmente um dos maiores problemas para o saneamento municipal. Esses resíduos na sua grande maioria são provenientes dos serviços de infra-estrutura urbana, como terraplenagem e redes de serviços públicos (água, esgoto, pluvial, gás, energia, telefonia, etc.) e da execução de construções, demolições e reformas.

No Brasil, a geração contínua e crescente de RCD está diretamente ligada ao elevado desperdício de materiais na realização dos empreendimentos. Estima-se que, para cada tonelada de lixo urbano recolhido são coletadas duas toneladas de entulho originado do setor de construção civil (MARQUES NETO, 2005).

Na cidade do Natal o gerenciamento dos resíduos de demolição e construção, constitui-se em grande desafio para administração municipal, uma vez que eles constituem uma parcela superior aos resíduos comuns em peso, gerando uma série de problemas em função da inexistência de uma área devidamente licenciada destino final para os mesmos na região metropolitana.

A disposição irregular de RCD em áreas inadequadas acarreta gravíssimos problemas ao meio urbano e causa degradação ambiental desses locais, com o aterramento de áreas de recarga de aquíferos, margem de rios e a formação de pontos de atração de vetores de doenças.

Em função disso, as medidas atualmente adotadas pelo município na condução do problema de destino final dos RCD são emergenciais e apenas corretivas, em função de inexistir dentro do espaço urbano da cidade do Natal uma área adequada

para atender essa finalidade, com a utilização de descarga de resíduos na área do antigo lixão de Cidade Nova e na região do Guajirú, em São Gonçalo do Amarante.

Alguns regulamentos municipais tratam da questão do manejo dos resíduos sólido, como a lei nº. 4.100, de 19 de junho de 1992, que dispõe sobre o Código do Meio Ambiente do Município do Natal; a lei Complementar nº 055, de 27 de janeiro de 2004, que Institui o Código de Obras e Edificações do Município de Natal e dá outras providências; e pela Lei nº 4748/96, que regulamenta a limpeza urbana no município do Natal.

Atualmente encontra-se em discussão no âmbito da Câmara Municipal do Natal o projeto de lei que estabelece as normas do Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil e Volumosos. O projeto de lei visa cumprir com o que estabelece a Resolução CONAMA nº 307/2002, que institui a obrigatoriedade do município de regular sobre o tema.

Dessa forma o presente Plano de Gerenciamento de Resíduos define as diretrizes para reduzir os impactos causados pelos resíduos provenientes na fase de implantação do empreendimento Arena das Dunas (demolição do estádio de futebol e ginásio de esportes, e construção), bem como para a sua fase de operação como praça de esportes.

7.1.2. Os Impactos na implantação do empreendimento

O desenvolvimento do empreendimento na sua etapa de implantação provocará a produção de uma grande quantidade de resíduos provenientes da demolição das estruturas existentes na área, principalmente o estádio de futebol e o ginásio de esporte.

Conforme CARNEIRO *et al*, 2001, a construção civil utiliza grandes volumes de materiais de diversos tipos. Diferentemente de outros segmentos econômicos os materiais utilizados, em sua maioria, são de composição e produção simples (especialmente os componentes que fazem uso do cimento portland), o que dificulta e limita procedimentos de reciclagem dentro do próprio canteiro de obras.

O gerenciamento de grandes volumes de Resíduos de Construção e Demolição, como no caso do empreendimento em análise, exige a necessidade de encaminhamento de soluções para períodos distintos da obra, que são:

- a) Etapa de demolição;
- b) Etapa de construção.

A inexistência na municipalidade de um Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, conforme estabelece a Resolução CONAMA nº 307/2002, bem como um programa de reciclagem desse tipo de resíduo e uma área de destino final licenciada, exige a adoção no presente estudo de soluções particulares para atendimento dessas questões.

As soluções para o gerenciamento dos resíduos em todas as etapas de implantação do empreendimento atendem:

- a) Aos princípios e diretrizes do Sistema de Limpeza Urbana do Município de Natal, instituído pela Lei nº 4748/96;
- b) Aos objetivos gerais do Plano Diretor do Município de Natal, no que diz respeito ao meio ambiente, planejamento urbano e limpeza pública;
- c) Aos objetivos e diretrizes do Código de Obras de Natal;
- d) Aos objetivos e diretrizes do Código Sanitário de Natal;
- e) Aos objetivos e diretrizes do Código de Meio Ambiente de Natal;
- f) às diretrizes das Resoluções CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 307, de 5 de julho de 2002, nº 348, de 16 de agosto de 2004.

Sendo assim, o presente Plano de Gerenciamento de Resíduos prevê na fase de implantação do empreendimento, contemplar as seguintes etapas:

- a) Caracterização e quantificação dos resíduos: através da adoção de procedimento de recolhimento de forma seletiva dos materiais, tanto na etapa de demolição, quanto na de construção, além do controle quantitativo de resíduos gerados (guias de controle das pesagens);
- b) Triagem dos resíduos: será realizada na origem respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º da Resolução CONAMA nº.307/2002;
- c) Acondicionamento dos RCD: após a geração até a etapa de transporte, os resíduos serão confinados no interior do canteiro de obras, sendo assegurado em todos os casos em que sejam possíveis, as condições de reutilização e de reciclagem;
- d) O transporte dos RCD: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos. Também é necessário que os veículos de transporte apresentem a licença de transporte de resíduos sólidos não perigosos emitida pelo órgão ambiental competente;
- e) Destinação final: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido na Resolução CONAMA nº 307/2002. É necessário que a destinação final seja realizada em aterro para resíduos de construção e demolição que esteja devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente; e
- f) Tratamento: comprovação que a empresa responsável pelo tratamento dos resíduos possui Licença de Operação de equipamento para tratamento de resíduos perigosos, expedida pelo órgão ambiental competente. Para o caso dos Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) deve ser assegurando o enquadramento das condições técnicas da empresa as resoluções CONAMA nº 358/05 e ANVISA RDC nº 306/2004.

7.1.2.1. Classificação dos resíduos de construção civil

De acordo com a resolução nº 307 do CONAMA (Conselho Nacional do meio Ambiente) criada em 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de

forma a minimizar os impactos ambientais, todos os municípios devem dar uma destinação ambientalmente correta aos resíduos de construção e demolição. No entanto até a presente data a cidade do Natal não implantou o seu programa municipal de gerenciamento de resíduos de construção civil.

Sendo assim no presente estudo foram adotadas as definições contidas na resolução CONAMA nº 307/2002 na íntegra, onde os resíduos de construção devem ser classificados da seguinte maneira:

Classe A – são os resíduos reutilizáveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e ou reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.) argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Classe B - são resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos; papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros.

Classe C – são resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/ recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.

Classe D – são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Na mesma Resolução o CONAMA também estabeleceu que tipo de destinação devesse ser dada para os resíduos de acordo com a sua classificação, conforme apresentado na Figura 117.

Figura 117. Destinação final de resíduos por classificação

Classificação	Destinação
<p>Classe A – resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados:</p> <p>I) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;</p> <p>II) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.) argamassa e concreto;</p> <p>III) de processo de fabricação ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios entre outros) produzidas no canteiro de obras.</p>	<p>Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados¹⁶, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.</p>
<p>Classe B – resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plástico, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros.</p>	<p>Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo disposto de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.</p>
<p>Classe C – resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.</p>	<p>Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.</p>
<p>Classe D – resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolição, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.</p>	<p>Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.</p>

Fonte: CONAMA.

¹⁶ Agregados Reciclados: material granular proveniente do beneficiamento de resíduos da construção civil de natureza mineral (concreto, argamassas, produtos cerâmicos e outros), designados como classe A, que apresenta características técnicas adequadas para aplicação em obras civis conforme especificações das normas brasileiras NBR 15.115/2004 e NBR 15.116/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e aquelas que venham complementá-las ou substituí-las.

7.1.2.2. Fase de demolição

A fase de demolição será a primeira etapa da obra de implantação do Empreendimento. Com maior relevância destacam-se as demolições das estruturas existentes do estádio de futebol e o ginásio de esportes. Destaca-se nessa fase a expressiva quantidade em volume e peso dos resíduos de concreto armado, alvenarias de tijolos e estruturas de alumínio.

a. O Gerenciamento de resíduos para a fase de demolição

O Plano de Gerenciamento de resíduos para a fase de demolição estará voltado para os procedimentos de segregação, reutilização, encaminhamento para reciclagem e destinos final dos resíduos.

O objetivo principal do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) visa, principalmente, a minimização da quantidade dos resíduos sólidos resultantes da demolição que serão encaminhados para a destinação final, utilizando-se para isso de um bom trabalho de identificação dos materiais e suas potencialidades de reaproveitamento e reciclagem.

Para uma melhor compreensão das modalidades de manejo dos resíduos eles foram divididos em:

- a) Resíduos que podem ser reutilizados;
- b) Resíduos que podem ser encaminhados para reciclagem; e
- c) Resíduos que devem ser encaminhados para o destino final em aterro sanitário de RCD.

O manejo desses três tipos de resíduos poderá ser feita em conjunto, como por exemplo: parte dos resíduos de concreto pode ser encaminhada para a reciclagem e a parcela restante diretamente para o destino final. Também é importante destacar que alguns materiais poderão ser utilizados na própria obra.

Na inspeção dos locais onde ocorrerão as demolições foram levantados todos os materiais existentes e relacionado o tipo de manejo que poderá ser dada a cada um deles. A Figura 118 abaixo apresenta essa distribuição.

Figura 118. Materiais de demolição por tipo de manejo

Ordem	Material	Manejo		
		Reutilização	Reciclagem	Aterro
1	Guarda corpo em tubo de aço escovado	X	X	
2	Guarda corpo em tubo de ferro galvanizado	X	X	
3	Guarda corpo em chapa de ferro		X	
4	Tubo em PVC (eletroduto, água, esgoto)		X	
5	Tubos quadrado em Alumínio (eletroduto)		X	
6	Cadeira em ferro	X	X	
7	Cadeira em PVC	X		
8	Cadeira em ferro com revestimento almofadado sintético	X		
9	Alvenaria em tijolos cerâmicos			X
10	Revestimento cerâmico			X
11	Luminária PVC		X	
12	Luminária de alumínio		X	
13	Luminária ferro		X	
14	Lâmpada Fluorescente		X	
15	Lâmpada incandescente		X	
16	Lâmpada vapor de sódio		X	
17	Piso de borracha		X	
18	Cobertura em policarbonato		X	
19	Tela em ferro galvanizado (ventilação)	X	X	
20	Chapa em ferro (portões)	X	X	
21	Ferro em barra (grades, portões)	X	X	
22	Cantoneiras em ferro (ventilação, portões)	X	X	
23	Esquadria em alumínio	X	X	
24	Esquadria em madeira	X	X	X
25	Vidro branco transparente 4 mm		X	
26	Vidro temperado 10 mm	X		X
27	Foro de PVC		X	
28	Telha em fibrocimento			X
29	Telha em alumínio	X	X	
30	Telha em fibra de vidro	X		X
31	Luminárias		X	
32	Porta de rolo	X	X	

Ordem	Material	Manejo		
		Reutilização	Reciclagem	Aterro
33	Fios e cabos de energia elétrica		X	
34	Quadro de energia elétrica		X	
35	Quadro de força		X	
36	Transformador de energia elétrica		X	
37	Pia de aço inox	X		
39	Pia em mármore sintético	X		
40	Fechaduras e dobradiças cromadas	X	X	
41	Caixas, interruptores e tomadas em PVC		X	
42	Pavimento a paralelepípedo	X		
43	Pavimento asfáltico	X		
44	Catraca eletrônica	X		
45	Portão em ferro		X	
45	Placar eletrônico		X	
46	Meio fio em concreto	X	X	
47	Meio fio granítico	X		
48	Placas de propaganda luminosas		X	
49	Estrutura em aço de suporte das arquibancadas		X	
50	Poste de concreto	X		
51	Fiação de iluminação externa		X	
52	Poste de ferro	X		
53	Bomba de água	X	X	
54	Conexões elétricas em ferro galvanizado		X	
55	Aparelho de ar condicionado	X		
56	Bancada em granito	X		X
57	Bancada em mármore	X		X
58	Banheiras	X		X
59	Vaso sanitário	X		X
60	Miquitório	X		X
61	Lavatório	X		
62	Torneiras e conexões metálicas	X	X	
63	Chuveiro metálico	X	X	
64	Espelho	X		X
65	Cobertura e estrutura em alumínio		X	
66	Piso em madeira de lei	X		
67	Piso em granilite (alta resistência)	X		X
68	Árvores			
69	Grupo gerador	X		
70	Prancha de madeira	X		

Fonte: Elaboração própria com dados de campo.

O quadro acima apresenta a distribuição dos materiais (resíduos) e equipamentos que deverão ser manejados no processo de demolição do estádio de futebol e do

ginásio de esporte, para possibilitar a construção do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, e o destino que poderá ser dado a cada um deles.

a.1. A segregação de material

Os resíduos devem ser separados de acordo com a sua classificação (A, B, C e D), conforme apresentado no item 2.1, de acordo com a resolução nº 307/2002 do CONAMA e depositados nas áreas específicas previstas no Projeto do Canteiro de Obras. A separação facilita a remoção e o encaminhamento à destinação diferenciada.

A separação de materiais no canteiro de obras poderá ser realizada em recipientes tipo contenedores, baias em alvenaria ou madeira, caixas estacionárias ou do tipo *roll-on roll-off*, sempre identificados por cores, enquanto que os maiores volumes de demolição como concreto, alvenarias e estruturas metálicas devem ser depositados nas áreas específicas, que devem estar devidamente previstas no projeto do canteiro de obras. Os procedimentos de segregação serão os mesmos a ser realizados na fase de construção e estão descritos com maior detalhe no item 7.2.3.1, item “a” .

A Figura 119 abaixo ilustra os principais resíduos gerados na fase de demolição:

Figura 119. Lista dos principais Resíduos gerados na fase de demolição

Fase Da Obra	Resíduos Gerados							
	Solo Concreto Avenaria	Madeira	Aço Sobra de Corte	Outros Metais	Papel Plástico Papelão	Vidro s	Ges so	Tintas Óleos Vernize s
Demolição	MSG ^{*2*3}	MSG ^{*5*8}	VB ^{*4}	SG ^{*1*6}	VB	VB ^{*7}	NE	NE
SG = Significativo				NE = Não existente				
MSG = Muito significativo				VB = Valor baixo				

Fonte: Adaptado da Cartilha Sinduscon-MG, 2005.

*1 – Sobra de fragmentos de alumínio

*2 – Lajes, Pilares, Vigas e Fundações fragmentadas, tijolos

*3 – Solo proveniente das escavações

*4 – Aço agregado nas lajes demolidas

*5 – Pontas de madeira resultante da demolição

*6 – Proveniente da remoção de tubos de alumínio, aço galvanizado e cabos elétrico

*7 – Quebra de vidro

*8 – Pedacos de madeira resultante da remoção das esquadrias

a.2. A identificação dos materiais de demolição

O inventário fotográfico das estruturas (materiais e equipamentos) a remover ou demolir foi realizada através de levantamento “in loco” das instalações existentes na área do estádio de futebol e do ginásio de esportes, cujo levantamento está apresentado no Anexo 11.

No levantamento procurou-se identificar todos os elementos passíveis de intervenção nessa fase da obra. Na relação estão relacionados:

- a) equipamentos que simplesmente necessitarão ser removidos: aparelhos de ar condicionado, cadeiras, conjunto motobomba e grupo gerador;
- b) Materiais que podem ser reaproveitados: esquadrias, postes, telhas, meio-fio, portões de ferro e luminárias;
- c) Materiais que sofrerão alterações na demolição: concreto e alvenarias.

a.3. As possibilidades de reutilização e reciclagem dos resíduos

Alguns materiais não possibilitam a reutilização dos mesmos como o concreto armado, as armaduras de ferro, alvenarias de tijolos cerâmicos, revestimento cerâmico, telha em fibrocimento. Outros, no entanto, possuem um grande potencial de reaproveitamento, como: cadeiras, esquadrias, vasos sanitários, torneiras, chuveiros, catracas, postes, quadros de energia, gerador, bombas de água, espelho, bancadas, etc., sendo importante ter o devido cuidado na remoção desses equipamentos, sob pena de destruir ou inviabilizar a reutilização dos mesmos.

Também é importante que seja realizado um inventário detalhado dos materiais passíveis de reutilização, bem como o município identifique ações ou programas que podem utilizar os mesmos.

A maior quantidade de resíduo a ser demolido para implantação do empreendimento será de concreto armado (concreto + ferragem) e alvenaria de tijolos cerâmicos.

Esse tipo de material constitui os resíduos da classe A e tem sido largamente empregados na fabricação de concretos, argamassas e elementos de alvenaria.

Estudos desenvolvidos por diversos autores com concretos sem e com resíduos, onde se substitui os agregados naturais pelos agregados reciclados têm constatado que:

- a) durante a produção dos concretos há uma diminuição da fluidez das misturas de acordo com o teor crescente de resíduo empregado no concreto;
- b) o rejeito de construção civil usado como agregado apresenta uma absorção de água bem superior à do agregado tradicional, devido tanto à sua grande porosidade como a maior quantidade de finos existentes neste resíduo;
- c) em concretos secos, empregados na moldagem de blocos, o grau de compactação é uma variável importante nas propriedades de resistência e de absorção dos blocos, mais que a própria relação água/cimento;
- d) na fabricação de blocos de concreto a composição da amostra de agregado reciclado empregada afeta diretamente as propriedades mecânicas dos concretos; e
- e) a confiabilidade técnica de blocos de vedação produzidos a partir de entulhos da construção civil tem contribuído para a reciclagem destes resíduos e para a produção de componentes utilizáveis em obras urbanas.

O reaproveitamento de parte destes resíduos na construção do próprio empreendimento é a melhor alternativa, tanto para reduzir o impacto ambiental, como para suprir as necessidades utilização de blocos de fechamento de alvenaria, pavimentação e como concreto simples.

De uma forma geral no Brasil o agregado reciclado produzido é normalmente misto, sendo formado pela mistura de cimentos hidratados, argamassas, restos de concretos e cerâmica (tijolos e telhas). Agregados reciclados provenientes de concretos estruturais apresentam melhor qualidade em relação aos agregados provenientes de tijolos cerâmicos e argamassas.

No caso da demolição a ser feita é perfeitamente possível a segregação do material em concreto estrutural e o seu encaminhamento para essa finalidade. A organização do espaço do canteiro de obras possibilita a instalação de unidade de trituração para produção de agregado, estocagem de material e a usinagem de blocos.

a.4. A reciclagem dos resíduos classe A

Na região metropolitana de Natal não existe uma unidade de reciclagem de Resíduos de Demolição. As soluções a serem apontadas no presente Plano deverão necessariamente direcionadas para aplicação exclusivamente pelo empreendimento proposto.

Em uma instalação de reciclagem de resíduos classe A, os equipamentos trituradores são os mais importantes de toda linha de produção. Geralmente são dotados de britadores de mandíbulas ou britadores de impacto. Os britadores de mandíbula geralmente são considerados como os melhores produtores de agregados para concreto, quando associados a outro equipamento para britagem secundária. São, no entanto, bastante susceptíveis à presença de resíduos metálicos, caso não disponha de dispositivo de alívio para essa eventualidade. Já os britadores de impacto são menos sensíveis à presença desses materiais, oferecem capacidade de redução de partículas muito superior à do britador de mandíbula e são tidos como o melhor equipamento para a produção de novos agregados destinados a serviços de pavimentação.

É tecnicamente possível a implantação de uma unidade de reciclagem de resíduos classe A móvel (Figura 120) na execução do empreendimento. No mercado de venda e locação já existe equipamentos com essa finalidade. O resultado da reciclagem é um material que pode, em muitos casos, cumprir as funções de agregado, sendo reutilizado na própria obra para aterros, reforço de sub-leito e construção de sub-base de pavimentação e argamassa.

Diversas são as vantagens de utilização desse tipo de equipamento. A economia com a versatilidade está em ser autoportante, condição que permite a sua utilização em diversos espaços do canteiro de obras, reduz o custo de transporte desse tipo de resíduos para a área de destino final. Outra vantagem do equipamento é a sua

agilidade que não exige nenhum tipo de montagem especial, podendo ser movido, colocado ou retirado do canteiro de obra em qualquer momento. A capacidade dos equipamentos chega a 200 toneladas por hora.

Figura 120. Triturador Móvel



* Imagem ilustrativa

Os resíduos após a trituração podem ser utilizados na execução de aterros, substituição parcial ou total de matéria-prima (agregado graúdo ou miúdo) em concretos, argamassas e artefatos de concreto.

Segundo GRIGOLI (2000), todas as fases executivas da construção podem utilizar materiais reciclados no próprio canteiro de obras, como:

- a) assentamento de batentes;
- b) assentamento de contramarcos e esquadrias;
- c) enchimento de rasgos em paredes;
- d) chumbamento de tubulações hidráulicas e elétricas;
- e) assentamento de blocos cerâmicos;
- f) chumbamento de caixas elétricas;
- g) execução de shaft para passagem de tubulações;

- h) como argamassa no enchimento de rebocos internos;
- i) enchimento de degraus de escadas;
- j) contrapiso
- k) concreto para piso de baixa carga (passeios e abrigo para automóveis leves);
- l) drenos; e
- m) vigas e pilares de concreto de baixa carga.

Conforme estudo de Carneiro *et al.* (2001), de uma forma geral independente do uso dado aos resíduos classe A, há vantagens econômicas, ambientais e sociais:

- a) economia na aquisição da matéria-prima, com a substituição de materiais convencionais por material reciclado;
- b) decréscimo da poluição gerada pelo entulho e de suas conseqüências negativas, como enchentes e assoreamento de lagoas, fundo de vales e córregos;
- c) preservação das reservas minerais não renováveis;
- d) preservação e redução de áreas de aterros de inertes, minimizando os impactos decorrentes da deposição maciça de RCD;
- e) redução dos consumo de energia e de geração de CO₂ na produção e no transporte de materiais.

Utilização como agregado para argamassas:

A fração mais fina do material reciclado, obtido da britagem ou moagem do entulho de concreto pode ser utilizada em argamassas, em substituição às adições ou aos agregados convencionais. A granulometria semelhante a da areia permite o seu uso como agregado para argamassa de assentamento de tijolos e blocos e revestimento

(chapisco, emboço e reboco). As vantagens dessa utilização podem ser observadas no próprio canteiro de obras, pela redução dos custos de transporte, do consumo de cimento e cal e pelo ganho de resistência a compressão do material reciclado em relação às argamassas convencionais.

Utilização em pavimentação:

Outro uso desse material após a trituração é nas camadas de pavimentação. Em várias cidades do Brasil (São Paulo, Belo Horizonte, Ribeirão Preto, dentre outras) e no exterior, tem-se utilizado agregados reciclados na pavimentação, com resultados satisfatórios. A aplicação do resíduos de construção em mistura com solo em bases, sub-bases e revestimentos primários de pavimentação, é a forma mais simples de reciclagem.

Utilização na confecção de blocos e artefatos pré-moldados:

Para a produção de blocos e outros artefatos pré-moldados em concreto é necessário se utilizar um sistema mecânico ou pneumático de prensagem. A mistura é feita com o agregado reciclado e cimento, que após adicionado água é submetido a pressão dentro de moldes metálicos, o que resulta em um artefato com formas e dimensões desejadas. Após um pequeno período de cura, o bloco apresenta resistência a compressão similar ao do tijolo cerâmico, sendo sua resistência tanto mais elevada quanto maior for a quantidade de aglomerante empregada.

Utilização como agregado para concreto:

Os agregados convencionais que compõem o concreto podem ser substituídos por agregados provenientes dos RCD reciclados como possibilidade de melhoria do desempenho do concreto pelo baixo consumo de cimento (ZORDAN, 2002). No entanto, as pesquisas realizadas até o momento indicam que em função da

heterogeneidade do material, que muitas vezes vem acompanhado de teores variados de argamassas e materiais pulverulentos não recomendam a utilização em concreto estrutural.

7.1.2.3. Fase de construção

Durante a fase de implantação do Empreendimento os principais impactos ambientais ocasionados pelos resíduos, serão aqueles oriundos da atividade de construção e demolição, também chamados de RCD.

a. O Gerenciamento de resíduos para a fase de construção

O Plano de Gerenciamento de resíduos para a fase de construção é na verdade uma continuidade das ações já apresentadas no item 2.3 para a fase de demolição.

O objetivo do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) para essa fase do empreendimento visa principalmente a redução na geração dos resíduos sólidos no canteiro de obra, tendo como princípio a conscientização e sensibilização dos agentes envolvidos. As prioridades a serem alcançadas devem preferencialmente buscar:

- a) Reduzir os desperdícios de resíduos e o volume gerado;
- b) Segregar os resíduos por classes e tipos;
- c) Reutilizar materiais, elementos componentes que não requeiram transformações; e
- d) Encaminhar os resíduos para a reciclagem, transformando-os em matéria-prima para produção de novos produtos.

Para o sucesso do Plano é fundamental que todo o sistema de organização da obra esteja voltado para que quando ocorra a geração dos resíduos, possibilite a

separação dos resíduos de uma forma sistemática e organizada, uma vez essa prática traz inúmeras vantagens, como:

- a) Facilita a remoção e o encaminhamento dos resíduos à destinação diferenciada;
- b) A garantia da qualidade dos resíduos e reduz os custos de beneficiamento;
- c) Diminuição dos custos de remoção dos resíduos;
- d) Reutilização de alguns materiais na própria obra;
- e) Facilita a segregação do material por tipo e a sua disponibilização para a coleta municipal e para a informal (coletores de material reciclável);
- e) Permite a Identificação dos pontos de desperdício e a organização no canteiro de obras.

A redução da geração de resíduos propicia a diminuição do custo de produção, da quantidade de matéria prima e energia a serem gastos, da contaminação do meio ambiente e os gastos com a gestão dos resíduos.

As medidas a serem implementadas buscando o adequado gerenciamento dos resíduos na fase de implantação do empreendimento, deve obedecer a *Resolução CONAMA nº 307*, de 5 de julho de 2002.

b. A segregação de material no canteiro

Os resíduos devem ser separados de acordo com a sua classificação (A, B, C e D), conforme apresentado no item 7.1.2.1, e depositados nas áreas específicas previstas no Projeto do Canteiro de Obras. A separação facilita a remoção e o encaminhamento à destinação diferenciada.

A separação de materiais no canteiro de obras poderá ser realizada em recipientes tipo contenedores, baias em alvenaria ou madeira, caixas estacionárias ou do tipo *roll-on roll-off*, sempre identificados por cores.



Caixa Estacionária

* Imagem ilustrativa



Contenedor e Container

* Imagem ilustrativa



Baia em alvenaria

* Imagem ilustrativa



Baia em madeira

* Imagem ilustrativa



Roll-on Roll-off

* Imagem ilustrativa

A figura abaixo ilustra os principais resíduos gerados em cada fase da construção do empreendimento:

Figura 121. Lista dos resíduos em cada fase da construção

Fases da Obra	Resíduos Gerados							
	Solo Concreto	Madeira	Aço Sobra de Corte	Outros Metais	Papel Plástico Papelão	Vidros	Gesso	Tintas Óleos Vernizes
Escavação	MSG ^{*3}	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Fundação	NE/VB ^{*4}	SG ^{*20}	VB ^{*7}	NE	VB ^{*12}	NE	NE	NE
Estrutura	NE/VB ^{*4*2}	SG ^{*20}	VB ^{*7}	NE	VB ^{*12}	NE	NE	NE
Alvenaria	SG ^{*5}	NE	NE	NE	MSG ^{*12}	NE	NE/VB	NE
Esquadrias	NE	SG ^{*19}	NE	SG ^{*1}	SG ^{*14}	SG ^{*5}	NE	NE
Instalações	NE	NE	NE	VB ^{*9}	SG ^{*14*13}	NE	NE	NE
Acabamentos	SG	SG	NE	SG ^{*9*10*11}	SG ^{*14*13}	NE/VB ^{*16}	MSG ^{*17}	VB
Cobertura	NE	SG ^{*8}	VB	SG	VB	NE	NE	NE
SG = Significativo				NE = Não existente				
MSG = Muito significativo				VB = Valor baixo				

Fonte: Adaptado da Cartilha Sinduscon-MG, 2005.

- *1 – Sobra de fragmentos de alumínio
- *2 – Lajes fragmentadas, tijolos
- *3 – Solo proveniente das escavações
- *4 – Sobra de concreto
- *5 – Quebra de tijolos ou vidros
- *6 – Aço agregado nas lajes demolidas
- *7 – Sobra no corte das barras de aço proveniente da central de corte de ferro
- *8 – Pontas de madeira resultante do corte
- *9 – Proveniente do corte e tubos de cobre, aço galvanizado e cabo elétrico
- *10 – Sucata metálica de latas de tintas ou massa de correr, tubos metálicos de silicone para rejunte ou espuma expansiva
- *11 – Sucata de perfis de alumínio
- *12 – Sacaria de cimento ou argamassa
- *13 – Invólucro de materiais elétricos e hidrossanitários
- *14 – Caixa de papelão das cerâmicas, azulejos, esquadrias, materiais elétricos e hidrossanitários
- *15 – Quebra de vidro
- *16 – Quebra de vidro nas instalações
- *17 – Provenientes do recorte do gesso
- *18 – Sobra do revestimento de paredes, tetos e da execução de sancas
- *19 – Pequenos pedaços de madeira
- *20 – Proveniente da central de corte de madeiras

A execução do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil também deve atender:

- a) NBR 15.112 - Resíduos da construção civil e resíduos volumosos. Áreas de Transbordo e Triagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- b) NBR 15.113 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes. Aterros. Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- c) NBR 15.114 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes. Áreas de Reciclagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- d) NBR 15.115 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Execução de camadas de pavimentação. Procedimentos.
- e) NBR 15.116 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural. Requisitos.

Na execução de cada parcela do empreendimento e em todas as suas fases de implementação, deverá ser seguido o adequado gerenciamento dos resíduos de construção civil, observando-se os seguintes procedimentos:

- a) O planejamento das ações a serem efetivadas e onde serão implantadas;
- b) A mobilização do pessoal. Utilizando-se de palestras, cartazes, mensagens e dinâmicas para todos os funcionários e colaboradores;
- c) A projeção das características e/ou caracterização dos resíduos de demolição e construção gerados nas obras, nas principais fases;
- d) A avaliação da viabilidade do uso dos componentes do entulho. Os resíduos classe A podem ser utilizados, após moagem, na própria obra ou como agregado em sub-base de estrada, sub-base de piso-calçada, enchimento de piso, confecção de tijolos e bloquetes. Os de classe B e D irão voltar ao ciclo de produção ou seja, serão reciclados.

e) Desenvolver e documentar os procedimentos adotados para seleção acondicionamento, despacho e retirada do RCC da obra. Providenciar recipientes para acondicionamento dos materiais segregados;

f) Em cada setor da obra serão instalados recipientes para coleta seletiva. Estes recipientes serão identificados conforme o material a ser selecionado. Em local adequado serão instaladas baias para acumular os resíduos coletados. A normalização do padrão de cores para os resíduos é dada pela RESOLUÇÃO CONAMA nº. 275 de 19 de junho de 2001, conforme distribuição a seguir apresentada:

- Azul: papel/papelão;
- Vermelho: plástico;
- Verde: vidro;
- Amarelo: metal;
- Preto: madeira;
- Laranja: resíduos perigosos;
- Branco: resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde;
- Roxo: resíduos radioativos;
- Marrom: resíduos orgânicos;
- Cinza: resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.

g) Deve ser estabelecida uma logística para o transporte e retirada dos resíduos selecionados.

h) Todos os atores envolvidos deverão ser capacitados por meio de treinamento realizado com todos os funcionários. Deve ser realizada uma qualificação específica para os funcionários que irão efetuar a remoção dos RCD dos recipientes para as baias.

Os resíduos após o adequado encaminhamento dentro dos canteiros de obra poderão ter os seguintes destinos:

- Para os resíduos Classe A:

Terra de remoção: utilizar na própria obra; reutilizar restauração de solos, em obras que necessitem de aterros e terraplenagem de jazidas; encaminhar para aterro de inertes.

Tijolo, produtos cerâmicos, e produtos de cimento: encaminhar para estações de reciclagem de entulho, utilizar como material de enchimento de base de piso; encaminhar para aterro de inertes.

Argamassas: encaminhar para estações de reciclagem de entulho, utilizar como material de enchimento de base de piso; encaminhar para aterro de inertes.

- Para os resíduos Classe B:

Madeira: encaminhar para empresas e entidades que utilizem a madeira como energético ou matéria prima; associação ou cooperativa de catadores.

Metais: empresa de reciclagem de materiais metálicos; associação ou cooperativa de catadores; entidades que utilizem o metal como matéria prima.

Embalagens, papel, papelão e plásticos: empresa de reciclagem de materiais plásticos e papel/papelão; associação ou cooperativa de catadores; entidades que utilizem esse tipo de material como matéria prima.

Vidros: empresa de reciclagem de vidros; associação ou cooperativa de catadores; entidades que utilizem o vidro como matéria prima.

- Para os resíduos Classe C:

Gesso: empresa de reciclagem de gesso. Após ser moído pode ser empregado como aglomerante, agregado para a produção de cimento, correção de solos, aditivo para compostagem, absorvente de óleo e na secagem de lodo de esgoto.

- Para os resíduos Classe D:

óleos, tintas, vernizes e produtos químicos : empresa de reciclagem de tintas e vernizes; empresas de co-processamento; retorno ao fabricante.

Observação: Os resíduos orgânicos gerados durante a fase de construção deverão ser acondicionados em sacos plásticos armazenados em contêiner ou caixa tipo brooks, para posterior recolhimento pelo serviço público de coleta.

7.1.2.4. Destino final dos resíduos de demolição e construção

O processo de coleta e transporte dos resíduos de construção e demolição da área do empreendimento até o destino final inicia-se bem antes da remoção pelos veículos transportadores. No canteiro de obras os resíduos devem ser acumulados em pontos, sendo a partir daí encaminhados para reutilização na própria obra, reciclagem e para o destino final.

Todos os veículos a serem utilizados no transporte dos RCD deverão:

- a) Estar devidamente licenciado junto ao DETRAN do estado de origem;
- b) Possuir Licença do IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte para transporte de resíduos sólidos não perigosos;
- c) Atender o que estabelece a NBR 13.221 – que trata de Transporte de Resíduos;
- d) Trafegar sempre lonados, evitando a poeira e o lançamento de resíduos nas vias.

Atualmente, o grande volume de entulhos gerados nas construções urbanas evidencia a necessidade de novos locais para sua disposição final. São cada vez mais limitadas as áreas destinadas ao descarte desses resíduos.

Na região metropolitana de Natal não existe área devidamente licenciada para tal finalidade em condições de atender a demanda do empreendimento Arena das Dunas. As áreas de descarte do serviço público, que são utilizadas de forma precária, estão localizadas no antigo lixão de Cidade Nova e no distrito do Guajiru, este último no município de São Gonçalo do Amarante.

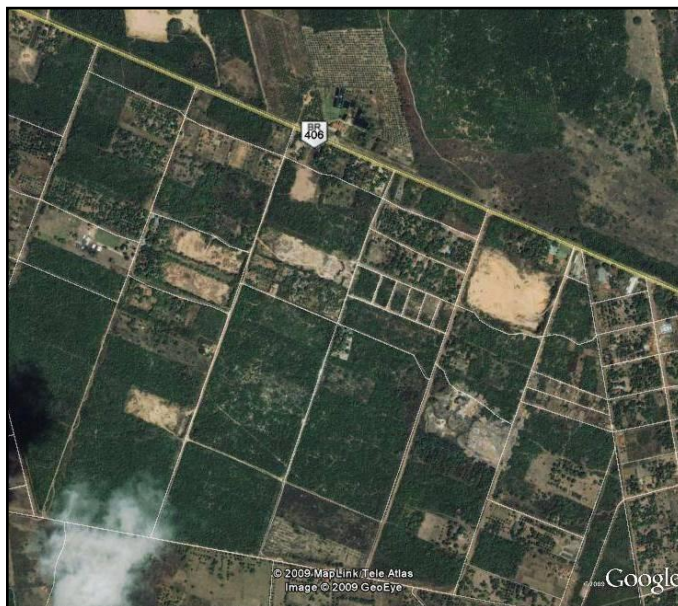
Diante desse quadro procurou-se identificar área em condições de atender a demanda de geração de RCD para a construção da Arena das Dunas, principalmente pela grande quantidade a ser gerada na fase de demolição do estádio de futebol e do ginásio de esportes. Para escolha de um local que possa receber resíduos de demolição, também conhecido como inertes ou classe A, alguns fatores devem ser levados em consideração:

- a) A adequação da área para receber um aterro de inertes;
- b) A minimização do tráfego de veículos pesados no meio urbano;
- c) A distância de transporte;
- d) O sistema viário de tráfego entre a área do empreendimento e o aterro de RCD;
- e) As condições de recuperação de área já utilizada na exploração de jazidas, dando uma nova utilização a mesma.

O ponto de partida na busca de indicações de locais que atendessem as considerações acima foi o levantamento de áreas já degradadas, no entorno da cidade do Natal, e que potencialmente pudessem ser utilizadas como aterro de RCD.

A primeira área proposta fica localizada na região do Guajirú, nas coordenadas 5° 45' 17,25" S e 35° 18' 54,29" W, no município de São Gonçalo do Amarante, nas proximidades da BR-406, em uma região onde existe uma série de jazidas de argila. A figura a seguir identifica o local.

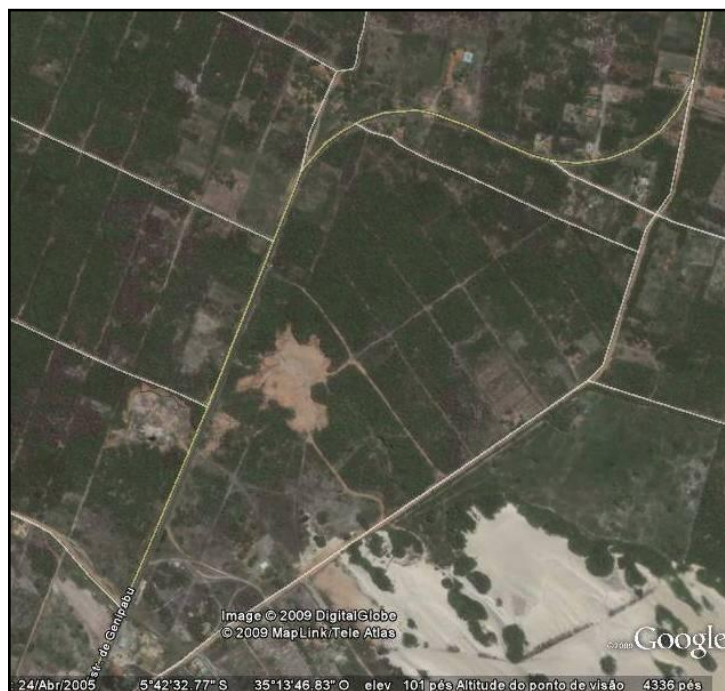
Figura 122. Região do Guajirú, município de São Gonçalo



Fonte: Adaptada do Google Earth.

A segunda área analisada, fica localizada na margem direita da estrada de Jenipabú, nas coordenadas 5° 42' 45" S e 35° 13' 41" W, no município de Extremoz. Está inserida dentro da Área de Proteção Ambiental das Dunas de Jenipabú, já possuindo um plano de manejo em processo de análise pelo IDEMA para recomposição da cava existente com a colocação de RCD. O local está indicado na figura a seguir.

Figura 123. Margem direita da estrada de Jenipabú, município de Extremoz



Fonte: Adaptada do Google Earth

Uma terceira área que passou a ser estudada está localizada no município de Macaíba, nas coordenadas 5° 52' 44,30" S e 35° 20' 06,84" W. Trata-se de uma jazida de pedra granítica, que fica nas proximidades da BR-304. a sua localização é apresentada no anexo 12.

A partir da análise de áreas existentes na região do Guajirú, no município de São Gonçalo do Amarante (antiga jazida de argila), na estrada de Jenipabú (jazida de piçarra em operação), no município de Extremoz e de uma pedreira localizada nas proximidades da BR-304, no município de Macaíba, selecionou-se a última opção como a mais adequada em função das condições das vias de ligação empreendimento área de destino final, distância da área do empreendimento, menor impacto ao trânsito urbano e a infra-estrutura já existente no local.

A área selecionada apresenta boas condições de acesso, ocorrendo em praticamente todo o trecho o transporte em vias com pista dupla, evitando o trânsito por ruas internas de menor dimensão, fato que em obras desse porte termina por provocar transtornos para população.

7.1.3. Os impactos na operação do empreendimento

A implantação da Arena das Dunas, que será a sede da Copa do Mundo de 2014, na Cidade do Natal irá propiciar uma geração considerável de resíduos sólidos, que não sendo gerenciados adequadamente, poderá causar danos a sociedade, sejam eles na área econômica, social, saúde e ambiental.

Nesse capítulo será analisado o gerenciamento dos resíduos da Arena das Dunas a partir do início da operação do empreendimento, através da proposição de medidas para coleta interna, acondicionamento e destinação final para os resíduos comuns, resíduos de serviços de saúde, a coleta seletiva, os restos vegetais resultantes do corte do gramado e a varrição.

7.1.3.1. O gerenciamento de resíduos comuns

É interessante que em função as características do empreendimento, não fica bem caracterizado o seu perfil de grande gerador, quando se tenta enquadrá-lo dentro do que estabelece a Lei Municipal nº 4.786/96. Ocorre que em dias de evento certamente o empreendimento têm um potencial de gerar mais de 200 quilogramas ou 500 litros, situação que o caracteriza como um grande gerador, no entanto, a média mensal trará quantidades bem inferiores ao limite estabelecido pelo código de limpeza da cidade do Natal.

Independentemente da responsabilidade pelo recolhimento dos resíduos comuns do empreendimento, se pelo serviço público ou por empresa particular, a estrutura prevista para recolhimento desses materiais no presente Plano será pelo condicionamento em contêineres herméticos basculáveis, em polietileno de alta densidade - PEAD, com volume variando entre 120 e 1.100 litros, distribuídos de acordo com a quantidade de resíduos gerados, com recolhimento através de veículo coletor compactador, com elevação mecânica.

Para a execução do serviço de recolhimento dos resíduos deve ser utilizada uma guarnição mínima de dois garis coletores. Cada gari deve dispor de fardamento completo com: calçado em borracha, meião, bermuda, jaleco, boné e luvas. No caso

de ocorrer atividade noturna é necessário que sobre o jaleco seja utilizado colete refletor.

Para execução da coleta, os resíduos deverão ser acondicionados em cada estabelecimento gerador na área interna do estádio em sacos plásticos, a seguir depositados em um contentor (quando possui duas rodas) ou contêiner (quando possui quatro rodas). Os contentores e contêineres que são encontrados no mercado em Polietileno de Alta Densidade – PEAD vão ser conduzidos a câmara de lixo ou container, onde aguardarão a chegada do veículo coletor.

A coleta deverá ser realizada por veículo coletor compactador com elevação mecânica, estando prevista a frequência diária. Depois de atrelado ao elevador, o contentor ou contêiner é descarregado no caminhão por basculamento através de elevador hidráulico. É importante que haja uma boa articulação entre a administração do empreendimento e o serviço público de coleta, como forma de ajustar a frequência de recolhimento dos resíduos com datas e horário dos eventos.

7.1.3.2. Gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde (RSS)

A Coleta dos Resíduos classificados como de Serviços de Saúde na área da Arena das Dunas, compreende aqueles materiais oriundos da área do Posto Médico, vestiários (serviço médico das equipes), sala de controle de doping e serviço de atendimento de urgência (ambulância). Em função das características do empreendimento esses resíduos deverão se fazer presente em quantidade bastante pequena.

A coleta desses resíduos deverá ser executada com equipe e equipamentos exclusivos, obedecendo as datas de realização de eventos, bem como atendendo as definições e normatizações apresentadas nos itens 3.2.1 a 3.2.2.

a. Classificação

Para fins de procedimentos operacionais, e de acordo com a Resolução CONAMA nº 358/2005, os Resíduos de Serviço de Saúde a serem gerados no empreendimento serão classificados nos seguintes grupos:

I - GRUPO A: Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção.

a) A1

- Culturas e estoques de microrganismos; resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados; descarte de vacinas de microrganismos vivos ou atenuados; meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência, inoculação ou mistura de culturas; resíduos de laboratórios de manipulação genética;
- resíduos resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica por agentes classe de risco 4, microrganismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação ou causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido;
- Bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes rejeitadas por contaminação ou por má conservação, ou com prazo de validade vencido, e aquelas oriundas de coleta incompleta;
- Sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos, recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre;

b) A2

- Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de microorganismos, bem como suas forrações, e os cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de microorganismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anátomo-patológico ou confirmação diagnóstica;

c) A3

- Peças anatômicas (membros) do ser humano; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 gramas ou estatura menor que 25 centímetros ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenha havido requisição pelo paciente ou familiares;

d) A4

- Kits de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados;
- Filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares;
- Sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham e nem sejam suspeitos de conter agentes Classe de Risco 4, e nem apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou microorganismo causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com príons.
- Resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica que gere este tipo de resíduo;

- Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre;
- Peças anatômicas (órgãos e tecidos) e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anátomopatológicos ou de confirmação diagnóstica;
- Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de microorganismos, bem como suas forrações; e
- Bolsas transfusionais vazias ou com volume residual póstransfusão.

e) A5

- Órgãos, tecidos, fluidos orgânicos, materiais perfurocortantes ou escarificantes e demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação com príons.

II - GRUPO B: Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

a) produtos hormonais e produtos antimicrobianos; citostáticos; antineoplásicos; imunossupressores; digitálicos; imunomoduladores; anti-retrovirais, quando descartados por serviços de saúde, farmácias, drogarias e distribuidores de medicamentos ou apreendidos e os resíduos e insumos farmacêuticos dos medicamentos controlados pela Portaria MS 344/98 e suas atualizações;

b) resíduos de saneantes, desinfetantes, desinfestantes; resíduos contendo metais pesados; reagentes para laboratório, inclusive os recipientes contaminados por estes;

- c) efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores);
- d) efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas; e
- e) demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10.004 da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).

III - GRUPO C: Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.

- a) enquadram-se neste grupo quaisquer materiais resultantes de laboratórios de pesquisa e ensino na área de saúde, laboratórios de análises clínicas e serviços de medicina nuclear e radioterapia que contenham radionuclídeos em quantidade superior aos limites de eliminação.

IV - GRUPO D: Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.

- a) papel de uso sanitário e fralda, absorventes higiênicos, peças descartáveis de vestuário, resto alimentar de paciente, material utilizado em anti-sepsia e hemostasia de venóclises, equipo de soro e outros similares não classificados como A1;
- b) sobras de alimentos e do preparo de alimentos;
- c) resto alimentar de refeitório;
- d) resíduos provenientes das áreas administrativas;
- e) resíduos de varrição, flores, podas e jardins; e
- f) resíduos de gesso provenientes de assistência à saúde.

V - GRUPO E: Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; tubos capilares; micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares.

b. Identificação

Os Resíduos de Serviço de Saúde devem ser identificados e separados na sua fonte de origem, obedecendo a classificação por categoria e grau de risco.

c. Coleta, tratamento e destinação final

A metodologia a ser aplicada na coleta regular dos Resíduos de Serviço de Saúde é aquela em que os mesmos são coletados em uma “BOMBONA” plástica hermeticamente fechada. Estes resíduos serão carregados manualmente para um veículo de carroceria fechada e estanque, que não permita vazamentos. Após a coleta, os resíduos serão encaminhados para tratamento em unidade especializada e devidamente licenciada pelo órgão ambiental competente.

- Os resíduos sólidos pertencentes ao grupo do grupo D e A4, deverão ser destinados a aterro sanitário de Ceará Mirim, ocorrendo a sua coleta em conjunto com os demais resíduos comuns.
- Os resíduos sólidos pertencentes ao grupo do grupo A1, A2, A3 e E, devem seguir através da coleta diferenciada para processos de tratamento em equipamento que promova redução de carga microbiana e a destinação no aterro sanitário de Ceará Mirim.
- Os resíduos sólidos classificados como do grupo A não podem ser reciclados.

- Os resíduos classificados como do grupo B, devem ser submetidos a tratamento e disposição final específico, respeitados as categorias de toxicidade, inflamabilidade, corrosividade e reatividade.
- Os resíduos classificados e enquadrados como sujeitos radioativos, pertencentes ao grupo C, obedecerão às exigências estabelecidas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN (dificilmente ocorrerá a presença desses resíduos na área do empreendimento).
- Quando não for assegurada a separação dos resíduos sólidos, estes são considerados na sua totalidade de como pertencentes ao grupo do grupo A, excetuando-se os pertencentes ao grupo B, que por suas peculiaridades, devem ser separados dos resíduos como outras classificações.
- Os equipamentos utilizados na operacionalização da coleta, tratamento e disposição final, devem ser limpos e desinfetados sempre no final da jornada de trabalho.

Após o tratamento, a destinação final dos resíduos deverá ser realizada no aterro sanitário metropolitano, localizado no município de Ceará Mirim.

7.1.3.3. Coleta seletiva

Para a Arena das Dunas, a implantação da coleta seletiva se dará pela instalação de equipamentos de acondicionamento e recolhimento de materiais recicláveis dimensionados para cada dependência do estádio e em função do tipo de uso do local.

A distribuição dos recipientes coletores se dará obedecendo a seguinte distribuição:

- a) auditórios e outras dependências em sejam desenvolvidas atividades similares, como escritório e administração, deverão ser implantados coletores seletivos para resíduos recicláveis na cor azul e para não recicláveis na cor cinza;

b) locais de grande fluxo de pessoas serão colocados conjuntos seletivos para papéis, plásticos, metais, vidros, orgânicos e não recicláveis;

c) em áreas de circulação no entorno do estádio, na área de estacionamento, deverão ser dispostos a cada 25 metros coletores seletivos para resíduos recicláveis na cor azul e para não recicláveis na cor cinza.

a. Equipamentos

- Área de acesso ao estádio: entrada para pedestres, onde no entorno estão os estacionamentos.

Deverá ser colocado um conjunto de coletores seletivos para papéis, plásticos, metais, vidros, orgânicos e não recicláveis (Figura 124), a cada 25 metros da via de passeio.

Especificações:

a) Tipo: Conjunto Coleta Seletiva com Pedestal;

b) Modelo: Tampa basculante;

c) Cores: 06 (seis) cores - azul (papéis), verde (vidros), vermelho (plásticos), amarelo (metais), Laranja (resíduos orgânicos) e Cinza (resíduos não recicláveis);

d) Material: Polipropileno;

e) Capacidade: 50 Litros.

Figura 124. Coletores Seletivos sem pedestal



* Imagem ilustrativa

- Salas de depósito, salas de apoio, salas de reunião e serviços de escritórios: Edificações destinadas a serviços de acondicionamento de produtos e equipamentos, áreas de serviços burocráticos, e de apoio para funcionários e demais serviços.

Deverão ser implantados coletores seletivos para resíduos recicláveis na cor azul devidamente identificado e para não recicláveis na cor cinza.

Especificações:

- a) Tipo:** Conjunto Coleta Seletiva sem Pedestal;
- b) Modelo:** Tampa basculante;
- c) Cores:** 02 (dois) cores - azul (recicláveis) e Cinza (resíduos não recicláveis);
- d) Material:** Polipropileno;
- e) Capacidade:** 25 Litros.

- Hall e áreas de circulação: áreas destinadas à circulação de pessoas, como exemplo a recepção e demais corredores de acesso as dependências do estádio e salas.

Deverão ser implantados coletores seletivos para resíduos recicláveis na cor azul devidamente identificado e para não recicláveis na cor cinza.

Especificações:

- a) Tipo:** Conjunto Coleta Seletiva sem Pedestal;
- b) Modelo:** Tampa basculante;
- c) Cores:** 02 (dois) cores - azul (recicláveis) e Cinza (resíduos não recicláveis);
- d) Material:** Polipropileno;
- e) Capacidade:** 25 Litros.

- Auditório: área destinada a eventos fechados.

Por não ser permitida a entrada de alimentos e outros materiais no auditório, será disposto um conjunto seletivo para todos os tipos de resíduos, meramente auxiliar e educativo.

Especificações:

- a) Tipo:** Conjunto Coleta Seletiva sem Pedestal;
- b) Modelo:** Tampa basculante;

c) Cores: 06 (seis) cores - azul (papéis), verde (vidros), vermelho (plásticos), amarelo (metais), Laranja (resíduos orgânicos) e Cinza (resíduos não recicláveis);

d) Material: Polipropileno;

e) Capacidade: 15 Litros.

f) Quantidade a ser adquirida: 01 conjunto

- Áreas de Alimentação, Refeitórios e afins:

Neste ambiente deverá ser posto um conjunto de coletores para todos os tipos de resíduos e alguns conjuntos de coletores para resíduos recicláveis e não recicláveis.

Na área de comercialização dos alimentos deverão coletores para todos os tipos de resíduos, já na parte interna na cozinha, por exemplo, deverão estar dispostos os coletores para resíduos orgânicos, recicláveis e resíduos não recicláveis.

Especificações:

a) Tipo 1: Conjunto Coleta Seletiva sem Pedestal;

b) Modelo: Tampa basculante;

c) Cores: 06 (seis) cores - azul (papéis), verde (vidros), vermelho (plásticos), amarelo (metais), Laranja (resíduos orgânicos) e Cinza (resíduos não recicláveis);

d) Material: Polipropileno;

e) Capacidade: 50 Litros.

f) Quantidade a ser adquirida: 01 conjunto

Especificações:

- a) Tipo 2:** Conjunto Coleta Seletiva sem Pedestal;
- b) Modelo:** Tampa basculante;
- c) Cores:** 03 (três) cores - azul (recicláveis), Marrom (orgânicos) e Cinza (resíduos não recicláveis);
- d) Material:** Polipropileno;
- e) Capacidade:** 60 Litros.

- Vestiários e acomodações afins:

Neste ambiente deverá ser posto coletor para resíduos não recicláveis, independente de existirem banheiros.

- Escadas de Acesso:

Em todos os pavimentos e no final de cada saída da escada deverá conter coletores seletivos para resíduos recicláveis na cor azul devidamente identificado e para não recicláveis na cor cinza.

Especificações:

- a) Tipo:** Conjunto Coleta Seletiva sem Pedestal;
- b) Modelo:** Tampa basculante;
- c) Cores:** 02 (dois) cores - azul (recicláveis) e Cinza (resíduos não recicláveis);
- d) Material:** Polipropileno;
- e) Capacidade:** 25 Litros.

- Sanitários:

Em todos os banheiros devem ser instalados coletores com pedestal, identificados e tampados com sacos plásticos.

Especificações:

- a) Tipo:** Cesto para banheiro com pedal;
- b) Cor:** 01 (uma) cor - Cinza (resíduos não recicláveis);
- c) Material:** Polipropileno ou metálico;
- d) Capacidade:** 15 Litros.

b. Acondicionamento

Os resíduos após o recolhimento interno deverão ser estocados na câmara de acondicionamento de resíduos para coleta externa, em containeres ou contenedores identificados e que comportem o acúmulo de resíduos por no mínimo de dois dias de produção.

Para a realização do recolhimento do material seletivo na área interna da Arena das Dunas serão adquiridos carrinhos coletores tipo contenedores com rodinhas e fechados (Figura 125) e o transporte dos resíduos até o acondicionamento temporário para a coleta externa.

Especificações:

- a) Tipo 1:** Conjunto de Contentores para armazenamento temporário de resíduos sólidos;
- b) Cores:** 02 (duas) cores - azul (recicláveis) e Cinza (não recicláveis);

c) **Material:** Polietileno de alta densidade;

d) **Capacidade:** 1,1 m³.

Especificações:

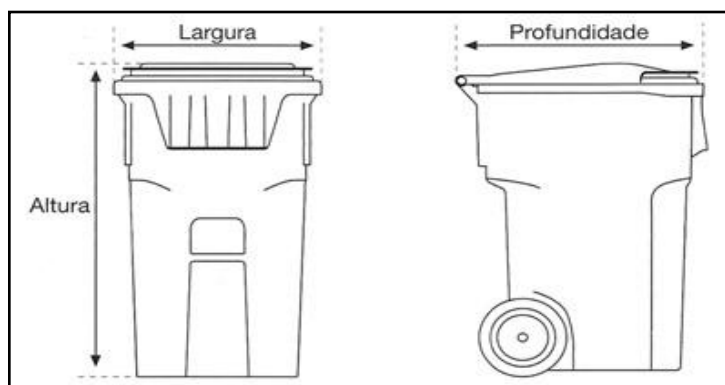
a) **Tipo 2:** Contentores de rodinhas para coleta de resíduos;

b) **Cores:** 02 (duas) cores - azul (recicláveis) e Cinza (não recicláveis);

c) **Capacidade:** 240 litros

d) **Material:** Polietileno de alta densidade

Figura 125. . Modelo do Contentor Coletor



* Imagem ilustrativa

7.1.3.4. A Coleta de resíduos de capina

Os resíduos de capina são aqueles resultantes do trabalho diário de manutenção da grama e plantas componentes do paisagismo do empreendimento. O manejo desses materiais deve ser feito separadamente dos resíduos comuns.

Quando concluído o corte e a podagem dos vegetais esses devem ser reduzidos pelo simples corte em pedaços de pequena dimensão. Após o acondicionamento em sacos de até 100 litros esses resíduos podem ser encaminhados para o local de armazenamento do lixo comum, para posterior destino final no aterro sanitário.

É recomendável, sempre que possível, que esse tipo de resíduo seja destinado para uma unidade de compostagem. No entanto, no município do Natal não existe um programa voltado para essa finalidade.

7.1.3.5. A varrição

A varrição tem por objetivo organizar as áreas de execução do serviço, dividindo o empreendimento em setores, de modo a racionalizar recursos materiais e humanos na consecução dos mesmos, contribuindo para manter sempre limpo as vias, acessos e setores do empreendimento, propiciando o bem-estar das pessoas.

A escolha dos setores a serem varridos é feita em função de variáveis como fluxo de visitantes, atividades dominantes (jogo de futebol, shows, eventos religiosos, etc.), que determinam a dimensão do serviço.

Nas áreas de espaço mais reduzido como as tribunas a varrição será executada manualmente. O serviço será executado por equipes de dois auxiliares que se alternam na tarefa e no carregamento e condução do contentor, podendo em casos especiais ser utilizados outros equipamentos (carro de mão ou lutocar) na varrição e remoção do lixo.

A atividade consiste no arraste dos resíduos sob a ação do primeiro auxiliar que atuará como varredor, formando pequenos montículos. O segundo membro da equipe que conduz o contentor vem em seguida recolhendo os montículos com a pá e em seguida ensacando os resíduos.

Nas áreas de espaços de maior dimensão como estacionamento, halls e rampas a varrição mais indicada é com a utilização de varredeira mecanizada, autoportantes, com sistema misto de escovas e sucção (figura 126). Preferencialmente esse tipo de equipamento deve ser movido a energia elétrica, evitando a utilização de combustíveis que provoquem a emissão de gases, bem como uma maior geração de ruído.

Figura 126. Varredeira de piso



* Imagem ilustrativa

7.1.4. Recomendações

Conforme MARQUES NETO (2005), a maioria dos municípios brasileiros está longe de resolver os problemas relacionados aos resíduos de construção e demolição. Descartes indevidos em áreas impróprias provocam impactos ambientais, sociais e inúmeros problemas de limpeza urbana.

O empreendimento Arena das Dunas na sua fase de construção irá proporcionar uma considerável geração de resíduos, notadamente, pela necessidade de demolição do estádio de futebol e do ginásio de esportes. A redução dos impactos ambientais provocados por esses materiais terá uma dimensão diretamente proporcional a capacidade de aplicação do Plano de Gerenciamento de Resíduos na fase de construção, objetivando uma busca exemplar de redução, reaproveitamento e reciclagem dos mesmos.

Para tanto é fundamental que algumas medidas sejam bem estruturadas e que contemplem:

- a) A conscientização ambiental de todos os agentes envolvidos no projeto;
- b) Elaboração de material didático que possa alertar para a necessidade de redução, reaproveitamento e reciclagem dos resíduos na área do empreendimento;
- c) Licenciamento ambiental da área de destino final de Resíduos de Construção e Demolição;
- d) Controle qualitativo e quantitativo de todos os resíduos produzidos e o encaminhamento dado para cada um deles se para redução, reaproveitamento, reciclagem ou destino final;
- e) Controle do transporte de resíduos para se registrar a classificação e a quantidade de resíduos a sair do canteiro de obras, possibilitando o mapeamento do transportador e o destino final dos mesmos;
- f) Parceria com associação ou cooperativa de catadores de materiais recicláveis, possibilitando a geração de postos de trabalho e geração de renda;
- g) Estudo detalhado de tráfego para os veículos transportadores de resíduo entre a área do empreendimento e o aterro de RCD;
- h) A realização de um inventário detalhado de todos os materiais que podem ser reaproveitados (cadeiras, lâmpadas, luminárias, esquadrias, etc.);
- i) Utilização de técnicas construtivas que potencialize a reutilização dos resíduos de concreto como agregado para argamassas, em pavimentação, na confecção de blocos e artefatos pré-moldados;
- j) Utilização de técnicas de demolição, construção e transporte de resíduos que minimizem a geração de poeira (utilização de aspersores de água, lona, tela, etc.).

A implantação do empreendimento das dimensões do Arena das Dunas deverá estar inserido no conceito de obra sustentável. Certamente o conjunto de obras necessárias a sua implantação estará interagindo nas atividades do macrocomplexo da construção civil da Região Metropolitana de Natal e do seu entorno, indo desde a

produção de matérias primas, da produção de materiais de construção, montagem e operação do canteiro, demolições e a sua operação. Todos esses fatores, aliados ao simbolismo que a obra trará para a cidade, potencializa a necessidade de inserção de procedimentos que garantam a mitigação dos efeitos sobre o dia a dia da população e a sua sustentabilidade ambiental.

7.2. Programa de proteção dos recursos paisagísticos

Este programa foi concebido como forma de manter a área em um ambiente agradável e compatível com os aspectos sócio-culturais da população, buscando integrar o monumental aspecto do empreendimento às características sócio-ambientais do local.

7.2.1. Objetivos

- Preservar os aspectos cênico-paisagísticos da área de influência do empreendimento;
- Promover o uso sustentável da área do empreendimento, protegendo sua qualidade visual;
- Prover a recuperação da flora, tornando a área visualmente atraente e favorecendo a manutenção microclimática agradável ao ambiente, além de enriquecer o ambiente com espécies florestais autóctones;
- Criar pontos de dessedentação de espécies, particularmente, da avifauna local.

7.2.2. Justificativa

A paisagem da área do empreendimento possui atributos culturalmente sedimentados no imaginário popular da cidade. Sua localização em um vale

interdunar bem como a crescente e intensa urbanização a transforma em um cartão postal da cidade.

Por esses atributos geoambientais, se faz importante garantir a manutenção desse importante cartão postal, preservando a dinâmica natural dos sistemas que interagem sobre a unidade paisagística, evitando-se assim, que futuras intervenções antrópicas venham a comprometer a qualidade visual e ambiental desta fração da cidade do Natal.

7.2.3. Atividades previstas

- Edificar rigorosamente em acordo ao projeto arquitetônico licenciado nas áreas passíveis de edificação, a fim de se evitar a descaracterização dos atributos visuais e o conseqüente comprometimento da paisagem;
- Promover ação cooperativa entre a Prefeitura e os atores usuários, comerciantes e moradores, para a não deposição de materiais estranhos ao meio ambiente, desde o lixo doméstico às placas e sinalizações destoantes com a qualidade visual da paisagem;
- Discutir com os moradores e comerciantes planos e projetos paisagísticos, realizando parcerias com órgãos ambientais e de desenvolvimento urbano, bem como com universidades, para a elaboração de projetos paisagísticos que omitam as edificações em áreas de passagem e ressaltem os atributos da paisagem local;
- Desenvolver e promover campanha permanente de Educação Ambiental junto à comunidade residente nas proximidades do empreendimento, a fim de que se possa evitar a proliferação de resíduos sólidos, comprometendo a qualidade ambiental e paisagística do entorno;
- Promover a recomposição florística na área do empreendimento.

7.2.4. Duração do programa

- Esta deve ser uma atividade permanente, pois implica diretamente na qualidade ambiental e paisagística da área de influência do empreendimento;
- A frequência de monitoramento deverá ser semestral, mediante a avaliação de metas atingidas e fiscalização ambiental da Área de Influência Direta.

7.2.5. Responsáveis

Os responsáveis diretos e indiretos são:

- Prefeitura Municipal de Natal;
- Empresa construtora da obra.

7.3. Plano de salvamento e manejo do meio biótico

7.3.1. Objetivo

O Plano de salvamento e manejo do meio biótico tem por objetivo minimizar as adversidades geradas pela implantação do empreendimento sobre a fauna e flora silvestres, buscando salvar as espécies que forem consideradas em risco ou ameaçadas de extinção, ou mesmo àquelas que forem submetidas à situação de risco.

7.3.2. Justificativa

A fauna e a flora local serão afetadas pela ação de implantação do empreendimento nas fases de implantação e operação, especialmente pelo ruído, vibração e

movimentações de máquinas e pessoas pelo local. Outros fatores de influência referem-se aos anteparos físicos das futuras edificações, além e principalmente às vias de circulação de veículos interpostas em suas rotas, sendo que nesse último caso, a avifauna voadora não será atingida em seu estágio adulto, uma vez que poderá transpor com facilidade o obstáculo.

Conforme planejamento, o manejo se dará durante as operações de implantação, mas também deverá atuar durante as obras dos acessos, e linhas de dutos de água e esgoto. Ainda deverá ser utilizado durante a possível supressão de vegetação, para as edificações que serão construídas depois das obras de infra-estrutura.

Na fase de operação também é importante o estudo do comportamento da fauna local, visto que a utilização do espaço se dará em eventos periódicos, resultando na atração de espécimes nos intervalos entre um evento e outro, o que promove uma intensificação dos impactos quando da realização dos eventos. Dessa forma, deverá ser estudado o comportamento das espécies locais para construção de estratégia de intervenção para salvaguardas da vida das espécies faunísticas locais.

7.3.3. Metodologia

Para elaboração do diagnóstico ambiental apresentado no RAS da área de estudo, foi realizado o levantamento das espécies da fauna e da flora local. A metodologia empregada para o levantamento das espécies animais contemplou observações diretas e visitas para reconhecimento da área e coleta de dados da fauna terrestre utilizando-se de entrevistas não estruturadas com funcionários do local, além das observações em campo realizadas pela equipe técnica do RAS na área de estudo.

Para registro fotográfico dos indivíduos foi utilizada uma câmera fotográfica digital Nikon D60 com lente Tamron 500 mm ou Nikon 18-55 mm e uma Sony Cyber-shot DSC-W110.

Mesmo assim, com o objetivo de oferecer maior segurança às operações de manejo da fauna recomenda-se que esta operação seja precedida de novos levantamentos de detalhe, visando definir parâmetros importantes para o desenvolvimento da ação, quais sejam:

- Aferição da lista dos animais já relacionadas no diagnóstico ambiental, e se for o caso, identificação de outras espécies;
- Zoneamento da fauna terrestre, através da demarcação (aproximada) das áreas de refúgio e de rota de trânsito de animais;
- Identificação dos tipos mais ariscos e perigosos ao contato humano;
- Identificação de habitats de difícil acesso, como cavidades, tocas, fendas e etc.;
- Determinação dos locais de pouso e reprodução de aves;
- Determinação de refúgios e caminhos preferenciais dos animais.

Devido à grande mobilidade da fauna, tanto o seu levantamento em termos quantitativos, como a sua densidade relativa são tarefas bastante difíceis, devem ser definidas as espécies de maior importância ecológica no que tange aos seus hábitos, fontes de nutrição, migração e interações com o meio. Sempre que possível devem ser correlacionadas: a distribuição da fauna e da flora e a biocenose pertinente, e atendidos os tópicos seguintes:

- O levantamento da fauna deverá enfatizar a ocorrência de aves e o período de pouso destas espécies, além do tipo de ambiente preferido para o pouso;
- O manejo deve considerar ainda, as características ambientais das áreas que abrigarão a fauna migrante, sendo que estas áreas deverão apresentar condições para o refúgio, alimentação e locais de dessedentação;
- A operação de manejo deverá ser acompanhada por equipe técnica especializada, podendo ser incorporados a esta equipe trabalhadores da região com habilidade no trato com animais.

Tendo-se como pressuposto que a estação chuvosa é a principal época de procriação da maioria das espécies, recomenda-se que a supressão de vegetação seja executada na estação seca, com destaque para a proteção da avifauna, evitando-se a destruição de ninhos e ovos, o que resultaria em prejuízo para a preservação das espécies.

Os vespeiros, colméias de abelhas e demais ninhos de insetos deverão ser transferidos para árvores localizadas nas áreas que não serão afetadas pelo desmatamento, para tanto é importante escolher antecipadamente as árvores que abrigarão estes ninhos, e que as mesmas sejam catalogadas, observando a distância de residências e a segurança de pedestres e visitantes.

Durante a fase de implantação deve ser evitado construir todas as vias secundárias ao mesmo tempo, o que seria uma forma de aprisionamento da fauna entre dois trechos. Caso o cronograma de obra seja fator impeditivo, visto tratar-se de área com intensa antropização, implantar uma equipe de profissionais capacitados para o salvamento de espécies e instalar bloqueios temporários para evitar o fluxo da fauna para áreas de risco.

O ideal é que a supressão da já reduzida cobertura vegetal deverá ser concluído em cada via secundária antes de passar à seguinte. Ainda assim não se pode prever que elementos da fauna voltem a ocupar esses lugares. Portanto para um manejo mais adequado da fauna deverá haver uma equipe treinada para captura de animais durante todo o período de construção.

A equipe deve utilizar meios adequados e remover os animais ilhados para um local seguro, nas faixas de preservação permanente dos corpos hídricos ou nas áreas destinadas a este fim.

A introdução das vias interfere na mobilidade de alguns animais, já que terão trechos de exposição superficial, porém dada à dimensão das mesmas se faz necessário construir passagens de fauna. São áreas preferenciais para circulação da fauna os leitos de drenagens e as faixas com densa cobertura vegetal, onde a circulação se dá com menores riscos de capturas de uma espécie por outra. Porém, a especificação das distâncias e a locação de cada passagem deverão ser realizadas em campo, através de levantamento técnico onde serão identificados os atuais corredores da fauna, sendo recomendada para essa ação, a participação de

moradores locais experientes na lida com a fauna. Nessas passagens devem ser colocadas placas de sinalização, para advertir os futuros usuários, através placas educativas, incentivando a proteção ecológica, sendo indicada ainda à proibição de caça ou captura de espécimes.

Para todos os procedimentos de capturas de animais, são listados em seguida os principais equipamentos e estratégias que devem ser utilizados nas ações, além de outros que a equipe técnica julgar necessário:

- Os vários grupos de espécimes animais que habitam as áreas desmatadas deverão ser manejados para as áreas de preservação permanente ou de reserva legal, sendo que se devem escolher, para a soltura, locais com condições ambientais semelhantes às condições das áreas em que foram apreendidos;
- Os animais entocados e que não forem expulsos pela fumaça, deverão ser capturados. As técnicas de captura variarão de acordo com o animal, e é conveniente contar com a experiência de moradores da região. Para facilitar a operação, lançar fumaças para dentro das tocas. Na abertura da toca deve-se colocar uma rede para aprisionamento do animal, que então será colocado em uma caixa apropriada;
- De modo geral, os mamíferos são capturados com uma rede, e alojados numa caixa apropriada;
- As serpentes deverão ser capturadas com uso de laços ou ganchos apropriados e acondicionadas em caixas especiais;
- As aranhas e outros invertebrados deverão ser capturados com pinças e colocados em recipientes de plástico com boca larga e tampa de rosca, sendo que estes recipientes deverão possuir pequenos orifícios para ventilação;
- Pequenos lagartos e anfíbios deverão ser coletados com as mãos e acondicionados em sacos de pano;
- Animais invertebrados de pequeno porte como lagartas, cigarras, borboletas, etc. deverão ser acondicionados em bolsa de palha. O fundo das bolsas de palhas deverá ser forrado com folhas verdes;

- As caixas utilizadas para acondicionamento e transporte dos animais deverão oferecer segurança contra fugas e traumatismo, condições adequadas de higiene, ventilação adequada e facilidade de transporte;
- Ao se colocar mais de um animal na mesma caixa, deverão ser evitados incompatibilidade intra ou inter-específicas (como por exemplo, predador x presa) e super-lotação que aceleram o processo de “stress” dos animais;
- Os exemplares debilitados ou apresentando traumatismo deverão ser acondicionados separadamente e receberem tratamento específico;
- Caixas contendo animais não deverão ser deixadas sob o sol ou chuva, e, uma vez desocupadas, deverão ser lavadas e desinfetadas antes de reutilizadas;
- O tempo de permanência dos animais nas caixas deverá ser o menor possível;
- Os animais capturados deverão ser transportados cuidadosamente para as áreas que irão abrigá-los (reserva legal, área de preservação permanente);
- A soltura dos animais deverá ser feita de modo cuidadoso, e obedecendo as particularidades do animal, sendo que os animais de hábito noturno deverão ser soltos apenas à noite;
- Os filhotes órfãos deverão ser manejados para uma unidade de atendimento para receberem os cuidados adequados até que adquiram independência. É recomendável que o responsável pela operação mantenha contato com moradores das localidades mais próximas ou funcionários que trabalhem na área do empreendimento para que estes adotem os filhotes órfãos capturados, caso seja possível, até que estes adquiram capacidade de se auto-sustentarem;
- Animais cuja sobrevivência esteja irremediavelmente comprometida, exemplares seriamente debilitados ou com graves traumatismos, e os que acidentalmente morrerem durante os trabalhos de supressão vegetal ou resgate, deverão ser enviados vivos, ou mortos (nestes casos devidamente conservados), para o departamento de Biologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte ou Universidade Potiguar, onde deverão ser incorporados a coleções científicas ficando como registro da fauna da região;

- As serpentes peçonhentas capturadas deverão ser enviadas vivas, para o departamento competente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte ou Universidade Potiguar; O transporte dos animais deverá ser feito sempre no período do dia e nos horários em que a temperatura é mais amena, pois, de um modo geral, eles são muito sensíveis ao calor.

A adoção das medidas propostas no Plano de Proteção e Manejo da Fauna ficará a cargo da empresa que realizará a ação, sendo a responsabilidade da instituição interessada.

7.4. Programa de monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas

7.4.1. Justificativa

No Brasil, existe predominantemente o monitoramento sistemático de grandes e médias bacias hidrográficas, sendo praticamente inexistentes na rede oficial, estações com área de drenagem inferior a 100 km². Isto se deve, principalmente, às dimensões continentais do país, ao elevado custo do monitoramento e ao fato da hidrologia brasileira estar predominantemente ligada ao interesse do setor de energia hidroelétrica.

Uma vez que o desenvolvimento da hidrologia no Brasil está mais voltado ao dimensionamento de obras hidráulicas de grande porte, os estudos acabam limitando-se ao desenvolvimento de métodos e modelos para tratamento de séries de chuva-vazão. Assim, buscam-se preferencialmente soluções estocásticas que, com um mínimo de dados medidos, obtenha-se o máximo de confiabilidade nos resultados. Estas soluções, via de regra, não passam pela compreensão exaustiva da complexidade do funcionamento do sistema *bacia hidrográfica*, resultando que o monitoramento detalhado das variáveis ambientais e das relações dos sistemas ambientais não seja abordado. (SANTOS, 2006).

Do ponto de vista hídrico-ambiental, as águas subterrâneas da Região da Grande Natal, armazenadas no sistema aquífero Dunas/Barreiras, constituem o recurso mais viável e seguro ao atendimento às populações. O potencial hidrogeológico deste manancial é elevado e considerado suficiente para atender as demandas hídricas atuais e futuras, além das águas serem de excelente qualidade. Neste sistema estão embutidos os campos de dunas do Parque das Dunas e Pirangi/Potengi.

As dunas e os sedimentos Barreiras constituem um sistema hidráulico único, complexo e indiferenciado, denominado de Sistema Aquífero Dunas-Barreiras. Neste caso, as dunas exercem a relevante função de transferência das águas de infiltração (chuvas) em direção aos estratos arenosos inferiores do Aquífero Barreiras.

A elevada potencialidade do sistema aquífero Dunas-Barreiras resulta da integração de fatores climáticos (elevadas precipitações pluviométricas médias – 1500 a 2500 mm/ano), geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos (predomínio de rochas e sedimentos de natureza arenosa, pouco consolidados, porosos e permeáveis; feições de Tabuleiros Costeiros e cobertura de dunas fixas que favorecem a infiltração de águas de chuva e recarga dos aquíferos), e hidrológicos (águas superficiais interagindo com as águas subterrâneas). O conjunto desses fatores favorece a recarga natural dos aquíferos, mediante recepção e infiltração de águas de chuva, armazenamento e renovação das reservas subterrâneas, resultando num elevado potencial de águas subterrâneas de excelente qualidade físico-química natural.

A preservação destas unidades geomorfológicas implicam na proteção, conservação e uso sustentável do sistema hídrico subterrâneo da região, tendo em vista que os impactos nos sistemas dunares (destruição das dunas e/ou remoção da cobertura vegetal) poderão comprometer as áreas de lagoas e/ou de recarga naturais, e com isso afetar o equilíbrio dinâmico e interações hidráulicas estabelecidas entre os campos de dunas fixas e o Aquífero Barreiras subjacente, ou, conforme já apresentado, no sistema aquífero Dunas-Barreiras.

A área do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, sob o ponto de vista hidrogeológico, é influente sobre o Aquífero Dunas-Barreiras, principal fonte de água da cidade e passivo de grande contaminação urbana por nitrato.

As águas subterrâneas do aquífero Barreiras apresentam-se como o recurso mais favorável ao atendimento das demandas d'água da Região da Grande Natal, já que as estimativas das reservas exploráveis indicam uma ordem de grandeza de $300 \times 10^6 \text{ m}^3$ /ano, e as necessidades hídricas do sistema público de abastecimento serão no ano 2020 de cerca de $208 \times 10^6 \text{ m}^3$ /ano (Melo e Queiroz, 1996). O problema que se vislumbra é então de ordem qualitativa, pois, uma vez poluído o aquífero, seu potencial ficará evidentemente comprometido.

Do ponto de vista quantitativo o manejo do nível do freático no local é fundamental para manter-se o equilíbrio entre o volume explorado e nível dinâmico do lençol, visando o seu não afloramento em locais inadequados, provocando pontos de alagamento, devendo para tanto desenvolver-se um plano operativo de manejo de águas pluviais e drenagem urbana. Vale considerar que em um plano de desenvolvimento operativo dos sistemas de drenagem, recomenda-se fortemente, a elaboração de uma rede de informações associadas aos sistemas de macro-drenagem, embasados em modelagem matemática, monitoramento e banco de dados. É uma atividade intrínseca ao órgão governamental responsável pela drenagem urbana, que em qualquer instante, teria a informação completa de todo o sistema. Essa rede de informação deve fazer parte de uma atividade de longo prazo, com pessoal qualificado e permanente.

Segundo os estudos constantes neste RAS, as vazões de pico, resultantes de precipitações pluviométricas e do acúmulo na bacia, são significativas, demonstrando a importância das lagoas de acumulação existentes no Centro Administrativo e na área do empreendimento.

Esses referidos estudos demonstraram que na área de influência direta do empreendimento, o aquífero se comporta como livre, compondo um sistema único, complexo e indiferenciado, formado pelas Dunas e as rochas do grupo Barreiras, neste caso seria previsível que em épocas de maior pluviosidade ocorreria uma elevação do lençol freático, aflorando na área sob a forma de pequenas lagoas. Porém, esse cenário não ocorre devido ao bombeamento contínuo (24 horas) dos poços da captação de Lagoa Nova I, os quais por serem relativamente próximos entre si provocam uma superposição dos cones de rebaixamento associado a cada poço bombeado, provocando conjuntamente um rebaixamento do lençol freático na área.

Apesar desta intensa exploração, no ano de 1986, onde há registros da ocorrência de índices pluviométricos de grande anomalia, foi registrada uma elevação do nível do lençol freático na área do Centro Administrativo devido à infiltração das águas das chuvas em subsuperfície, saturando o meio insaturado e provocando a formação de uma lagoa, cujas águas invadiram grande parte dos prédios que compõem o Centro Administrativo. Além disso, este evento provocou danos nos vestiários do estádio Machadão, causando diversos prejuízos tanto de natureza econômica como material ao Governo do Estado. Este fato foi agravado, uma vez que a elevação do lençol freático forçou a paralisação de alguns poços da Captação de Lagoa Nova I, facilitando ainda mais a elevação do nível d'água do lençol freático.

Pelo exposto, pode-se afirmar que a área do Centro Administrativo e adjacências pode ser susceptível a formação de lagoas, como reflexo da elevação do nível d'água do lençol freático em períodos de chuvas intensas. Fica evidente que a atual captação de Lagoa Nova I desempenha um papel importante no controle deste evento de formação de lagoas, atuando de forma decisiva na manutenção do rebaixamento do lençol freático em níveis seguros.

Quanto às avaliações de cheia, numa atividade de longo prazo, seriam elaborados continuamente a modelagem matemática da transformação chuva-vazão nas bacias de drenagem, num processo contínuo e evolutivo de se aprimorarem as informações básicas do modelo, a calibração e a validação e, principalmente, deste modelo oferecer rapidamente, respostas para questões de relevância associadas a cheias, urbanização, riscos, medidas compensatórias etc.

Assim, para o monitoramento do nível do lençol freático e os riscos associados de afloramento em locais indesejáveis, são recomendados o seguinte:

- a) Instalação de instrumentos eficazes de planejamento e controle ambiental, implantando sistemas de monitoramento da qualidade das águas superficiais e dos aquíferos subterrâneos, associado a protocolos de medidas corretivas e ações preventivas com vistas a se evitar a contaminação das águas presentes;
- b) Manutenção das estações de bombeamento de água para abastecimento da cidade;

- c) Redimensionamento das lagoas com vistas a ampliação de sua capacidade de retenção, proporcional a área impermeabilizada na AID.
- d) É importante que a qualidade da água subterrânea seja monitorada com frequência de seis meses.

7.4.2. Objetivos

- Manter a qualidade da água em níveis de potabilidade seguros para o consumo humano;
- Observar os níveis hidrostáticos e hidrodinâmicos dos aquíferos para monitoramento do nível do freático, com vistas a não permitir o afloramento do aquífero.

7.4.3. Atividades previstas

Realizar monitoramento do nível de água do aquífero Dunas-Barreiras, através de poços com piezômetros e testes de produção mediante bombeamento.

Em função das características geológicas, hidrológicas e hidroquímicas da área de estudo, além da clara importância da mesma em contexto local bem como em contexto regional, recomenda-se que o monitoramento considere, então, os parâmetros hidráulicos do meio insaturado, os quais são utilizados no âmbito da geologia e da engenharia visando à determinação do coeficiente de permeabilidade de terrenos naturais onde serão instaladas obras civis. Tais ensaios consistem na aplicação de um diferencial de pressão positivo (carga) ou negativo (descarga) na unidade hidroestratigráfica em apreço, sendo classificados conforme sua maneira de realização: ensaios ao nível constante e ao nível variável.

Os ensaios ao nível constante são realizados através da manutenção do nível d'água em um determinado furo de sondagem, poço ou trincheira, numa posição constante durante a duração do ensaio. Este nível poderá ser alcançado da seguinte forma:

I – Através da introdução de água (ensaios de infiltração): é aplicada uma carga constante de água, medindo-se a vazão necessária para a manutenção constante do nível;

II – Através da retirada de água (ensaios de bombeamento): é efetuado um bombeamento do aquífero com medição da vazão bombeada para a manutenção constante do nível d'água;

Os ensaios ao nível variado consistem na alteração do nível d'água para uma posição em que se pode considerar como inicial do ensaio. Estimando-se que há uma tendência natural para o nível d'água retornar à posição original, efetua-se o monitoramento da variação desse nível d'água com o tempo. O nível inicial poderá ser estabelecido das seguintes formas.

III – Através de ensaio de rebaixamento, com a introdução de água na sondagem, poço ou trincheira e posterior monitoramento do rebaixamento do nível d'água a partir do nível inicial;

IV – Através de ensaio de recuperação, com a retirada de água da sondagem, poço ou trincheira e subsequente medição da recuperação do nível d'água inicial.

Com base nas características do terreno a ser testado é escolhida uma das metodologias supracitadas para a determinação do coeficiente de permeabilidade das unidades hidroestratigráficas de interesse.

A frequência de monitoramento a ser empreendida é semestral, devendo ser realizada durante ao final da época de maior precipitação pluviométrica e de estiagem (período seco).

O monitoramento da saturação do solo em água torna-se fundamental em ambientes cujas características pedológicas do solo, são expressas em solos porosos, com baixa capacidade de retenção de umidade e, consequentemente, alta permeabilidade superficial. Nos primeiros quarenta centímetros de profundidade, concentram-se o maior percentual das raízes das plantas, especialmente aquelas fixadoras de sedimentos inconsolidados (ex: dunas e as restingas). Por outro lado, a zona de saturação do solo tem que ser considerada nos projetos de engenharia,

assim como nas avaliações de conforto ambiental visto o efeito que provoca na umidificação do ambiente.

A capacidade do solo em atingir sua saturação, também indica a relação de sua capacidade de drenar os volumes precipitados, consequentemente, de resistir com maior ou menor eficácia às enchentes e às inundações.

A única fonte de informação confiável que pode ser disponibilizada na área trata-se de uma bateria de poços da CAERN, dispersos dentro da área do Centro Administrativo do Estado do RN, denominada de Captação Lagoa Nova I, cuja água é aduzida aos Reservatórios R-4 e R-5 situados respectivamente nos bairros do Alecrim e Lagoa Nova.

Estes poços foram perfurados no ano de 1977, no âmbito de um contrato de consultoria com a empresa PLANAT, sendo que alguns deles foram substituídos (P-2, P-5, P-8 e P-10) pela CAERN em 1984, utilizando-se de novas tecnologias da perfuração, visando aumentar a capacidade de produção. Entretanto, os dados dos testes de produção dos poços só foram avaliados e interpretados no ano de 1989 e constam de Relatório Técnico interno da CAERN, elaborado em maio do mesmo ano.

De acordo com o mencionado relatório, os dados coletados durante os testes de bombeamento, foram interpretados pelo método da transmissividade equivalente, com o emprego da equação de *De Glee*, com correção das perdas não lineares. A escolha deste método foi fundamentada, ainda segundo relatório da CAERN, na análise dos perfis litológicos e construtivos dos poços, além do fato dos rebaixamentos em todos os ensaios estabilizarem ou mostrarem uma forte tendência a estabilização ao final dos testes. Em função dos resultados coletados obteve-se uma *transmissividade (T)* média da ordem de **$8,94 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$** e *condutividade hidráulica (K)* média de **$1,712 \times 10^{-4} \text{ m/s}$** .

Posteriormente, Melo (1995) em trabalho realizado para a CAERN, no âmbito da zona sul de Natal, reavaliou os parâmetros hidrodinâmicos das principais captações que abasteciam a Zona Sul de Natal. Para tanto, o referido autor realizou testes de aquífero com dispositivo de poço de observação, encontrando os seguintes parâmetros hidráulicos para o Sistema Aquífero Dunas-Barreiras na região da Captação Lagoa Nova I: **$T = 1,33 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$** e **$K = 2,96 \times 10^{-4} \text{ m/s}$** . Como pode ser

observado, os valores de transmissividade diferem em ordem de grandeza dos obtidos pela CAERN em 1989. Entretanto, os resultados de Melo (1995) foram baseados em avaliações mais criteriosas, inclusive com o auxílio de teste de aquífero, o que confere aos valores obtidos uma confiabilidade muito maior.

Assim sendo, considera-se os valores de *transmissividade (T)* e *condutividade hidráulica (K)* assumidos no trabalho de Melo (1995) como mais confiáveis para o Sistema Aquífero Dunas-Barreiras na área da captação de Lagoa Nova I. Esta área é circunvizinha à localização do empreendimento objeto do presente estudo, de forma que os parâmetros hidráulicos obtidos por Melo (1995) também podem ser considerados como representativos para área do estádio da Arena das Dunas e seu respectivo estacionamento. Desde já, percebe-se a necessidade de reavaliação desses parâmetros hidráulicos para a efetividade deste Programa de Monitoramento, considerando a execução de testes de aquífero com dispositivo de poço de observação no interior da área do empreendimento.

7.4.4. Duração do Programa

- Duração permanente;
- A frequência de monitoramento deve ser trimestral em períodos chuvosos especialmente se este for intenso e, semestral em períodos de estiagem.

7.4.5. Responsáveis

- Prefeitura Municipal de Natal e;
- Secretaria de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte.

7.5. Programa de educação ambiental

7.5.1. Justificativa

Atrelada à educação formal e não-formal, a estratégia de implantação da educação ambiental foi proposta durante a ECO RIO 92, a criação da Agenda 21, onde cada Estado-Nação deveria construir um plano de ações e metas ambientais a serem cumpridas em um prazo de dez anos. Dessa forma, se buscava evitar a ampliação da crise ambiental que o mundo globalizado já vivia àquela época.

Através da criação da Lei 9.795 de 27 de abril de 1999, o Brasil institui sua Política Nacional de Educação Ambiental. Esta lei entende por educação ambiental:

Os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (Senado Federal. Lei 9.795, de 27 de abril de 1999. Art. 1º).

A partir deste momento, a educação ambiental passa a ser vista como um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal.

A seguir são apresentados aspectos do Programas de Educação Ambiental.

7.5.2. Objetivo

- Informar e sensibilizar a população local sobre a importância de se preservar e conservar a natureza, possibilitando que o indivíduo possa identificar-se como um membro constituinte do meio;

- Informar e conscientizar a população e os visitantes e turistas, acerca da importância de um turismo sustentável, o qual deve estar voltado à proteção ambiental e a integração aos seus ecossistemas associados, atributos, objetivos e diretrizes;
- Criar e incrementar atitudes de respeito e proteção aos recursos naturais e culturais da área;
- Integrar a problemática ambiental ao contexto educacional da região;
- Organizar e executar serviços para transmitir ao visitante e ao morador, conhecimentos e valores do patrimônio natural e cultural local.

7.5.3. Atividades previstas

- Formar pessoal capacitado voltado para a preservação e conservação dos recursos naturais e culturais da região;
- Estabelecer a integração deste programa com as demais iniciativas do empreendimento, priorizando: a rede de educação ambiental, a formação de professores em educação ambiental, a memória regional e a comunicação (mídia);
- Implantar projetos de educação ambiental articulado à comunidade local;
- Elaborar material publicitário voltado à educação ambiental, a fim de informar a população e os turistas sobre a importância e os cuidados de manutenção da qualidade ambiental da região.

7.5.4. Duração do Programa

Permanente com frequência de monitoramento anual. Devem ser utilizados indicadores qualitativos através de pesquisas dirigidas e indicadores quantitativos. Devem ser observados os indicadores de qualidade ambiental e indicadores de ocorrências visualmente detectáveis.

7.5.5. Responsáveis

- Prefeitura Municipal de Natal;
- Empresa construtora.

7.5.6. Resultados Esperados

- Escolas articuladas em torno a um modelo de comunicação voltado para a realidade local e regional;
- Realização de cursos sobre conservação da natureza e cultura local, voltado à formação de pessoal;
- Seminários e encontros realizados para articulação de trabalhos na área de educação ambiental;
- “Vinhetas” ou programas relativos à temática sócio-cultural-ambiental regional veiculados;
- Periódicos informativos sobre os temas afins e sobre o andamento das atividades distribuídos aos turistas e à população local;
- Formação e capacitação de jovens do local incentivando sua atuação na proteção ao meio ambiente.

8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES SOBRE CENÁRIOS FUTUROS

A área do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO após a construção do estádio será objeto de intensa sobrevalorização imobiliária, visto tratar-se de um grande atrativo de ordem mundial para o turismo, uma vez que próximos de 1 bilhão de telespectadores no mundo inteiro estarão assistindo ao evento Copa do Mundo em 2014.

No entorno do Estádio, aonde atualmente se localiza o Centro Administrativo de Natal, verificam-se oportunidades de estabelecimento de parcerias público-privada – PPPs para viabilização dos recursos necessários à construção do estádio e implantação da infra-estrutura de suporte para o funcionamento do evento.

Entretanto, o objetivo deste Relatório Ambiental Simplificado – RAS, como instrumento de Avaliação de Impacto Ambiental, em cumprimento ao que estabelece o Termo de Referência emitido pelo órgão ambiental do município e em sua característica de Estudo Prévio de Impacto Ambiental, está focado na avaliação do empreendimento ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO.

Por outro lado, o Governo do Estado do Rio Grande do Norte contratou os estudos da empresa PricewaterhouseCoopers, a qual apresentou um estudo de viabilidade econômica, no qual em seu sumário executivo diz o seguinte:

O Projeto Natal 2014 utilizará um modelo em que a Administração Pública, por meio de uma sociedade de economia mista, se associa com empresas privadas para constituição de uma Sociedade de Propósito Específico ("SPE"), com objetivo único de construir o Estádio das Dunas. O valor total do investimento será de R\$ 309 milhões. Considerando as premissas de financiamento do BNDES, estima-se que a relação entre dívida (debt) e capital próprio (equity) seja de 75% e 25%, respectivamente. O modelo econômico-financeiro do Estádio das Dunas foi elaborado a condição de que o BNDES fará a liberação dos recursos no período de construção do Estádio, que é de dois anos. (PricewaterhouseCoopers. **Roteiro de Informações para Análise Preliminar de Viabilidade do Estádio das Dunas**; 2009. p. 04.)

Essa SPE tem como objetivo potencializar o uso e ocupação da área atualmente ocupada pelo Centro Administrativo de Natal, adjacente portanto, ao ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO. Entretanto, os projetos a serem desenvolvidos no local ainda não se configuraram, para uma análise técnica balizada com vistas ao licenciamento ambiental ou urbanístico do local da proposta. Mas, é possível vislumbrar que do ponto de vista da engenharia ambiental, os parâmetros ambientais já conhecidos indicam soluções que, uma vez adotadas, abririam possibilidades de uso e ocupação da área, mas isso só seria possível se obrigatoriamente fossem submetidas ao processo de licenciamento ambiental e urbanísticos, e fossem atendidas as recomendações ora estabelecidas e as demais decorrentes dos estudos sócio-ambientais a serem realizados, especialmente quanto ao nível do freático, aos impactos decorrentes da impermeabilização e riscos de contaminação, à sobrecarga no sistema viário, às características topográficas e aos demais parâmetros físicos, biótico e antrópicos ora estudados.

Dessa forma, tendo em vista que tais cenários futuros podem modificar sobremaneira a característica local, este estudo tece algumas recomendações complementares consideradas pertinentes para, no caso de adotarem-se as alternativas de utilização da área, devam ser consideradas, além de sugerir medidas que levem a melhoria da qualidade ambiental e do equilíbrio sócio-econômico, tanto na AID como na AII do empreendimento.

8.1. Recomendações do Gramado

8.1.1. Características Edafo-climáticas de Natal

Localizada às margens do Oceano Atlântico no paralelo 5°46'S, Natal tem clima Tropical Úmido, com temperatura média Máxima de 29,7°C e Mínima média de 22,7°C. A pluviosidade média anual é de 1.240mm (variação de 1.200 a 2.500mm/ano), com maior acúmulo durante os meses de Fevereiro a Junho – período que coincide com a Realização da Copa do Mundo 2014. O solo base da região é classificado como Neossolo Quartzarênico, com boas características de drenagem.

8.1.2. Características de Gramado Esportivo

Um bom gramado esportivo deve ter as seguintes características:

a. Drenagem elevada: o sistema de drenagem deverá constar de três partes, pois nunca deverá ter acúmulo de água mesmo nas piores condições de chuvas, o que impede a prática do esporte, valendo lembrar que nenhuma espécie de grama para gramados esportivos suporta encharcamentos prolongados:

- **“Top Soil”:** camada de areia com constante hidráulica conhecida, e de pelo menos 30 cm de altura, onde será cultivada a grama, e com características químicas perfeitas ao bom desenvolvimento tanto da parte aérea, quanto radicular.
- **Caimentos laterais:** todo campo de futebol possui caimentos laterais, duas ou quatro águas, para favorecer o escoamento de água em condições extremas de excesso de chuvas.
- **Sistema de Drenagem “Espinha de Peixe”:** sob o “Top Soil”, com profundidade e distância entre drenos de acordo com as condições de subsolo do local, constando canais com canos plásticos perfurados envoltos em camadas de brita, podendo ter caimentos, caso seja possível toda a drenagem por meio gravitacional, ou plano e separado do ambiente, caso haja necessidade de drenar por meio ativo, com bombas de sucção, usado em locais de elevado lençol freático, ou com influencia de marés.

b. Nivelamento Perfeito: o nivelamento da base do campo deverá ser sempre perfeito, mesmo com os caimentos pré determinados na drenagem.

c. Irrigação por aspersão: a irrigação por aspersão tem que ter total sobreposição, para evitar que haja diferença de quantidade de rega em condições de ventos constantes, a deriva. Deverá ser auto-retrátil, ou seja, deverá ficar embutida no gramado, totalmente plano e no nível do mesmo. Preferencial ser automatizado, com sensores de pressão negativa de modo a manter umidade somente necessária para desenvolvimento vegetativo e inibir lixiviação dos nutrientes e proliferação de doenças fúngicas.

8.1.3. Características das Espécies para Gramados Esportivos

A maior quantidade de espécies propícias para gramados esportivos são apropriadas para climas temperados e subtropicais. Existem espécies de hábitos de crescimento para cobertura de solo por perfilhamento, rizomatoso e estolonífero, que é o preferencial. A espécie escolhida deverá ter as seguintes características:

- Densidade do Gramado
- Taxa de Cobertura do Solo.
- Textura da Folha
- Grande Velocidade de Rebrote e de Crescimento.
- Coloração homogênea
- Tolerância a Seca
- Resistência a Doenças e pragas
- Resistência ao pisoteio

8.1.4. Espécies Recomendadas para Gramados Esportivos em Natal, RN

Existem poucas espécies recomendadas para o local, apesar de termos mais de 1.200 espécies de gramas no mundo. Como as pesquisas internacionais se concentram para clima temperado, há poucas escolhas dentro de espécies propícias.

Dentre as alternativas, a seguir enumeram-se vantagens e desvantagens de cada uma:

- ***Paspalum notatum*, Grama Batatais ou Grama Forquilha, ou Bahiagrass:** espécie nativa do centro sul brasileiro, bem rústica, pouco exigente em solo, possui as seguintes características:
 - Crescimento lento

- Folhas grosseiras de até 1 cm de largura, causam alergia.
 - Pouca exigência de pH e nutrientes
 - Presença de micorrizas fixadoras de Nitrogênio.
 - Baixa taxa de cobertura de solo
 - Baixa resistência a seca, mas pouca exigência hídrica.
 - Baixo índice de cobertura de solo
 - Implantação por sementes ou por mudas
 - Elevada resistência a doenças.
 - Manejo de 3 a 6 cm de altura de corte
- ***Cynodon dactylon*, Grama Bermuda ou Bermudagrass:** espécie natural da África, a mais utilizada em gramados esportivos em condições tropicais e subtropicais do mundo, com muita pesquisa e enorme variedade de cultivares, com as seguintes características:
 - Rápido crescimento, tanto radicular quanto aéreo,
 - Folhas finas, delicadas, macias com 01 a 03 mm de largura.
 - Coloração verde escuro, podendo ser brilhante ou fosca, bem homogêneo.
 - pH de solo entre 6,3 e 7,5
 - Elevada exigência de solo e de manejo
 - A mais usada em campos de futebol e de golfe
 - Elevada taxa de cobertura de solo
 - Elevada resistência à seca
 - Elevada resistência a doenças e suscetível a lagartas
 - Elevada resistência ao pisoteio
 - Implantação por mudas (spriggs), sementes ou tapetes (Big Rolls) dependendo do cultivar.
 - Manejo de 1 a 3cm de altura de corte

- ***Paspalum vaginatum*, Grama Sea Shore:** nativa da costa brasileira, do Rio Grande do Sul a Paraíba, levada aos Estados Unidos e melhorada, sendo muitíssimo utilizada no Caribe, Flórida, México e Norte da Austrália, tem as seguintes características:
 - Rápido crescimento radicular e crescimento foliar menor que a Grama Bermuda
 - Resistência à salinidade, inclusive com possibilidade de irrigação com água do mar e de re-uso.
 - Média velocidade de recuperação, pois possui pouco hormônio vegetal de crescimento aéreo.
 - Elevado enraizamento
 - Qualquer pH de solo entre 4 e 9
 - Folhas finas de 2mm de largura
 - Elevada taxa de cobertura do solo
 - Resistente a doenças e pragas
 - Resistente ao pisoteio
 - Usada para contenção de dunas e em campos de golfe.
 - Índice de necessidade de corte menor que a Bermudagrass
 - Resistência à seca moderada
 - Considerada ecológica, por menor uso de fertilizantes e uso de sal marinho como herbicida.
 - Coloração verde escuro azulada
 - Implantação por mudas e por sementes (novidade, cultivar Sea Spray, para ser liberada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).
- ***Zoysia japonica*, Grama Esmeralda:** originária do Japão, muito usada em paisagismo e em alguns estádios de futebol, possui as seguintes características:

- Boa resistência a pisoteio
- Muito suscetível a doenças, principalmente rizoctônias.
- Folhas finas com 3 a 4 mm de largura
- Coloração verde clara brilhante
- Baixo índice de crescimento
- Manejo de 2 a 4cm de altura
- Implantação por mudas e tapetes
- Elevada taxa de cobertura de solo

8.1.5. Características Técnicas para o Plantio

a) Fertilidade:

- pH >6,3 em CaCl
- N e K: como se espera imediata recuperação, é elevada exigência, mais de 650kg/ha/mes, dependendo de vários fatores.
- Água: irrigação média de 4mm/dia. Usar água pluvial do estádio, com enorme cisterna.
- Demais nutrientes: análise do solo - passo in loco os dados.
- MO tem que ter, mas menos de 4%, para não selar o solo da drenagem.
- Compactação: as raízes e joelhos dos jogadores não suportam mais que 40mBa de pressão.
- Cobertura Top Dresser: nivelamento, manejo do "colchão ou Tacther, troca de solo.
- Aeração e descompactação quando necessário.
- Corte vertical: detatching e retirada de excesso de estolões, várias anuais (corte vertical ou grooming ou detatching).

- Corte horizontal: manejo 3x por semana, máquina de corte helicoidal, manutenção das faixas decorativas, regulação de corte efetiva de 1 a 3cm.
- Replante após os jogos.
- Viveiro de mudas.
- Controle químico de ervas daninhas, doenças e pragas.
- Manutenção dos nivelamentos.
- Descompactação manual e tratorizada

8.1.6. Conclusão

Pelas características Climáticas da Cidade de Natal e pelo grau de exigência que o evento Copa do Mundo de Futebol tem, sendo o maior em audiência, superando Olimpíadas e outros, e pelas características de gramados esportivos, consideram-se a Grama Bermuda e Grama Sea Shore como as mais adequadas, e dentro delas as cultivares Riviera e Tifway 419, em gramas Bermuda e Sea Spray, para Grama Sea Shore.

8.2. Recomendações do Meio Físico

1. Com base nas observações e considerando a extensão das áreas permeáveis existentes na área de estudo;
2. Considerando a composição do material arenoso que constitui o solo local, mesmo descaracterizado por aterros, e sua capacidade de promover a fácil infiltração das águas precipitadas;
3. Considerando a importância do abastecimento da água através de poços na área de influência direta, devendo ser preservada a qualidade da mesma;
4. Considerando ainda que a área se constitui numa depressão e ser uma antiga lagoa, a qual ainda aflora no período chuvoso, só mantendo seu nível controlado pelo bombeamento das águas subterrâneas;

- é aconselhável que o projeto do ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS E ÁREAS DE ESTACIONAMENTO, leve em conta a importância de se manter a maior quantidade possível das superfícies arenosas permeáveis, se possível recobrando-as com vegetação que auxiliarão na infiltração das águas de chuva, na proteção contra processos erosivos decorrentes do escoamento superficial e ainda a possibilidade de criação de um microclima diferenciado para o local, que contribuirá para um conforto térmico, se possível adotando materiais permeáveis ou semi-permeáveis para as áreas de estacionamento.
5. Como o projeto previsto para o local prevê a transformação das edificações já existentes e utilizadas para o mesmo fim esportivo, por uma estrutura mais moderna e com o mesmo propósito, não se verificam impactos de ordem significativa para os solos do local, sendo necessários:
- o cuidado em se reservar espaços que serão utilizados para o sistema de drenagem do estádio em sua fase de operação; a utilização de materiais que permitam a infiltração das águas na área do estacionamento;
 - os cuidados de contenção de possíveis processos erosivos durante a sua fase de implantação;
 - o cuidado para não ocupar a área de risco de alagamento potencial de formação da antiga Lagoa Nova;
 - e a garantia de reserva do maior número de espaços físicos possíveis destinados a infiltração das águas, dentre elas as áreas de cota topográfica mais rebaixadas – a depressão
6. Realização de sondagens de reconhecimento hidroestratigráfico na área onde se pretende instalar o estádio Arena das Dunas e sua área de estacionamento, visando maior detalhamento do condicionamento hidrogeológico da área;
7. Instalação de poços de monitoramento multiníveis para avaliação das condições de recarga e descarga do aquífero e confecção de mapa potenciométrico atualizado da área.
8. Monitoramento/caracterização da qualidade das águas subterrâneas da área.

9. Realização de ensaios de permeabilidade vertical visando à caracterização meio poroso insaturado na área para onde se pretende instalar o estádio Arena das Dunas e sua área de estacionamento.
10. Realização de testes de produção e aquífero em poços existentes visando uma atualização dos parâmetros hidrodinâmicos do sistema aquífero Dunas-Barreiras.
11. Reavaliação da vulnerabilidade do aquífero à contaminação na área onde se pretende instalar o estádio Arena das Dunas e sua área de estacionamento.
12. **As principais medidas mitigadoras a serem adotadas no aspecto de drenagem**, que exigirão projetos específicos e recursos financeiros significativos para as suas implementações, são:
 - Readaptação das lagoas 02 e 04, com aumento de área horizontal e profundidade, a fim de compensar o aterro e desativação de áreas atualmente alagáveis;
 - Nova rede de galerias e micro reservatórios para a micro-drenagem local;
 - Implantação de um novo sistema de bombeamento e adução de águas pluviais da região com novo destino final do efluente, previsto para ser o rio Potengi;
 - Para se alcançar eficiência operacional dos sistemas de drenagem local e regional é obrigatório o estabelecimento de um programa de operação e manutenção, englobando serviços de limpeza e manutenção dos elementos hidráulicos do sistema, assim como regras operativas bem definidas que priorizem a operação emergencial nos episódios de cheia em que deverão funcionar de forma otimizada o armazenamento em lagoas e em micro-reservatórios; e, principalmente, o sistema de bombeamento e adução de águas pluviais em nível regional, para toda a sub-bacia XII-5 que deságua na área do Centro Administrativo e na área do empreendimento. Esse sistema poderá ser integrado com os demais sistemas das outras sub-bacias da bacia XII através de galerias e túneis;
 - Um programa de implantação de sistema de monitoramento é altamente desejável, tanto no aspecto que acompanhamento em tempo real dos indicadores de eficiência quanto de medições de precipitação, níveis de água e vazões. Um modelo hidrológico completo, distribuído para toda a bacia XII e mais detalhadamente para a bacia XII-5 é fortemente

recomendado, no sentido de garantir a eficiência do sistema quanto a de realização de prognóstico, levando-se em consideração o crescimento de uso e ocupação do solo na bacia e de possíveis medidas mitigadoras nos meios físico, biológico e antrópico a serem desenvolvidas ao longo do tempo.

13. As principais medidas mitigadoras a serem adotadas no aspecto de abastecimento de água e esgotos sanitários, que exigirão projetos específicos e recursos financeiros significativos para as suas implementações, são:

- Considera-se fundamental que o empreendimento da Arena das Dunas e seu respectivo estacionamento possuam redes coletoras do esgoto, com condução do mesmo para sistemas públicos de tratamento e disposição final do esgoto tratado. Com isso, o empreendimento poderá ser considerado sustentável sob o aspecto de geração, coleta, tratamento e disposição final dos efluentes gerados, contribuindo para a minimização do problema de contaminação das águas subterrâneas do sistema aquífero Dunas-Barreiras por nitrato na região de Natal.
- Assim, recomenda-se que os empreendedores e projetistas do complexo esportivo da Arena das Dunas, devem planejar adequadamente a construção do empreendimento, observando um dimensionamento adequado para os sistemas de escoamento de drenagem de águas superficiais, coleta, tratamento e destinação final de efluentes sanitários e outras instalações que por ventura possam constituir fontes de contaminação das águas subterrâneas.
- Para obtenção de água para irrigação das áreas verdes do estacionamento e da Arena, não seria difícil utilizar poço próprio, como ocorre atualmente no Estádio existente, mas recomenda-se que seja elaborado um projeto de uso racional e reúso controlado da água, aproveitando as águas de chuva captadas na cobertura da Arena e parte dos efluentes sanitários tratados adequadamente.
- Recomposição preliminar (prévia) de todo sistema de abastecimento de água de Lagoa Nova I, responsável pelo fornecimento de água a vários bairros da cidade, bem como ter um papel importante no controle do

evento de formação de lagoas, atuando de forma decisiva na manutenção do rebaixamento do lençol freático em níveis seguros.

- Recomposição preliminar (prévia) da adutora que liga a captação de Lagoa Nova II aos Reservatórios R5, que cruza a área de influencia direta dos empreendimentos.
- Recomposição da Estação Elevatória de Esgotos existente na área.

8.3. Recomendações Rio Potengi (Recomendações de Estudos a Serem Desenvolvidos Pertinentes a Ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário e de Macro drenagem de Natal)

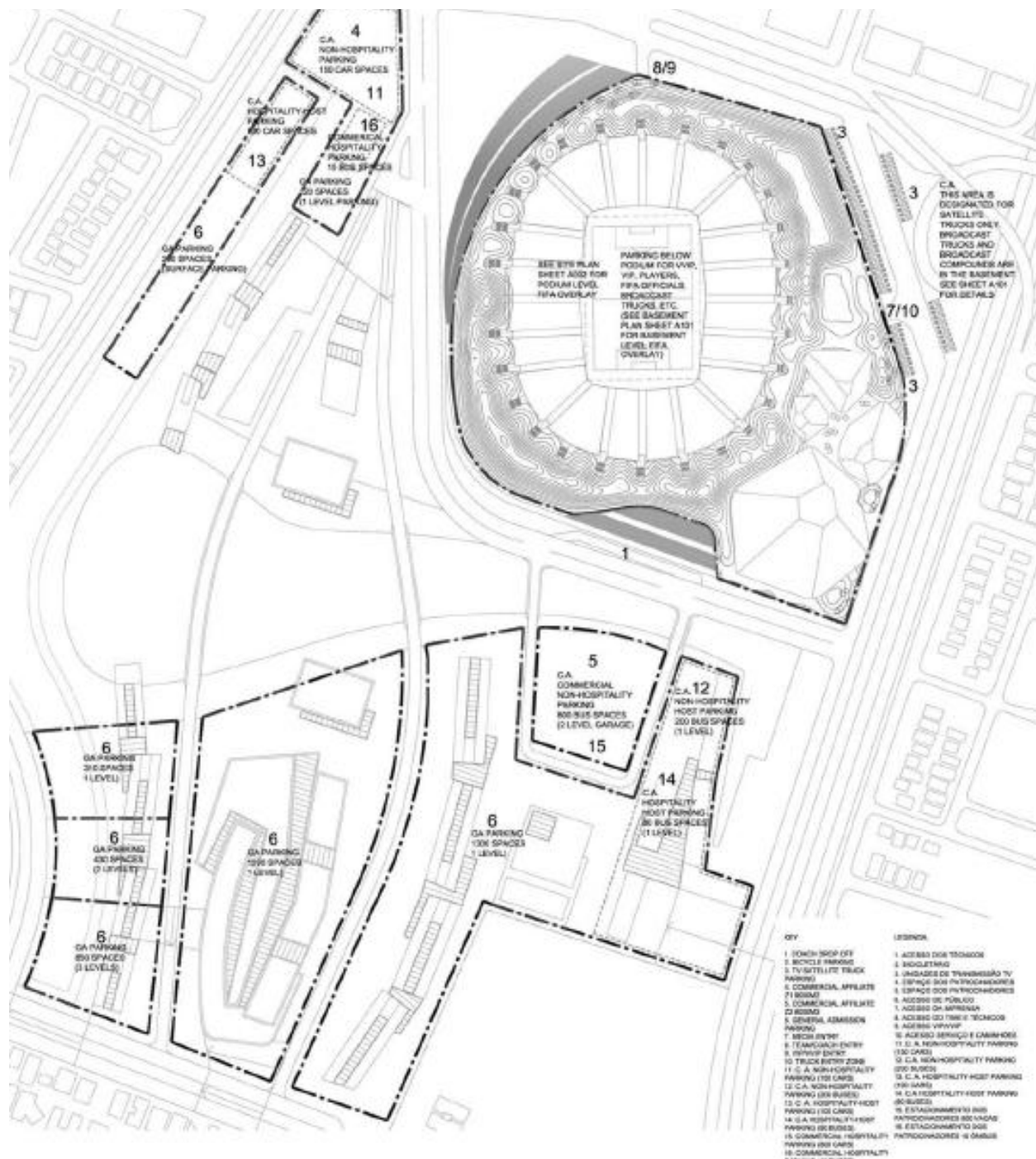
O complexo Arena das Dunas (Figura 127), constituído pelo complexo esportivo João Claudio Machado e anfiteatro e por um conjunto de prédios comerciais, hotéis de padrão internacional, bosque, lago, e sedes dos centros administrativos estadual e municipal, prevê sua implantação em duas etapas distintas. A primeira referente ao complexo esportivo João Claudio Machado (Estádio de Futebol e Arena Multiuso) e ao Centro de Eventos (Figura 128), e a segunda referente à integralização do projeto.

O Estuário Jundiaí-Potengi (Figura 129) configura-se como um possível corpo d'água receptor final dos efluentes gerados pela implantação do referido complexo. Conforme indicado pelos estudos desenvolvidos para composição do RAS, referente à obtenção de licença de instalação (LI) da primeira etapa do complexo, o acréscimo de carga orgânica a ser gerado pelo complexo na sua primeira etapa é insignificante, uma vez que representa a substituição de um sistema previamente existente - Estádio João Machado – Machadão, e Ginásio poliesportivo Humberto Nesi – Machadinho - por outro de porte semelhante.

Porém, quando da integralização do complexo Arena das Dunas, além da geração de um incremento na carga orgânica, e conseqüente necessidade de ampliação da rede de esgotamento sanitário que atende a região do complexo, são previstas alterações no sistema de macrodrenagem que atende a região do complexo. O corpo d'água receptor das águas de drenagem desse sistema e dos efluentes do sistema de esgotamento sanitário é o Estuário Jundiaí-Potengi. Neste caso, o

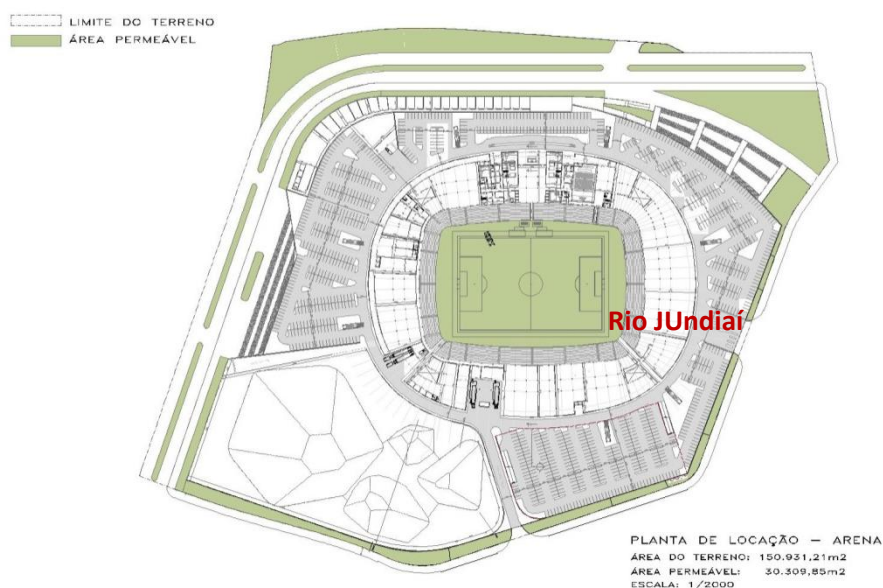
acréscimo de carga de efluentes e de vazão pode ser significativo, devendo ser avaliados devidamente os impactos ambientais pertinentes, servindo inclusive como parâmetro determinante para o grau de tratamento a ser adotado, nas alternativas de projeto do sistema de esgotamento sanitário a serem avaliadas para o empreendimento, bem como no grau de amortecimento necessário ao sistema de macro drenagem. Também se deve avaliar criteriosamente o ponto de lançamento dos mesmos, a fim de minimizar os impactos diretos ao meio físico.

Figura 127. Layout do complexo Arenas das Dunas



Fonte: SEMURB, 2009.

Figura 128. Detalhe do complexo esportivo João Cláudio Machado e Centro de Eventos



Fonte: SEMURB, 2009.

Figura 129. Vista do Estuário Jundiaí-Potengi



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2009..

8.3.1. Estudos a serem desenvolvidos

A partir da definição da população e região a ser atendida, da forma de captação e tratamento adotados nos projetos, do sistema de macrodrenagem definido, devem ser definidas as vazões de drenagem e de cargas poluentes pertinentes a cada alternativa a ser avaliada. Deve-se estabelecer a caracterização quantitativa e qualitativa dos efluentes a serem lançados, que correspondem aos dados básicos para estudos de qualidade de água. Por exemplo: concentrações de nutrientes e poluentes, DBO e OD, compostos de nitrogênio, compostos de fósforo, colimetria, biomassa, salinidade e temperatura.

Conhecidos assim os cenários que configuram cada alternativa, faz-se necessário desenvolver os seguintes estudos:

- **Caracterização física do corpo receptor (Estuário Jundiaí-Potengi):**

Incluindo, topografia dos fundos e alinhamentos de margens, caracterização de sedimentos, vazões fluviais, ventos, marés e correntes. Outros dados como temperatura da água e do ar, umidade relativa do ar, distribuição de salinidade, entre outros, também devem ser determinados.

- **Circulação hidrodinâmica do corpo d'água receptor:**

Objetiva a determinação dos campos de velocidade e de elevações (2DH ou 3D), subsidiando assim o estudo e/ou entendimento do transporte de plumas de contaminantes, lançados no mesmo, bem como do efeito da presença de vazões concentradas. Esta deve ser feita através de modelo computacional com capacidade de representação reconhecida. As caracterizações devem ser feitas por períodos de pelo menos um mês com ventos e vazões típicos de verão e outro com ventos e vazões típicos de inverno.

- **Localização ótima do ponto de lançamento:**

A otimização da localização do ponto de lançamento dos efluentes e vazões no corpo d'água tem por objetivo determinar o ponto de lançamento dos mesmos que correspondem a uma pluma/vazão de menor impacto ambiental no corpo d'água (mais econômica/mais adequada ambientalmente), e tomando como base a identificação de pontos críticos e de pontos favoráveis para o mesmo, identificados a partir da capacidade de diferentes regiões do corpo d'água

receptor em absorver as cargas poluentes e vazões geradas nas diversas alternativas projetadas. As plumas de efluentes devem ser avaliadas segundo os parâmetros de qualidade de água, por exemplo, OD-DBO, compostos de nitrogênio, compostos de fósforo, colimetria e biomassa, salinidade e temperatura. As vazões concentradas devem ser avaliadas segundo sua interferência na circulação hidrodinâmica do corpo d'água.

A determinação do transporte e destinos das plumas efluentes deve considerar as especificidades relativas às zonas de mistura ativa e passiva, uma vez que são vários os processos intervenientes no despejo de esgotos em corpos d'água naturais. Basicamente, no processo de mistura do esgoto com a água ambiente, há duas situações com características marcadamente distintas. A primeira ocorre no campo próximo do ponto de lançamento, na chamada zona de mistura ativa, na qual o escoamento da pluma lançada é significativamente diferente do escoamento ambiente no corpo receptor. Na medida em que se afasta do ponto de lançamento, a pluma vai se misturando com a água ambiente, até tornar-se neutra. Têm-se então a segunda situação, chamada de campo afastado ou zona de mistura neutra, quando a pluma neutra formada é transportada passivamente pelo escoamento ambiente.

As análises no campo próximo, ou zona de mistura ativa, visam à determinação do posicionamento, espessura e taxas de diluição inicial de plumas efluentes, na zona de mistura ativa no campo próximo ao ponto de lançamento, para diferentes condições oceanográficas. No caso de lançamentos via canais que deságüem no corpo principal do estuário, muito provavelmente haverá um campo próximo bastante reduzido.

As análises no campo afastado, ou zona de mistura passiva, visam a analisar de forma abrangente, o transporte e destinos de plumas efluentes no corpo d'água receptor, sob diferentes cenários meteoceanográficos. Objetiva-se a determinação das concentrações de contaminantes, e especialmente a determinação de isolinhas de número mais provável de coliformes/100ml (nmpCol/100ml) com T90 variável, com vistas à avaliação das condições de balneabilidade.

Os mecanismos descritos acima só são resolvíveis através de modelos analíticos em situações extremamente simples. No caso de lançamento no estuário Potengi/Jundiaí, a previsão de tais mecanismos só é viável através de modelos computacionais. Estes devem ter capacidade de representação de processos de advecção, difusão e dispersão com possibilidades de reações cinéticas em sinergia reconhecida, já que na zona de mistura passiva, a distribuição de concentrações no corpo d'água receptor, de um dado contaminante existente na pluma, dependerá principalmente dos seguintes processos, em geral altamente variáveis no tempo e no espaço:

- *Advecção* promovida pelas correntes prevalentes, ou circulação hidrodinâmica ambiente do corpo d'água, que transporta o contaminante passivamente na direção do escoamento. Usualmente a advecção é o principal mecanismo de transporte da pluma passiva. Como tal, a qualidade da modelagem do transporte de plumas depende fundamentalmente da qualidade do modelo hidrodinâmico que gera o campo de correntes que advecta a pluma.
- *Convecção*, ou advecção induzida pelo empuxo decorrente de gradientes verticais de densidade, que geram gradientes de pressão adicionais àqueles oriundos dos desníveis da superfície livre. A importância deste efeito depende da magnitude dos gradientes de densidade, e no caso do estuário Potengi/Jundia, tal efeito só é significativo no campo próximo. No campo afastado tal efeito é em geral desprezível, visto que a coluna d'água raramente apresenta gradientes verticais de densidade apreciáveis e, mesmo quando existentes, não chegam a formar padrões típicos de estratificação vertical significativa.
- *Difusão turbulenta* de contaminante devido à turbulência ambiente⁷ gerada por tensões de atritos internos na massa d'água, tensões de atrito com o fundo e atrito de vento na superfície livre. Em geral o transporte de plumas passivas é dominado pela advecção, mas a difusão turbulenta também é de fundamental importância. E, como no caso da advecção, também depende da

⁷A diferenciação entre o que é advecção e o que é difusão turbulenta, depende da escala de interesse na definição do escoamento resolvível. O mecanismo de transporte que pode ser explicado através do campo de velocidades resolvível é advecção, o não explicável é difusão turbulenta.

qualidade do modelo hidrodinâmico, neste caso da qualidade do modelo de turbulência adotado.

- *Reações cinéticas* de produção ou consumo do contaminante no meio receptor. Tipicamente no caso de esgotos, focando na questão do índice de coliformes, considera-se reações de decaimento tipo primeira ordem, dando origem ao parâmetro T_{90} . Como no estuário Potengi/Jundiaí a salinidade e temperatura da água pouco variam, a variabilidade do T_{90} estará centrada na intensidade da insolação. Assim ao longo do dia o T_{90} variará cerca de uma ordem de grandeza entre um valor mínimo durante as horas de sol intenso, e um valor máximo durante a noite.

No caso de nutrientes, bem como de OD e DBO salinidade e temperatura é importante conhecer os valores existentes no corpo de água receptor em condições típicas de verão e de inverno, para que se possa efetivamente avaliar os impactos nas novas cargas que seriam lançadas.

8.3.2. Sobre calibração de modelos e necessidade de dados

Cabe destacar que os estudos relacionados no item anterior possibilitarão a determinação dos efeitos das plumas de contaminantes sobre o corpo d'água, representado assim o acréscimo de concentrações causadas pelas mesmas.

No caso de necessidade de avaliação de interação destas plumas com as condições ambientais presentes no corpo d'água receptores fazem-se necessários além dos estudos descritos acima a determinação de dados primários, de maneira a se obter uma representação das plumas efluentes em condições próximas a situação ambiental presente no corpo d'água.

Em resumo, a calibração de modelos de hidrodinâmica ambiental é um processo que deve obedecer à seguinte ordem:

Nível 1. Calibração geométrica: aferir se a modelagem digital do terreno do domínio de modelagem, feita através da malha de discretização, representa adequadamente os contornos e a batimetria da região de interesse. Para

isso, é necessário que haja dados de levantamentos topohidrográficos recentes.

Nível 2. Calibração hidrodinâmica: aferir se os modelos hidrodinâmicos representam adequadamente a variação de níveis de água e correntes na região de interesse, sob diferentes condições, e.g., variações de nível de água, ou de marés se for o caso, ventos e vazões em épocas de cheia e estiagem. Para isso é necessário que, além da boa modelagem digital do terreno, haja informações corretas sobre os forçantes da circulação hidrodinâmica, tais como níveis, ventos, e vazões afluentes.

Nível 3. Calibração de modelos de transporte de escalares, tais como parâmetros de qualidade de água e sedimentos: aferir se os modelos de transporte de escalares, usando as correntes e níveis dos modelos hidrodinâmicos, são capazes de representar adequadamente as concentrações de parâmetros de qualidade de água ou vazões sólidas ao longo do tempo. Para isso, é necessário que, além das correntes e níveis, haja informações corretas sobre fontes poluentes e sobre taxas de reação de parâmetros não conservativos, e.g. OD, DBO, velocidades de deposição, etc.

Não é razoável querer obter uma boa calibração Nível 3 sem previamente obter uma boa calibração Nível 2, que por sua vez depende da calibração Nível 1.

Desta forma, fazem-se algumas considerações sobre medições a serem desenvolvidas objetivando o uso de modelos calibrados.

8.3.3. Sobre medições para calibração geométrica – Nível 1

Para se poder efetivar uma boa calibração geométrica, os seguintes dados são necessários:

1. **Contornos de margem:** considera-se que, em geral, os contornos dos domínios de modelagem são atuais e adequados.
2. **Limites de zonas de alagamento, incluindo cotas de borda com o corpo de água:** Esse item é típico das áreas de laterais. Em geral, é possível estimar o limite de tais zonas através de imagens de satélite ou aerofotos.

3. **Batimetria e tipo de material de fundo:** De modo geral, esta é a maior carência em todas as regiões modeladas.

Na dependência de disponibilidade de recursos, apresenta-se a seguir critérios gerais para levantamentos batimétricos de áreas internas de regiões de interesse. Havendo carência de recursos, os levantamentos podem ser simplificados.

1. No sentido longitudinal, seguindo o eixo dos corpos de água mais largos, seria ideal dispor de cotas de fundo em seções transversais espaçadas em não mais que uns 500m..
2. No entorno dos pontos onde há lançamentos de efluentes de ETE, até cerca de 500 m para cada lado, o espaçamento entre seções transversais deve ser no máximo de 50 m.
3. No sentido transversal, ao longo das seções levantadas, o espaçamento entre medidas deve ser tal que haja no mínimo 10 pontos cotados, ou não mais afastados que 20 m em seções mais largas que 200m.
4. Deverão ser bem definidas seções transversais em pontos notáveis, marcando as posições de obstruções.
5. Ao longo das seções de medição de batimetria, devem ser colhidas amostras de sedimentos suficientes para caracterização geral do tipo de fundo. Para realização de modelagens morfodinâmicas, i.e. estudos sedimentológicos, é necessário uma caracterização sedimentológica abrangente, com granulometria e massa específica.

8.3.4. Sobre medições para calibração hidrodinâmica – Nível 2

Em corpos de água rasos e com geometria complexa, as correntes são fortemente afetadas pela batimetria e contornos de margens. Portanto, não é possível obter uma boa calibração da circulação hidrodinâmica sem um modelo digital de terreno bem calibrado.

Considerando que o Nível 1 de calibração esteja efetivado, i.e., tem-se um bom modelo digital do terreno, a calibração hidrodinâmica, Nível 2, é basicamente feita em 3 etapas:

1. Calibração de níveis de água.
2. Calibração de correntes médias na coluna de água.
3. Se necessário, calibração de correntes 3D, i.e., perfis de velocidade.

Recomendam-se os seguintes critérios para medições de níveis, correntes, ventos e vazões fluviais:

1. Todas as medições devem ser feitas de forma sinótica, i.e., ao longo de um mesmo período, por no mínimo 10 dias em épocas de vazões diferenciadas, e.g. inverno e verão.
2. Idealmente as medições de níveis devem ser feitas no mínimo em 2 pontos, sendo um nos limites de jusante e outro próximo do limites de montante dos corpos de águas mais relevantes.
3. A frequência de registro de dados de nível deve ser no mínimo a cada 6 horas, e o equipamento deve dispor de filtro adequado para remoção de flutuações de nível de alta frequência.
4. As medições de correntes devem ser feitas em locais relevantes para a modelagem pretendida, e que sejam representativos da área de interesse, evitando vizinhanças de peculiaridades topográficas tais como obstruções, buracos, baixios e rochas. Na vizinhança de tais locais as correntes podem ter comportamento peculiar, sendo muito diferentes do padrão geral da área de interesse.
5. Idealmente, as medições de correntes devem ser feitas com ADCP, sigla em inglês de Perfilador de Correntes por Doppler Acústico, instalados ao longo de 10 dias. Além de equipamentos fixos, pode ser feitas medições com ADCP móvel durante dias selecionados em épocas de cheias e estiagens, percorrendo uma seção transversal de modo a estimar vazões em locais relevantes. Assim pode-se obter uma correlação entre as velocidades medidas com ADCP fixo e vazões. Entretanto, há que se considerar:
 - a. Viabilidade dos locais por conta de profundidades operacionais mínimas requeridas para funcionamento de ADCP.

- b. Alto custo, por conta, entre outros fatores, dos gastos com seguro em face aos riscos de perda, já que um ADCP tem alto valor.
6. Medições de vazão em rios devem ser feitas em seção transversal mais a montante, no mínimo duas vezes ao dia. Medições de vazões afluentes em outras seções de interesse ou de controle do domínio de modelagem devem ser efetuadas, especialmente as relacionadas com potenciais fontes poluentes.

As medições de vazão devem ser feitas nas mesmas datas em que houver medições de níveis e correntes. A duração das medições de vazão deve condizer com a duração das medições de correntes.

7. No caso, medições de vento devem ser feitas em local descampado, guardando uma distância de pelo menos 200m de obstáculos como árvores ou edificações com mais que 8 m de altura. As medições devem obter pelo menos dados horários, ao longo de 10 dias.

8.3.5. Sobre medições para calibração de transporte – Nível 3

São as correntes que transportam os constituintes que caracterizam a qualidade da água, bem como sedimentos de fundo e sedimentos finos em suspensão. Logo, não se pode esperar representar adequadamente o transporte de constituintes ou de sedimentos sem uma boa modelagem da circulação hidrodinâmica. Considerando que o Nível 2 de calibração esteja efetivado, tem-se um bom modelo de circulação hidrodinâmica e então se pode partir para a calibração Nível 3, isto é, de modelos de transporte de grandezas escalares tais como sedimentos, larvas e parâmetros que qualificam a água.

A calibração Nível 3 é de longe a mais complexa e custosa. *Presumindo que as fontes localizadas e difusas de constituintes relevantes estejam bem determinadas*, as variações no espaço e no tempo de concentrações de constituintes em corpos de água, e.g., OD e DBO, dependem de:

1. Deslocamentos devido aos transportes advectivos associados ao campo de velocidades resolvível no modelo hidrodinâmico.

2. Processos de mistura devido aos transportes dispersivos e difusivos associados ao campo de velocidades não resolvível no modelo hidrodinâmico.
3. Reações cinéticas de produção e consumo decorrentes de processos físicos, biológicos e geológicos envolvendo constituintes não conservativos.

Dos itens acima, o terceiro é o mais complexo e difícil de calibrar. A calibração do item 1 e de parte do item 2 são automaticamente satisfeitas na calibração hidrodinâmica Nível 2, i.e., calibração do modelo hidrodinâmico. Entretanto, embora a difusão turbulenta de quantidade de movimento seja semelhante à de escalares, o mesmo não é verdade para a dispersão turbulenta. Os coeficientes de dispersão turbulenta de escalares são geralmente maiores que os de quantidade de movimento, por isso sua calibração demanda ajustes adicionais aos feitos no Nível 2 para o modelo hidrodinâmico.

Calibração da dispersão turbulenta: Para avaliar, em caráter geral, os coeficientes de dispersão turbulenta em corpos de água naturais sem estratificação significativa, pode-se usar um corante como traçador. Para casos mais específicos, relacionados a fontes poluidoras relevantes, são recomendáveis ‘ensaios com traçadores’, isto é, campanhas de campo com lançamento de corantes traçadores passivos e medição da distribuição de concentrações ao longo do tempo. Trata-se de operação cara e de logística difícil em ambiente como o Rio Madeira.

Calibração de reações cinéticas de produção e consumo: Para ser feita de modo direto, a calibração de dezenas de possíveis reações cinéticas de produção ou consumo exige enorme quantidade de medições de campo e análises em laboratório, para se avaliar os vários parâmetros existentes nos modelos das diferentes reações. Pode-se ler na Referência do SisBaHiA[®] amplas explicações sobre as diferentes reações de produção e consumo considerados nos Modelos de Qualidade de Água. Como exemplo, a Tabela 60, a seguir, apresenta parâmetros considerados nos Modelos de Qualidade de Água do SisBaHiA[®].

Tabela 60. Parâmetros considerados nos Modelos de Qualidade da Água do SisBaHiA®

Símbolo	Parâmetro	Unidade
α	Fator de conversão da clorofila-a em biomassa de fitoplâncton	(mg Chla)/(mg C4)
Θ_{12}	Coeficiente de temperatura para a nitrificação	
Θ_{1R}	Coeficiente de temperatura para a respiração da biomassa.	
Θ_{2D}	Coeficiente de temperatura para desnitrificação	
Θ_{71}	Coeficiente de temperatura para a mineralização do nitrogênio orgânico	
Θ_{83}	Coeficiente de temperatura para a mineralização do fósforo orgânico	
Θ_a	Coeficiente de temperatura para a reaeração	
Θ_D	Coeficiente de temperatura para a desoxigenação	
Θ_{Dpi}	Coeficiente de temperatura para o decaimento da biomassa	
Θ_s	Coeficiente de temperatura para o SOD	
a_{nc}	Relação nitrogênio-carbono	mg N/ mg C
a_{pc}	Relação fósforo-carbono	mg P/ mg C
D_{PI}	Coeficiente de decaimento da biomassa a 20°C	/dia
F_{D5}	Fração de DBO dissolvido na coluna de água,	
f_{D7}	Fração de nitrogênio orgânico dissolvido na coluna de água	
f_{D8}	Fração de fósforo orgânico dissolvido na coluna de água.	
f_{on}	Fração de morte e respiração da biomassa	
f_{op}	Fração de morte e respiração do fitoplâncton	
G_{PI}	Taxa de crescimento	/dia
K_{12}	Taxa de nitrificação a 20°C	/dia
K_{1D}	Taxa de decaimento da biomassa	/dia
K_{1R}	Taxa de respiração da biomassa a 20°C	/dia
K_{2D}	Taxa de desnitrificação a 20°C	/dia
K_{71}	Taxa de mineralização do nitrogênio orgânico	/dia
K_{83}	Taxa de mineralização do fósforo orgânico	/dia
K_a	Taxa de reaeração a 20°C	/dia
K_D	Taxa de desoxigenação a 20°C	/dia
K_{DBO}	Constante de meia saturação para oxidação da DBO	mg O ₂ /L
K_{mN}	Coeficiente usado para calcular o P _{NH3}	mg N/L
K_{mPc}	Constante de meia saturação para mineralização do fitoplâncton	mg C/L
K_{NIT}	Const. de meia saturação para OD limitado pelo processo de nitrificação	mg O ₂ /L
K_{NO3}	Constante de meia saturação limitado pelo OD	mg N/L
P_{NH3}	Termo de referência da amônia	
SOD	Demanda de oxigênio no sedimento	(g/m ² /dia)
V_{S3}	Velocidade de sedimentação de substâncias orgânicas	m/dia
V_{S4}	Velocidade de sedimentação de biomassa	m/dia

Fonte: Fundep, 2009.

Vale lembrar que para diferentes condições ambientais, os valores dos diversos parâmetros da Tabela 61 podem variar muito, chegando a mudar de ordem de grandeza em alguns casos.

Pela complexidade e altos custos envolvidos na calibração direta, é mais usual se utilizar um método de calibração indireta. A calibração indireta consiste em ajustar os parâmetros pertinentes às reações de constituintes de interesse, de modo a se reproduzir com o modelo as distribuições de concentrações conhecidas através de medições.

Para se viabilizar uma calibração indireta em Nível 3, é necessário haver séries temporais de valores de concentração de nutrientes, OD, DBO e outros escalares de interesse. Os pontos de medição, ou estações de monitoramento, devem ser bem distribuídos ao longo do corpo de água de modo a se caracterizar diferentes áreas do corpo de água. As séries temporais devem ser medidas nas mesmas datas das medições relativas à calibração de Nível 2. A quantidade de estações de monitoramento fica condicionada aos recursos disponíveis.

Uma calibração indireta mais genérica pode ser feita com dados históricos de monitoramento de qualidade de água.

Finalmente, volta-se a ressaltar que para calibração Nível 3 é preciso *que as fontes localizadas e difusas de constituintes de interesse estejam bem determinadas*, caso contrário não há como especificar condições de contorno adequadas nos modelos de qualidade de água.

No caso de modelos de transporte de partículas em suspensão, tais como sedimentos e larvas, é importante uma caracterização de tais partículas que permita ao menos se definir valores representativos de tensões críticas de mobilidade e velocidades de sedimentação.

No caso de modelos de transporte de sedimentos de fundo, acoplados à modelagem hidrodinâmica, para realização de simulações preditivas de evolução morfológica, é imprescindível ter uma boa caracterização sedimentológica. No caso, deve-se ter dados que permitam definir a granulometria e massa específica dos sedimentos ao longo da região de interesse, bem como sedimentos trazidos por fontes externas ao domínio de modelagem.

Destaca-se que, no caso de modelagem de evolução morfológica, no domínio de modelagem podem ser definidas regiões caracterizando trechos de fundo rochoso onde não há erosão, porém, em tais trechos pode ocorrer sedimentação. Em qualquer região, dada uma posição inicial de fundo, a erosão também pode ser

limitada a um valor máximo, representando assim uma camada de sedimentos sobre um fundo não erodível com cota definida. Evidentemente, tais dados só podem ser utilizados se disponíveis.

8.4. Recomendações sobre sistema de drenagem alternativo

8.4.1. Introdução

A Região Metropolitana de Natal, bem como todo o litoral leste do Rio grande do Norte é constituído de solos oriundos dos períodos Quaternários e Terciário na escala geológica, e no caso específico de Natal, esses solos Quaternários são de formação mais recentes e encontrados, principalmente, nas formações dunares, que recebem a denominação de Areias Quartzosas Marinha, por terem sido transportados do litoral para o continente por efeito da atuação dos ventos, conforme Nunes (2000, p. 21-22).

Ainda de acordo com Nunes (2006, p. 36), os solos encontrados em Natal possuem a característica peculiar de serem em sua maioria profundos, possuindo espessura superior aos dois metros. Além disso, observa-se que esses solos comumente apresentam uma textura mais arenosa que argilosa, principalmente, nas primeiras camadas do perfil. Solos com essas características, associados à estrutura geológica local e a geomorfologia predominantemente plana da cidade, favorecem a infiltração e conseqüente armazenamento de água em sub-superfície.

Esse tipo de solo favorece a infiltração imediata de toda a precipitação pluviométrica local, não permitindo, inclusive, que o escoamento superficial natural exista aonde não há ação humana. É bastante verificar que em toda a zona não existe a formação de bacias de drenagem (riachos, córregos, etc.), a não ser os rios alimentados por exutórios de água subterrânea, os quais afloram nos períodos chuvosos, formando lagoas oriundas do lençol freático. Não por acaso Natal está assentada em cima de mais de sessenta pequenas bacias hidrográficas endorreicas, as quais afloram constantemente nos períodos úmidos. Isto significa que no meio urbano de cidades assentadas em toda esta zona pode-se induzir a infiltração das águas pluviais de forma econômica, recarregando artificialmente o aquífero.

Nesse sentido, toda a cidade de Natal se adequa convenientemente à aplicação das técnicas do LID, sigla utilizada nos países de língua inglesa, que tem o significado de Desenvolvimento de Baixo Impacto. Essa técnica, se aplicada em zonas com solos muito impermeáveis torna-se ineficiente e muito cara, entretanto em solos com as características que temos na zona do empreendimento Arena das Dunas se constitui numa solução natural.

Entretanto, há que se tomar medidas estruturantes para evitar o afloramento nos períodos muito chuvosos. No caso da zona onde será construído o estádio Arena das Dunas a solução estruturante já existe através de um parque de captação de água para abastecimento instalado pela CAERN logo após as inundações (por afloramento) ocorridas no ano de 1986.

8.4.2. O Desenvolvimento de Baixo Impacto – LID

8.4.2.1. Generalidades

O Desenvolvimento de baixo impacto (LID) é uma nova abordagem da gestão de água de chuva em zonas urbanizadas que leva em conta o princípio básico do controle da precipitação da água de chuva na fonte, usando reguladores e descentralizados uniformemente distribuídos em escala de micro bacia. O objetivo da LID é limitar a ação hidrológica em um local usando as técnicas de projeto que infiltra, filtra, armazena, evapora, e detém o “runoff” nas proximidades das áreas de precipitação.

Essas técnicas são baseadas na premissa de que a gestão da água pluvial não deve ser vista simplesmente como uma maneira de atuar no sentido de se ter o destino final como uma disposição de água de chuva. Em vez de se transferir e controlar a água por meio de tratamento em grandes instalações caras no final das redes a LID propõe manejar a água pluvial através de pequenas instalações de baixo custo, situadas no nível do lote.

Estas características, conhecidas como as práticas de gestão integradas (IMPs), são as bases da edificação LID, o que inclui, não somente o espaço aberto, mas também

as coberturas, os elementos visuais da rua, estacionamentos, calçadas, e os canteiros centrais. O LID é uma idéia fundada no desenvolvimento sustentado e pode ser aplicada igualmente tanto à expansão urbana, quanto à readequação urbanística nos casos de reestruturação ou revitalização, permitindo um maior desenvolvimento com menos impactos ambientais através de projetos mais inteligentes e tecnologias avançadas, consignando um balanço melhor entre conservação, crescimento, proteção do ecossistema e a saúde pública/qualidade de vida.

Os benefícios da LID oferecem vantagens sobre a gestão convencional da água de chuva pelo fato de ser uma tecnologia ambientalmente mais sadia e economicamente mais sustentável para a urbanização. A necessidade para tal abordagem nunca foi tão grande. Os programas de Águas Pluviais requerem uma ampla quantidade de elementos de um ecossistema complexo e desafiante e metas de proteção à saúde humana que deve ser alcançada. Muitos destes objetivos não estão sendo alcançados com a tecnologia convencional de gestão da água pluvial, e as comunidades estão esforçando-se com a realidade econômica sempre expandindo infra-estrutura da água pluvial.

O LID funciona como medida mitigadora no controle do regime hidrológico, minimizando os impactos e retardando o escoamento superficial ao funcionar como um regulador. Quando há uma ação antrópica muito forte numa bacia hidrológica o desequilíbrio do “runoff” é a consequência mais desastrosa. Na Urbe a LID assume o papel que a vegetação tem na natureza de uma bacia hidrográfica intacta, evitando o escoamento superficial brusco ao reter a água e induzir a infiltração.

Por esse motivo as agências locais de licenciamento, podem usar a LID como um modelo para revisar zoneamentos locais e regulações da sub-divisão em favor de práticas mais baratas, ecologicamente mais sadias do desenvolvimento. Os incorporadores podem conseguir maiores sucessos nos projetos, economia de custos com o uso inteligente da LID, e os projetistas pode aplicar estas técnicas para locais novos e mais agradáveis esteticamente.

Pode-se questionar que os projetos baseados em LID serão mais caros porque poderiam requerer custos mais elevado do projeto e da construção e um tempo maior para a aprovação do projeto. Isto pode ou não ser verdadeiro, dependendo da

experiência dos consultores e dos contratantes do projeto com estas novas técnicas e a receptividade dos governos locais às práticas inovadoras. Por exemplo, diversos anos atrás havia somente algumas opções de pavimentos permeáveis disponíveis. Hoje, o consumidor pode escolher um grande número de novas técnicas e novos materiais de uso mais difundido e uma aceitação da tecnologia conduzem a custos mais baixos.

A estrutura convencional de drenagem pluvial é geralmente muito cara quanto ao investimento fixo e requer uma operacionalidade custosa na medida em que o sistema funciona de forma intermitente, dependendo da pluviosidade não muito previsível, principalmente nos trópicos. Mesmo que os conceitos adicionais do custo do LID incluam potencialmente despesas maiores devido ao aumento do uso do material de jardins locais, experiências já mostraram que a LID economiza dinheiro sobre os enfoques convencionais através do trabalho da infra-estrutura reduzida e da preparação local. Os estudos de caso e os programas piloto mostram pelo menos uma redução de 25 a 30% nos custos associados com o desenvolvimento local. Estas economias são conseguidas por reduções nas limpezas, aplainamento, canalização, lagoas, em entradas em meio-fio e em pavimentação.

8.4.2.2. Benefícios de Projetos LID

Em geral os sistemas de drenagem pluvial que agregam o LID buscam otimizar custos, promover a educação ambiental e agregar benefícios como, por exemplo, ajardinamentos e recarga de aquíferos. Também tem o sentido mitigar os efeitos das precipitações extremas, que via de regra causam grandes transtornos como os alagamentos. No caso particular da cidade de Natal, dada as características do solo, essa técnica pode ser usada como solução global no caso de empreendimentos como um estádio de futebol e seus estacionamentos.

Podemos citar alguns dos benefícios básicos mais diretos:

1. Multifuncionalidade - em muitos projetos, a prática LID pode ter mais a característica de jardinagem e menos de sua funcionalidade como um controle da água pluvial. Nestas situações, os custos de ajardinar e de construção para a água de chuva são essencialmente livres.

2. Custos de tempo de vida útil inferiores – em qualquer análise de custo, há que se considerar não apenas os custos de capital inicial mas também aqueles sobre a vida útil da estrutura, que pode incluir a operação, o reparo, a manutenção e retirada de funcionamento. Muitas técnicas LID por elas próprias continuam existindo, são facilmente reparáveis, ou podem ser deixadas como áreas naturais no fim de sua vida funcional, enquanto as instalações convencionais podem requerer custos elevados para deixar a área segura.
3. Benefícios ambientais e sociais adicionais - no coração da LID estão os múltiplos benefícios que ela fornece, que não são exatamente mensuráveis em termos de custos financeiros, mas elas aumentam também a floresta urbana, reduzem ilha de calor, melhoram a qualidade do ar, realçam a aparência estética de uma comunidade, fornecem um sentido mais forte do lugar, etc.
4. Custos fora do local, reduzidos - desde que a LID mantém a água pluvial nas proximidades de sua origem, reduz os custos fora do local, isto é, nos coletores ou no destino final. A maioria de técnicas convencionais requerem um coletor para arrecadar a água de chuva do sistema local, tendo por resultado custos adicionais do projeto pelo aumento dos coletores a jusante na medida que as áreas urbanas se expandem.
5. Uso funcional do espaço aberto da terra - as práticas LID tais como jardins da chuva podem geralmente ser projetados como parte do espaço aberto, sem nenhuma perda da área desenvolvível. Ao invés de grandes lagoas de retenção, se estas práticas multifuncionais LID forem distribuídas através de todo o espaço aberto reservado ou da terra ajardinada previamente projetada, elas podem contribuir para mais um parque e um espaço comunitário sem incorrer custos para alocação do terreno para o sistema de drenagem.
6. Recarga de aquíferos – ao invés de se construir uma rede coletora cara e com os impactos ambientais do lançamento do efluente em outras sub-bacias ou corpos d'água a técnica LID facilita a recarga do aquífero, trazendo um benefício adicional.

A LID é uma abordagem multi-sistêmica que reduz enormemente a possibilidade de falha ao incluir subdivisões básicas das características dos projetos de infraestrutura, tais como reduzir o uso das tubulações, das lagoas, dos meio-fios e das calhas; mantendo áreas de recarga, zonas de amortecimento e cursos drenados; usando depressões de infiltração, estratégias de aplainamento, e sistemas de drenagem abertos; reduzindo superfícies impermeáveis e desconectando aqueles que devem ser usados e conservando espaço aberto. O sucesso da LID em longo prazo tem muito mais a ver com o conhecimento, as habilidades, e a criatividade dos projetistas locais do que a ação que o proprietário faz ou deixa de fazer.

Entretanto, o fator chave no sucesso do LID é assegurar que a prática paisagística (tais como jardins de chuva) seja atrativa e percebida pelo proprietário como fator que agregue valor à propriedade. Se estas práticas de LID forem vistas como recursos, a motivação preliminar para sua manutenção em longo prazo é dos proprietários dos lotes que protegem seus interesses econômicos investidos. Adicionalmente, a experiência tem mostrado que os esforços educacionais podem promover com sucesso o engajamento público na proteção dos aquíferos.

a. Conceitos do planejamento local LID: Fundamentos

Na realidade o LID é mais que uma prática, é um Conceito que permite e induz soluções as mais diversas, trazendo embutido em sua aplicação as mais diversas nuances como as que abaixo enumeramos:

1. Minimiza os impactos hidrológicos criados pelo desenvolvimento local através de projetos locais e então fornece controles para mitigar ou restaurar as perturbações inevitáveis para o regime hidrológico;
2. Nas perturbações hidrológicas mitiga o problema com o uso do controle na fonte
3. Criação de áreas hidrologicamente funcionais do desenvolvimento local e da bacia;
4. Identifica zoneamento aplicável, uso do solo, subdivisão, regulações locais;

5. Define áreas a desenvolver e áreas protegidas;
6. Usa drenagem e hidrologia como um elemento de projeto;
7. Reduz / minimiza área impermeável total;
8. Desenvolve planos locais preliminarmente integrados;
9. Minimiza áreas impermeáveis conectadas diretamente;
10. Modifica / aumenta o caminho do escoamento da drenagem;
11. Compara pré e pós desenvolvimento hidrológico;
12. Integra a hidrologia no processo de planejamento local começando pela identificação e preservação de áreas sensíveis que afetam a hidrologia, incluído rios e seus armazenamentos temporários, planícies de inundação, wetlands, declividades acentuadas, solos de alta permeabilidade e zonas de conservação de florestas;
13. Práticas de micro-gerenciamento distribuído; Minimização de impacto; impermeabilidade reduzida permitindo a manutenção da capacidade de infiltração, armazenamento e maior tempo de concentração.
14. Criando áreas multi-funcionais;
15. Reduz, minimiza e desconecta a área total impermeável;
16. Para áreas impermeáveis inevitáveis: minimizar superfícies impermeáveis conectadas diretamente.
17. Áreas de bioretenção; aumento dos caminhos do escoamento, dispositivos de infiltração, drenagem em depressão rasa, áreas de retenção.

8.4.2.3. O Controle da Inundação

Os sistemas de gestão de drenagem pluvial convencional têm sido projetados para funcionar bem sob uma única condição que é a “chuva de projeto”. Por exemplo, pode-se planejar um sistema de drenagem para um período de retorno de 5 anos, 10 anos, 25 anos, etc., conforme se esteja projetando uma obra de micro-drenagem, macro-drenagem ou se queira uma garantia pequena ou muito grande. Projetar

sistemas de controle para um único evento extremo não significa que se comportarão adequadamente sob outros cenários. Por exemplo, projetando canais principais para os 100 anos sobre-drenam o sistema durante tempestades mais freqüentes, degrada o sistema natural do córrego, e causa problemas a jusante na qualidade de água rapidamente transportando poluentes através da área urbana e para os corpos receptores de água. Padrões de controle de escoamento, que têm sua origem em assegurar a segurança pública e em reduzir os danos a propriedade, tendo muito pouco a fazer com proteção do ecossistema. Para preservar a integridade do córrego, a experiência demonstra a importância de um sistema de água pluvial que direciona especificamente a freqüente ou as micro-tempestades que ocorrem em uma base regular (semanal ou mensal). Usando controles na fonte local, descentralizados, a LID usa a chuva destes eventos mais freqüentes como um recurso e é uma abordagem eficaz do ecossistema. Adicionalmente, se os controles da LID e de práticas do projeto do local for usado criativamente, a LID é capaz automaticamente de controlar as chuvas de 10 e 100 anos com sua estratégia preliminar de restaurar o relacionamento chuva – *runoff* da área construída para a natural. Técnicas aplicadas, mais perto da função hidrológica natural se consegue. Onde são conhecidos os problemas de inundação, entretanto, uma abordagem híbrida pode ser necessária para reduzir a responsabilidade e fornecer um sentido da segurança. A LID não exige isolamento da tecnologia convencional. O manual do projeto LID deve recomendar sistemas híbridos se as restrições locais o autorizarem

Embora o termo “desenvolvimento de baixo impacto” possa ser definido de várias formas (bem como o desenvolvimento sustentável), a definição apropriada da LID é distinta e não deve ser confundida com outras estratégias de gerenciamento de água pluvial e estratégia de desenvolvimento. A distinção chave do LID destas outras estratégias é que é um enfoque baseado no ecossistema. O LID busca projetar o ambiente construído para manter uma parte de um ecossistema funcionando melhor do que de forma separada. A LID fornece ferramentas tecnológicas à planta e projeta qualquer tipo de local urbano para manter ou restaurar funções hidrológicas e ecológicas de uma bacia. Não sacrifica a qualidade ambiental de bacias urbanas densamente povoadas. As estratégias da gestão do crescimento, tais como o crescimento inteligente, que enfatiza a economia do espaço verde e o re-desenvolvimento de regiões urbanas existentes, podem utilizar

esta potencialidade de requalificar com o LID a fim promover o desenvolvimento ecologicamente restaurativo.

Nesse sentido o conceito de LID no processo de controle de inundações agrega mais que dispositivos de ordem prática ou de cunho mitigador, mas dispositivos conceitualmente sustentáveis tais como:

- Incentivo a medidas de conservação;
- Promoção de técnicas de minimização do impacto tais como a redução de superfícies impermeáveis;
- Promoção do sincronismo estratégico do “runoff” ao retardar o fluxo usando a paisagem como uma prática de gestão de prevenção de poluição de dos corpos d’água superficiais por esse “runoff”.

8.4.3. O caso específico do estádio da Arena das Dunas e da Bacia XII

A zona de localização do estádio da Arena das Dunas, incluindo o complexo de estacionamento, se constitui numa das áreas de maior fragilidade ambiental da cidade de Natal, porém com maior nível de segurança com respeito a alagamentos, devido aos problemas estruturantes já disponíveis no local, como é o caso da área de captação de Lagoa Nova I.

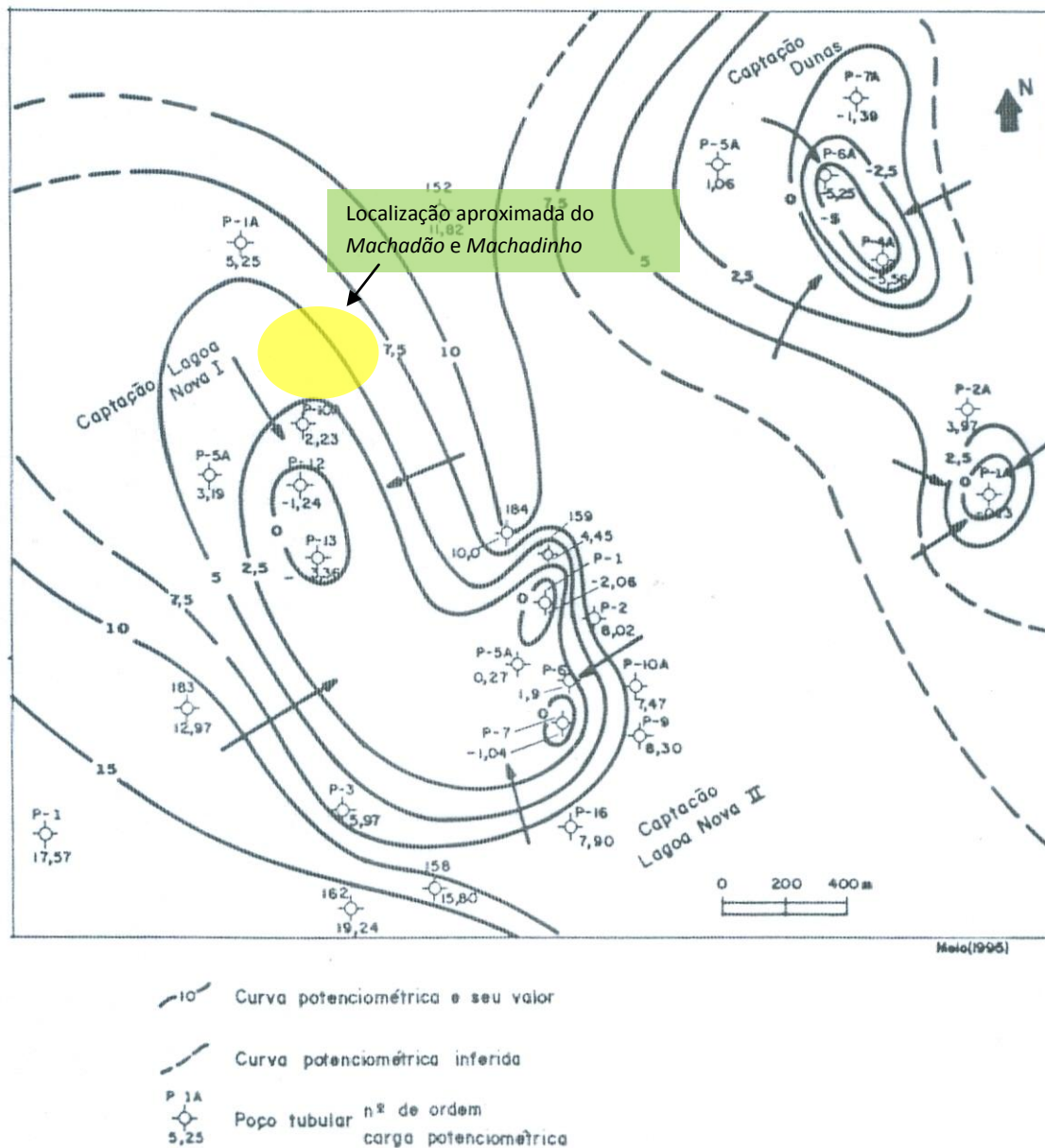
Note-se que as áreas de influência direta e indireta do empreendimento Arena das Dunas e seu estacionamento estão incluídos na sub-bacia XII-5 da bacia de drenagem XII, sendo a sub-bacia localizada integralmente no bairro de Lagoa Nova. O Sistema Lagoa Nova I de Captação conta com 9 poços (P-1, P-2, P-5, P-8, P-10, P-11, P-12, P-13 e P-14), com capacidade de 634m³/h, sete dos quais localizados na área do Centro Administrativo do Estado do Rio Grande do Norte. Este sistema vem operando desde o final da década de 1980, com eficiência de forma a manter um “baixo hidrológico” conforme representado na Figura 130. Os poços P-8 e P11 encontram-se desativados.

Na área da captação de Lagoa Nova I, Melo (1995), observou que a influência do bombeamento pelos poços dessa captação na superfície potenciométrica do sistema aquífero Dunas-Barreiras, apresentava-se em março de 1994 com depressões nas

regiões adjacentes às captações supracitadas, tendo o autor relacionado os cones de rebaixamento produzidos pelos bombeamentos nas baterias dos poços de captação à modificação das condições naturais de escoamento, apesar do mapa potenciométrico da área ainda mostrar uma tendência geral do fluxo d'água subterrâneo similar ao contexto regional, ou seja, em direção ao mar.

O sistema aquífero da área do Arena das Dunas é considerado como do tipo livre. Nesse setor da cidade, segundo dados de Melo (1995), o fluxo d'água subterrâneo do sistema aquífero Dunas-Barreiras se processa segundo uma frente de escoamento que descarrega suas águas em direção ao mar.

Figura 130. Mapa potenciométrico da área do Centro Administrativo do Estado do RN e adjacências, com realce da localização do estádio *Machadão* e depressões da superfície potenciométrica do sistema aquífero Dunas-Barreiras nas imediações das captações da CAERN devido ao bombeamento dos poços

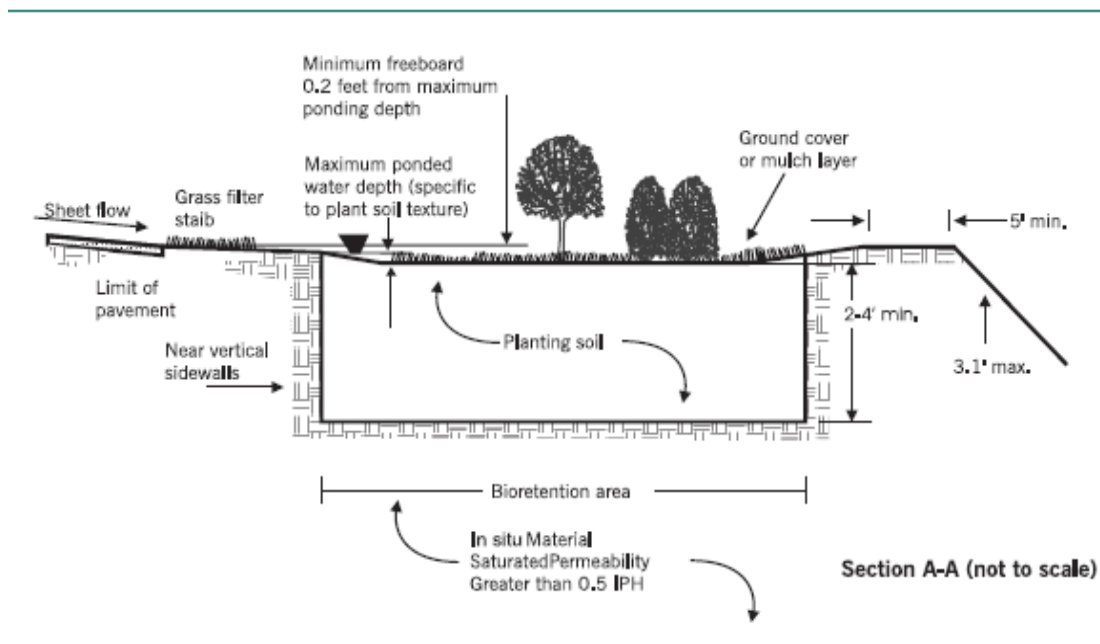


Fonte: Modificado de Melo, 1995.

Nesse sentido, a água pluvial gerada no empreendimento terá gestão baseada no conceito do LID, incrementada com outras técnicas de reciclagem e reuso de água e uso combinado de água de chuva nos períodos úmidos com água de captação da própria Bacia XII nos períodos secos (agosto a janeiro).

Alguns exemplos de soluções usualmente utilizadas pelas praticas do conceito do LIDs podem ser adotados nas áreas de estacionamento do estádio da Arena das Dunas, conforme mostramos nas Figuras 131, 132, 133, 134 e 135.

Figura 131. Célula de Bio-retenção



Fonte: Fundep, 2009.

Figura 132. Célula de Bio-retenção



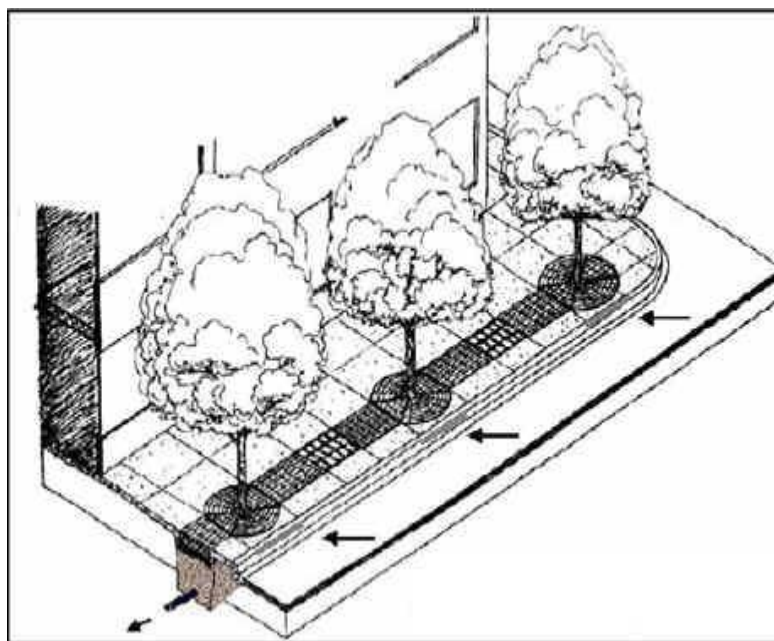
Fonte: Fundep, 2009.

Figura 133. Exemplo de uma célula de bio-retenção colocada em um estacionamento: Dimensões: 11,6 m x 3,6 m, profundidade = 1,2 m. Um dreno subterrâneo no fundo para drenar e evitar saturação, o qual foi coberto por 20 cm de pedregulho (2,5 a 5 cm), preenchido com mistura do solo a uma profundidade de 30 cm abaixo do meio fio



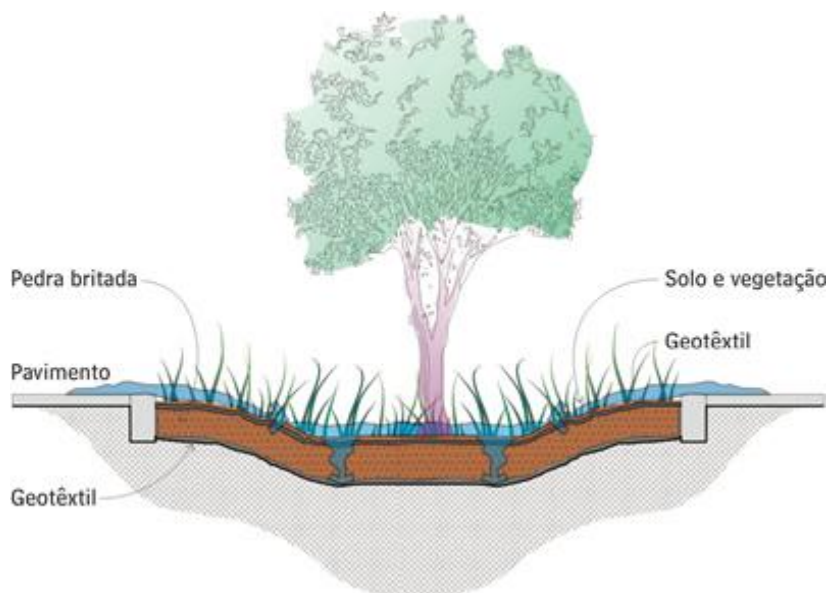
Fonte: Fundep, 2009.

Figura 134. Filtros de Caixa de Árvore: São mini-sistemas de filtração – bio-retenção, instalados embaixo das árvores. Controlam runoff, é limpo pela vegetação e pelo solo antes de entrar na bacia de captação. Esse runoff coletado ajuda na irrigação das árvores. É um container preenchido com uma mistura de solo, uma camada de terra vegetal, um sistema de drenagem subterrânea conectado com uma galeria de drenagem



Fonte: Virginia DCR – Stormwater management program

Figura 135. Infiltração das águas pluviais captadas nos locais impermeáveis do estacionamento através de camadas drenantes situadas entre as vagas



Fonte: Fundep, 2009.

8.4.4. Ações a Serem Implementadas no Sistema de Drenagem do Arena das Dunas

O sistema de drenagem do empreendimento da Arena das Dunas (e seu respectivo estacionamento) deverá ser elaborado levando em consideração os seguintes aspectos:

1. Utilização de todas as soluções usualmente utilizadas pelas praticas do conceito do LID nas áreas de estacionamento do estádio da Arena das Dunas, conforme mostramos nas Figuras 131, 132, 133, 134 e 135, para promover o *runoff* da água pluvial gerada em toda área de ocupação.
2. Utilização de Reservatório Pulmão (de 1ª Chuva ou de amortecimento) para regular e controlar o *runoff* nas primeiras horas das precipitações extraordinárias, devendo o mesmo está conectado com o circuito fechado que integrará Células de Bio-retenção, Filtros de Caixa de Árvore e demais técnicas a serem adaptadas às condições especiais do tipo de solo da área.

3. Utilização de Reservatório de decantação em paralelo com o reservatório pulmão com a finalidade fornecer água de chuva tratada para ser utilizada nas descargas de bacias sanitárias, mictórios, lavagem geral, irrigação do campo de futebol e demais necessidades, exceto para banho e lavatórios.

8.5. Recomendações sobre Direito de Superfície

O presente parecer tem como escopo o estudo sobre a viabilidade da construção das áreas que serão utilizadas pelo Município de Natal durante a Copa do Mundo de 2014, mais precisamente no que diz respeito à edificação do estádio e estacionamentos na área do Complexo Arena da Copa.

Para tanto, se faz necessário um breve estudo relacionado ao Direito de Superfície, com enfoque nos aspectos jurídicos e legais que envolvem o tema em análise, dispensando maior destaque aos direitos e obrigações contratuais.

8.5.1. Aspectos gerais e legais acerca do Direito de Superfície

O direito de superfície foi introduzido no ordenamento jurídico com o intuito de substituir com vantagem a enfiteuse, decorrente da necessidade prática de se permitir a construção em solo alheio, principalmente sobre bens públicos, definido no Estatuto da Cidade, trata-se de instrumentos de planificação urbana com uma configuração precisa e determinada. É um direito real e, como tal, é alienável, hereditário, podendo sofrer gravame real, e registro em cartórios imobiliários.

O superficiário, para o direito de superfície é aquele que tem a propriedade do bem imóvel, possui o direito de construir ou plantar. O fundeiro, ou seja, aquele que tem o interesse de ceder ou alienar o bem, tem também a expectativa de receber a coisa com a obra, se o instituto é estabelecido sob a modalidade temporária. Nesse sentido, dispõe o art. 1.369 do Código Civil:

O proprietário pode conceder a outrem o direito de construir ou de plantar em seu terreno, por tempo determinado. Mediante escritura pública devidamente registrada no cartório de registro de Imóveis.

Parágrafo único. O direito de superfície não autoriza obra nos subsolo, salvo se for inerente ao objeto da “concessão”.

Trata-se, como menciona a lei, de uma concessão que o proprietário faz a outrem, para que se utilize sua propriedade, tanto para construir como para plantar, nesse sentido se coloca também o Estatuto da Cidade, como mencionaremos. Essa lei dispõe que o direito concedido é para o superficiário utilizar o solo, subsolo ou espaço aéreo, de forma geral. O Projeto nº 6.960/2002, atendendo a esses aspectos, apresenta redação nova a esse dispositivo mencionando igualmente o direito de o superficiário executar benfeitorias em edificação, igualmente se referindo à utilização do solo, subsolo e espaço aéreo, na forma estabelecida em contrato e atendida à legislação urbanística.

Dá-se o nome de implante à obra ou plantação que decorre do direito de superfície, como já mencionado.

O contrato que estabelece a superfície somente gera efeitos pessoais entre as partes que só será obtida com o registro imobiliário, não admitindo o usucapião de superfície.

Como regra geral, em princípio o superficiário não pode utilizar o subsolo no sistema do Código Civil, salvo se essa utilização for inerente ao próprio negócio. Dessa forma, se é autorizada uma construção de certa monta, o subsolo poderá ser utilizado para garagens, depósitos e outras finalidades como ocorre nos edifícios de última geração. É de toda conveniência que os interessados sejam claros no pacto a esse respeito, pois nem sempre restará implícita a necessidade de utilizar o subsolo. O mesmo se aplica ao espaço aéreo.

O art. 1.377 do Novo Código civil menciona que o direito de superfície constituído por pessoa jurídica de direito público interno rege-se pelo Código, no que não for diversamente disciplinado em lei especial.

Entretanto, o art. 175 da Constituição Federal indica a necessidade de prévia licitação para a concessão de serviços públicos. A lei nº 8.666/93, com as alterações da lei nº 8.883/94, autoriza a Administração conceder direito real de uso de bens imóveis, dispensando licitação, quando o usuário for outro órgão público. Se for pessoa fora da Administração Pública, a concorrência será de rigor.

8.5.2. Direito de superfície no Estatuto da Cidade e no Código Civil de 2002

De qualquer forma, como sua própria autodenominação, o Estatuto da Cidade dirige-se exclusivamente aos imóveis urbanos. O recente Código se aplicará sem rebuços aos imóveis rurais.

Assim, o art. 21 do Estatuto da Cidade dispõe:

O proprietário poderá conceder a outrem o direito de superfície do seu terreno, por tempo determinado ou indeterminado, mediante escritura pública registrada no cartório de registro de imóveis.

§ 1º “O direito de superfície abrange o direito de utilizar o solo, o subsolo ou o espaço aéreo relativo ao terreno, na forma estabelecida no contrato respectivo, atendida a legislação urbanística”.

§ 2º “A concessão do direito de superfície poderá ser gratuita ou onerosa”.

Note-se que essa lei é expressa no sentido de poder o direito ser concedido por prazo determinado ou indeterminado. O correto e o conveniente, contudo, é que o contrato já estipule a finalidade e destinação dos implantes em geral, construções, plantações, acessões, benfeitorias; pois esse aspecto é elementar ao direito de superfície.

Em qualquer situação, deve ser avaliado se a utilização do subsolo é essencial ao direito de superfície que foi constituído, mesmo porque, pela própria denominação do instituto, a utilização deve ser da superfície do solo. É claro que as fundações para a edificação devem ser consideradas necessárias para o exercício do direito. Da mesma forma, se foi contratada a construção de garagens ou pavimentos no subsolo, essa utilização deve ser admitida.

8.5.3. Direitos das partes. Pagamento. Transmissão do Direito. Preferência

O contrato que institui a superfície pode ser gratuito ou oneroso. Na dúvida, há de se presumir a onerosidade, pois se trata de cessão de parcela importante da propriedade. O pagamento poderá ser feito de uma só vez ou parceladamente (art. 1.370). O dispositivo não aponta a periodicidade do pagamento. Quando o

pagamento é parcelado e maior a frequência de periodicidade, mais se aproximará do arrendamento e mais se afastará da enfiteuse. Esse pagamento é denominado *cânon superficiário* e o inadimplemento pode dar margem à ação de cobrança e de extinção da concessão, por infração contratual.

O art. 1.372 (Estatuto da Cidade, art. 21, §§ 4º e 5º) dispõe que o direito de superfície pode transferir-se a terceiros e, por morte do superficiário, aos seus herdeiros. O contrato não pode obstar a sucessão *causa mortis*, tendo em vista a natureza do instituto. Para evitar abusos que certamente ocorreriam, na sucessão entre vivos não poderá ser estipulado, pelo proprietário, qualquer pagamento pela transferência, as chamadas luvas (art. 1.372, parágrafo único). Essa proibição não é mencionada no Estatuto da Cidade e pode dar margem à interpretação que não se aplica às concessões urbanas de superfície, o que não nos afigura o mais justo. O título constitutivo pode, contudo, proibir a cessão a terceiros por ato entre vivos, dentro da autonomia de vontade das partes.

No direito de superfície há também direito de preempção ou preferência, tanto no caso de alienação do imóvel como de cessão do direito de superfície (art. 1.373 do Código Civil; art. 22 do Estatuto da Cidade). Essa preferência atende tendência natural de extinção de direito real sobre coisa alheia, tornando a propriedade plena. No primeiro caso terá preferência o superficiário e, no segundo, o proprietário, em igualdade de condições com terceiros. A finalidade desse direito de preempção é consolidar a propriedade em um único titular, quando possível. O Código não disciplina no capítulo específico a forma pela qual deve operar a preferência. O proprietário ou o superficiário deve tomar conhecimento da proposta respectiva para poder exercer sua preempção tanto por tanto.

A preempção ou preferência é regulada no atual Código nos arts. 513 e seguintes. O art. 517 se refere ao prazo de 60 dias para os imóveis, para o exercício da prelação, após a notificação. Quando não for concedido esse direito de preferência, responderá aquele que deixou de concedê-la por perdas e danos, respondendo também, solidariamente o adquirente, se tiver agido de má-fé (art. 518). Não existe possibilidade de o preterido nessa preempção depositar o preço e haver para si a coisa, como autoriza expressamente, por exemplo, a Lei do Inquilinato. Não há dispositivo na lei que autorize que o direito de preferência na superfície tenha

natureza de direito com efeito real. A situação fica, portanto, no âmbito dos direitos obrigacionais.

Com relação às obrigações das partes envolvidas contratualmente, o art. 1.371 do Código de 2002 afirma que o superficiário responderá por encargos e tributos que incidirem sobre a propriedade superficiária. O Estatuto da Cidade vai mais adiante, pois além de estipular essa responsabilidade tributária no art. 21, § 3º, acrescenta que o superficiário arcará, ainda, “proporcionalmente à sua parcela de ocupação efetiva, com os encargos e tributos sobre a área objeto da concessão do direito de superfície, salvo disposição em contrário do contrato respectivo”. Essa mesma dicção é sugerida pelo Projeto nº 6.960/2002 para estar presente no Código Civil.

8.5.4. Extinção do Contrato de Direito de Superfície

Além das causas comuns de extinção, como, por exemplo, o desaparecimento da coisa, há que se analisar as situações específicas que afetam a concessão da superfície.

A falta de pagamento do cânon é causa de rescisão, levando-se em conta o que estiver estabelecido no contrato. Deve ser examinado se é dado ao superficiário purgar a mora. A resposta deve ser afirmativa, como regra geral. A discussão se desloca para o momento ou termo final no qual a mora ainda pode ser purgada.

Estabelecido o pacto por prazo determinado, o advento do termo final extingue o direito, em obediência à mezinha regra geral. Já observados a matéria ao mencionar a possibilidade de prazo indeterminado no Estatuto da Cidade. Questão que logo se planta no pacto estabelecido por prazo determinado é saber se a relação jurídica se prorroga por prazo indeterminado se as partes não se manifestam no final e se, também, a situação de uso e gozo do direito de superfície se mantém inalterada e continuativa. A questão é importante mormente no tocante a terceiros adquirentes e ao direito de preferência. A solução que se afigura mais adequada é entender que no silêncio das partes o contrato passa a vigorar por prazo indeterminado, assim como a eficácia real. O caráter de permanência dos direitos reais em geral não permite outra solução. Assim, nessa premissa, haverá necessidade de notificação para a extinção do negócio, com prazo razoável,

segundo as circunstâncias, conforme expusemos. Incumbe às partes que tenham o devido cuidado na redação das cláusulas. Enquanto não cancelado o registro imobiliário, o direito de superfície prossegue gerando efeitos erga omnes. O art. 24, § 2º do Estatuto da Cidade, dispõe que a extinção do direito de superfície será averbada no cartório do registro de imóveis. Essa extinção também pode decorrer de sentença em processo no qual a matéria foi discutida.

O direito de superfície também pode ser extinto por infração às cláusulas contratuais e as normas gerais do instituto. O art. 1.374 menciona que “antes do termo final, resolver-se-á a concessão se o superficiário der ao terreno destinação diversa daquela que foi concedida”. A mesma regra está presente no Estatuto da Cidade (art. 24, § 1º). Não se trata, porém, da única possibilidade, porém, de denúncia motivada. A superfície pode ser rescindida igualmente, por exemplo, se o imóvel é deixado em estado de abandono, permitindo o superficiário sua deterioração. Outras infrações contratuais podem ocorrer, cujo exame da gravidade dependerá do caso concreto. O Estatuto da Cidade menciona expressamente que o direito de superfície extingue-se pelo advento do termo e “pelo descumprimento das obrigações contratuais assumidas pelo superficiário”. Apesar de ser um direito real, a concessão será sempre regida pela dicção contratual. Levando em conta esse aspecto, o projeto nº 6.960/2002 acrescenta no art. 1.374 que a resolução da superfície se dará, além da hipótese de destinação diversa pelo superficiário, também pelo descumprimento contratual.

Uma vez extinta a concessão superficiária, o proprietário readquirirá a propriedade plena sobre o terreno, construção ou plantação, independentemente de indenização, salvo se as partes não tiverem estipulado o contrário (art. 1.375 do Código Civil; art. 24 do Estatuto da Cidade). A presença do superficiário ou de seus prepostos ou familiares no imóvel, depois de extinta a concessão, caracteriza posse injusta, que autoriza a reintegração de posse.

Ocorrendo desapropriação do imóvel concedido, a indenização cabe ao proprietário e ao superficiário, no valor correspondente ao direito real de cada um (art. 1.376). Haverá, portanto, uma avaliação bipartida. Se as obras e benfeitorias pertencerem integralmente ao superficiário, a ele caberá, portanto, o seu respectivo valor.

8.5.5. Conclusão sobre o Direito de Superfície

Diante do exposto, infere-se que o direito de superfície se mostra plenamente viável no caso em tela, levando-se em consideração os custos do projeto, uma vez que o Município já detém a propriedade dos bens imóveis que serão empregados na construção do Complexo, bem como a construção do projeto atrairá grandes investidores privados, tendo em vistas as vantagens de por parte do investidor e segurança para o negócio jurídico em questão.

Ressalte-se que com a aplicabilidade deste instrumento jurídico tanto as obras como os investimentos privados encontrarão meios de viabilidade para execução do empreendimento como um todo, pois com a colaboração da iniciativa privada o complexo ganhara maior infraestrutura e maior rapidez para conclusão da obra, em contra partida o município cumpre suas expectativas diante da população e a responsabilidade pela execução das obras passa a ser de responsabilidade do privado, necessitando apenas fiscalização por parte do município para cumprir os prazos estabelecidos pela FIFA.

Como pontos favoráveis para que a transferência do direito de construir seja realizada mediante a constituição de um direito de superfície, podemos mencionar:

- 1) Em virtude de ter as partes a liberdade de estipular sobre o pagamento da prestação periódica, seja por um valor fixo no início da concessão, seja mediante uma renda periódica e anual, se reduziriam sensivelmente os custos de construção, não sendo necessário o pagamento de uma alta soma para a aquisição dos direitos de construção.
- 2) Por ser o direito de superfície um instrumento do desenvolvimento urbano e por seu vínculo a determinadas finalidades, como a de urbanização, no momento de constituição da transferência através do direito de superfície, tem o Poder Público outra forma destinada a garantir a concretização das finalidades propostas pelo plano urbanístico.
- 3) A garantia de que havendo desvio de finalidade, o Poder Público tem o poder de extinguir a concessão do direito de superfície que haja pactuado, conseqüentemente, a transferência do direito de construir.

Para o Poder Público que tem a faculdade de receber terrenos destinados a zonas verdes, conclusão ou construção de equipamentos comunitários, ou para preservar patrimônio histórico e artístico, como pagamento da transferência de um direito de construção, nada obsta a que receba estes terrenos mediante um direito de superfície. O único requisito é que estes direitos de superfície tenham o mesmo prazo de duração do outro direito de superfície que contenha a transferência dos direitos de construção. Desta forma, consegue-se o equilíbrio desejado de zonas edificáveis e não edificáveis.

4) O imóvel, tanto público como privado do qual se transfere o direito de construção, não fica esterilizado porque mediante a contratação de outro direito de construir através de outro direito de superfície de um terreno pode realizar-se uma construção.

Por fim, o município ganha a obra com a obra, a população receberá as benfeitorias realizadas e a iniciativa privada o retorno do investimento. Ressaltando que a viabilidade desse instrumento jurídico aplica-se a qualquer área onde o poder público tenha a propriedade da terra.

9. EQUIPE TÉCNICA

- **Leonardo Bezerra de Melo Tinoco** possui graduação em Engenharia Agrônoma Universidade de São Paulo (ESALQ – USP/SP, 1986); Especialista em Ciências e Técnicas de Governo e Planejamento Estratégico pela Fundación Altadir (Caracas, Venezuela) em 2000; Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2008).
- **Vilma Rejane Maciel de Sousa** possui Graduação em Ciências biológicas pela Universidade Potiguar (1997); Especialista em Educação Ambiental pela Universidade Potiguar/RN (1999); Mestrado em Administração com ênfase políticas públicas de meio ambiente – UFRN (2002).
- **Aldo da Fonseca Tinoco Filho** possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (Escola Politécnica da USP/SP, 1980); especialista em Engenharia Sanitária, pela UFRN (1982).
- **Ada Cristina Scudelari** possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Paraná (1987); Mestrado em Engenharia Civil pela PUC-Rio (1991); Doutorado em Engenharia Civil pela UFRJ (1997); Pós Doutorado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (2007).
- **Paulo Cesar Colonna Rosman** possui graduação em Engenharia Civil, Obras Hidráulicas e Saneamento pela UFRJ (1977); Mestrado em Engenharia Oceânica pela UFRJ (1979); Doutorado em Engenharia Costeira pelo Massachusetts Institute of Technology (1987).
- **Antônio Marozzi Righetto** possui graduação em Engenharia Civil pela USP (1968); Especialização em Civil Engineering pelo Colorado State University (1975); Mestrado em Hidráulica e Saneamento pela USP (1972); Doutorado em Hidráulica e Saneamento pela USP (1977).
- **Cícero Onofre de Andrade Neto** possui graduação em Engenharia Civil pela UFRN (1975); Mestrado em Engenharia Civil pela UFPB (1978); Doutorado em Recursos Naturais pela UFCG (2004).
- **Manoel Lucas Filho** possui graduação em Engenharia Civil pela UFRN (1975); possui Graduação em Comunicação Social pela UFRN (2007); Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos pela Universidad Politecnica

- de Madrid (1991); Pós Doutorado em Tratamento e Reuso de Águas Residuárias pela Universidad Politecnica de Catalunya (2003).
- **Ricardo Farias do Amaral** possui graduação em Geologia pela UFPE (1982); Especialização em Oceanografia Física pela UFRGS; Geologia Marinha pela UFF; Mestrado em Geociências pela UFPE (1987); Doutorado em Geociências pela UFRGS (1999).
 - **Vanildo Pereira da Fonseca** possui graduação em Geologia pela UFRN (1986); Mestrado em Geologia pela UFMG (1996); Doutorado em Geociências pela UFRGS (2006).
 - **Paulo Ricardo Melchert de Carvalho e Silva** possui Graduação em Engenharia Agrônômica pela USP (1984).
 - **João Abner Guimarães Junior** possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1979), mestrado em Engenharia Civil [Campina Grande] pela Universidade Federal da Paraíba (1993) e doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (1998).
 - **Sérgio Bezerra Pinheiro** possui graduação em Engenharia Civil pela Unjiversidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN (1986); Especialização em Educação Ambiental pela Universidade Potiguar/UNP (1999); Especialização em Projeto e Construção de Redes de Esgoto Sanitário pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (1986); Especialização em Tratamento de Esgotos Domésticos pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (1986); Especialização em Bombas Hidráulicas por Bombas Kings (1987); Especialização em Tratamento de Águas Residuárias de Indústrias pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (1994); Especialização em Projeto e Gerenciamento de Aterros Sanitários pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (1999).
 - **Francisco da Rocha Bezerra Júnior**, possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN (2005); Especialização em Geoprocessamento e Cartografia Digital pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN (2008).

- **Noemia Pereira do Nascimento** possui bacharelado em Administração (2001) na Universidade Potiguar (UnP).
- **Erivaldo de Souza** possui graduação em Geografia Bacharelado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2005).
- **Alexson Adriano da Silva**, graduando em Engenharia Civil pela Universidade Potiguar.
- **Kadidja Nara Queiroz Cabral** possui graduação em Turismo pela Universidade Potiguar (1999); graduanda em Direito pela Universidade Potiguar.
- **Marcelo Ribeiro Fernandes** possui graduação em Direito pela Universidade Potiguar/RN (2007).
- **André Antônio de Melo Pessoa** possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Potiguar/RN (2004); pós-graduando em Biotecnologia pela Universidade Federal de Lavras.
- **Marcelo da Silva** possui graduação em Ciências biológicas pela Universidade Potiguar; Mestrado em Ciências Biológicas – UFRN (2007).
- **Bruno Rodrigo de Albuquerque França** possui Graduação em Ciências biológicas pela Universidade Potiguar; Mestrado em Ciências Biológicas – Universidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN (2006).
- **Flávio Henrique Cunha de Farias** possui graduação em Ciências biológicas pela Universidade Potiguar; Mestrando em Biologia da Conservação pela Faculdade de Ciências Universidade de Lisboa – FCUL.
- **Leonlene de Sousa Aguiar** possui graduação em Geografia (Bacharelado) pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2008).
- **Marcelo Augusto de Queiroz** possui graduação em geologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1983) e Especialização em Avaliação e Vulnerabilidade de Aquífero pela Universidade Federal do Paraná (1994).
- **João Maria Soares do Nascimento** técnico em Mineração formado pela Escola Técnica Federal do Rio Grande do Norte (1973); graduado em Geologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1982).

- **Bety Jakeliny Mendes Álvares** possui graduação em Turismo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN/2004); especialista em Gestão Ambiental Urbana pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2008).
- **Priscila Soares Mendonça** possui graduação em Biomedicina pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2008); graduada em Tecnologia em Controle Ambiental pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte (2007); Cursando especialização em Gestão e Perícia Ambiental na FARN (2009).
- **Josemá de Azevedo** possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1965); Possui pós graduação em Engenharia Sanitarista pela Faculdade de Higiene e Saúde Pública / USP (1966).
- **Dinno Iwatta Monteiro** possui Bacharelado em Direito pela UFRN; especialista em Direito do Consumidor – Universidade Potiguar/Unp (2009).
- **José Mairton Figueiredo de França** possui graduação em Economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN; doutorado engenharia de produção – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
- **Jonatas Ferreira de Lima** estagiário, cursando Engenharia Civil na Universidade Potiguar – UnP.
- **Alisson Adriano da Silva** estagiário, cursando Engenharia Civil na Universidade Potiguar – UnP.
- **Luisa Câmara Madeiros de Araújo** estagiária, cursando de Ciências Biológicas na Universidade Potiguar.
- **Denise Mary Santana Marcelino** estagiária, cursando Ciências Biológicas na Universidade Potiguar.
- **Daniel Maciel Weiner** estagiário, cursando psicologia na Universidade Potiguar.
- **César Augusto Galvão de Paiva Camêlo** estagiário, cursando Engenharia Elétrica na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).
- **Danilo Curvelo de Souza** estagiário, cursando Engenharia da Computação na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

- **Alan Kellnon Nóbrega de Carvalho** cursando Geologia na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).
- **Graciane Amorim Miranda de Oliveira** estagiária, cursando Engenharia da Computação na Universidade Potiguar (UnP).
- **Igor Peregrino da Silva Sena** estagiário, cursando Geologia na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).
- **Fabício de Oliveira Galvão** estagiário, cursando Engenharia Civil na Universidade Potiguar (UnP).

10. REFERÊNCIAS

ALLEN ET AL, 2008. KURTZMAN & ZAUHAR, 2005. **A importância dos eventos esportivos para os destinos turísticos.** Disponível em: <<http://www.futebolesociedade.com.br>

AMARAL, R. F. do; DINIZ FILHO, J. B.; FONSECA, V. P. da. **Análise de aspectos geoambientais da cidade do Natal, com ênfase à Região de Lagoinha (ZPA 05).** Parecer apresentado ao Ministério Público da cidade do Natal. 26p. 2005.

AMARAL, R. F. do; DINIZ FILHO, J. B.; FONSECA, V. P. da. **Degradação ambiental da cidade do Natal: aspectos geológicos e hidrogeológicos.** Estudos Geológicos, vol 15. UFPE. Recife. 2005.

ANSARAH, Maria Gomes dos Reis (org.). **Turismo – Segmentação de Mercado.** São Paulo, SP: Futura, 1999.

BASTOS, R. P.; MOTTA, J. A. De O.; LIMA, L. P.; GUIMARÃES, L. D.A. **Anfíbios da Floresta Nacional de Silvânia, estado de Goiás.** Goiânia: R.P. Bastos, 2003.

BEISWENGER, R. E. **Integrating anuran amphibian species into environmental assessment programs.** Pp. 159-165. in N. Am. P. (ed). Proc. Symp. Man.of Amphib., Rept., and Mammals. 1988.

BÉRNILS, R. S. (org.). 2009. **Brazilian reptiles – List of species.** Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br/>. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Acesso em 16/06/2009.

BIANCONI, G. V.; PEDRO, W. A. **Família Vespertilionidae.** Pg. 167-195 in REIS, N. R. dos (org.). Morcegos do Brasil. Londrina: Nélío Roberto dos Reis, 2007.

BLAUSTEIN, A. R.; WAKE, D. B. **The puzzle of declining amphibian populations.** Scientific American, P. 52-57. 1995.

BONVICINO, C. R.; OLIVEIRA, J. A.; D'ANDREA, P. S. **Guia dos roedores do Brasil: com chaves para gêneros baseados em caracteres externos**. Rio De Janeiro: Centro Pan-Americano de Febre Aftosa - OPAS/OMS, 2008.

BRITO, A. E. R. de M.; MADEIRA, Z. R.; COSTA, F. de A. P. da; NUNES, E. P.; MATIAS, L. Q.; MAGALHÃES E SILVA, F. H. **Vegetação costeira do Nordeste Semi-Árido: guia ilustrado**. Fortaleza: Edições UFC, 2006.

CAERN. **Captação Lagoa Nova 1 – Natal**: Avaliação da Captação de Produção dos Poços Tubulares. Relatório Interno da CAERN. 1989

CAERN. **Captação Lagoa Nova 1 – Natal**: Avaliação da Captação de Produção dos Poços Tubulares. Relatório Interno da CAERN. 1989

CARVALHO JR. – 2001 – **Contaminação das águas subterrâneas por nitrato e sua relação com a estrutura hidrogeológica nos bairros de Pirangi e Ponta Negra, Natal/RN**. Programa de Pós Graduação em Geociências, UFRN, Natal-RN. Dissertação de Mestrado.

CARVALHO JR. **Contaminação das águas subterrâneas por nitrato e sua relação com a estrutura hidrogeológica nos bairros de Pirangi e Ponta Negra**. Natal/RN. Programa de Pós Graduação em Geociências, UFRN, Natal-RN. Dissertação de Mestrado. 2001.

CASHMAN, R. **Olympic Countdown: diary of the Sydney olympics**. Sydney: Walla Walla Press, 1999.

CESTARO, L. A. **Fragmentos de florestas Atlânticas no Rio Grande do Norte: relações estruturais, florísticas e fitogeográficas**. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais). São Carlos: UFSCar, 2002.

COOPER, Chris. FLETCHER, John. WANHIL, Stephen. GILBERT, David. SHEPERD, Rebecca; trad. Roberto Cataldo Costa. **Turismo, princípios e práticas**. 2ª edição, Porto Alegre: Bookman, 2001.

Copa 2014 – Brasil – **Hotelaria das Cidades pode receber recursos do BNDES.** Disponível em: <<http://www.copa2014.org.br/noticias>> acesso em 23 de julho de 2009.

DOOD, C. K., Jr.; CADE, B. S. **Movement patterns and the conservation of amphibians breeding in small, temporary wetlands.** Conservation Biology 12:331-339. 1997.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FABIAN, M. E.; GREGORIM, R. **Família Molossidae.** Pp. 149-165 in REIS, N. R. dos (org.). Morcegos do Brasil. Londrina: Nélío Roberto dos Reis, 2007.

FIERN - Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Norte - **Plano Estratégico Natal 3º. Milênio.** Natal, s.d.

FOSTER, S. & HIRATA, R. 1993. **Determinação do Risco de Contaminação das Águas Subterrâneas: um método baseado em dados existentes.** São Paulo. Instituto Geológico – Boletim N° 10, 92p.

FOSTER, S. & HIRATA, R. **Determinação do Risco de Contaminação das Águas Subterrâneas: um método baseado em dados existentes.** São Paulo. Instituto Geológico – Boletim N° 10, 92p. 1993.

Freitas, M. A. de. **Serpentes brasileiras.** Lauro de Freitas: Malha-de-Sapo Publicações e Consultoria Ambiental, 2003.

FREITAS, M. A. de; SILVA, T. F. S. **Guia ilustrado: a herpetofauna da mata atlântica nordestina.** Pelotas: USEB, 2005.

FREITAS, M.A. de; SILVA, T.F.S. **Anfíbios na Bahia: um guia de identificação**. Camaçari: USEB, 2004.

GOIDANICH, K. L. MOLLETTA, V. F. **Turismo esportivo**. Porto Alegre: Sebrae, RS: 1998.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Anuário Estatístico do Rio Grande do Norte – 2004**. Natal: Grafpel, 2004.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. **Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável para a Região Metropolitana de Natal – Metrópole 2020**. V. 1. Coordenação Tânia Bacelar. FADE/UFPE, Recife, 2006.

GUERRA, A. J. T.. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 472p.

GUERRA, Antônio José Teixeira. **Processos erosivos nas encostas**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 472p.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. . **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 472 p.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 472 p.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T.. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bretand Brasil, 2006. 648p.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T.. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bretand Brasil, 2006. 648p.

HIDROSERVICE - Relatório Diagnóstico. In: ***Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte***, Recife, LABHID/FADE/UFPE, 96p. (Volume 1). 1997.

HIDROSERVICE - Relatório Diagnóstico. In: *Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte*, Recife, LABHID/FADE/UFPE, 96p. (Volume 1). 1997.

IBAMA. **Portaria Nº 37-N**. Brasília: IBAMA, 1992.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Dinâmica dos Municípios**. Brasília, 2007. Disponível em <http://www.ipea.gov.br>, acessado em 13 de agosto de 2008.

IPT – **Reconhecimento hidrogeológico e estudo sobre a qualidade atual das águas subterrâneas da grande Natal**. São Paulo – SP. 2v. (Relatório IPT nº 14.813). 1982.

LEITE, J. C. de M; BÉRNILS, R. S.; MORATO, S.A. **Método para a caracterização da herpetofauna em estudos ambientais**. 2 ed. MAIA, PIAB, 1993.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**, vol. 2. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: de consumo in natura**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 3ª Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2001.

L.R.ENGENHARIA. **Relatório de estudos hidrológicos do Plano diretor de drenagem e manejo de água urbana de natal/RN**. Natal/ RN, 2009.

MARQUES, O.A.V.; ABE, A.S.; MARTINS, M. **Estudo Diagnóstico da Diversidade de Répteis do Estado de São Paulo**. Pp. 29-38. In: Castro, R.M.C. (ed.).

Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX. Volume 6: Vertebrados. São Paulo: FAPESP, 1998.

MEDEIROS, T. H. de L.. **Evolução geomorfológica, (des)caracterização e formas de uso das lagoas da cidade do Natal/RN.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN/PPGG. 105p. Natal. 2001.

MEDEIROS, T. H. L. **Evolução geomorfológica, (des)caracterização e formas de uso das lagoas da cidade do Natal/RN.** Natal: UFRN, 2001. 100p. Dissertação de Mestrado em Geodinâmica e Geofísica.

MEDEIROS, T. H. L. **Evolução geomorfológica, (des)caracterização e formas de uso das lagoas da cidade do Natal/RN.** Natal: UFRN, 2001. 100p. Dissertação de Mestrado em Geodinâmica e Geofísica.

MELO, J. G. – **Impactos do desenvolvimento urbano nas águas subterrâneas de Natal/RN.** Tese de Doutorado, Instituto de Geociências – USP. São Paulo, SP, 196p. 1995.

MELO, J. G. de. ; REBOUÇAS, A. C. e QUEIROZ, M. A. **Análise dos componentes hidrogeológicos da área de Natal / RN.-** in: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 9º, Anais (1): p. 471- 480. Recife. 1994.

MELO, J. G. de. e QUEIROZ, M. A. 1996. **Desenvolvimento dos recursos hídricos subterrâneos da região da Grande Natal – RN. Estratégia para el próximo siglo. Recursos Hídricos Subterrâneos.** ABAS - MG - Brasil/UNESCO-PHI. <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/estrategias/tapa.html>, em 07/01/2009.

MELO, J. G. de. **Impactos do desenvolvimento urbano nas águas subterrâneas de Natal / RN.** Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo – USP/ IGeo, São Paulo. 1995.

Ministério do Turismo – **A viagem da Copa começa aqui.** África do Sul. Disponível em: <<http://www.copa2014.turismo.gov.br>> acessado em 23 de julho de 2009.

Ministério do Turismo – **A Viagem da Copa começa aqui**. Alemanha. Disponível em: <<http://www.copa2014.turismo.gov.br>> acessado em 23 de julho de 2009.

Ministério do Turismo – **Plano Nacional de Turismo 2007 – 2010**.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Instrução Normativa Nº 6**. Brasília: ICMBIO, 2008.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. 2v. Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, 2008. 1420 p. (Biodiversidade; 19).

NETTO, A. L. C. **Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia**. In: GUERRA, Antônio José Teixeira. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2005. 472 p.

NETTO, A. L. C. **Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia**. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 472 p.

NETTO, A. L. C. **Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia**. In: GUERRA, Antônio José Texeira; CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 472p.

NETTO, A. P.; ANSARAH, M. G. R. **Segmentação do Mercado Turístico: estudos, produtos e perspectivas**. 1ª edição, São Paulo: Manole, 2009.

NETTO, A. L. C. **Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia**. In: GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2005. 472 p.

NETTO, A. L. C. **Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 472p.

NETTO, A. L. C. **Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B.. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 472 p.

NOGEIRA, M. R.; DIAS, D; Peraschi, A. L. **Subfamília Glossophaginae**. Pp. 45-59 in REIS, N. R. dos (org.). **Morcegos do Brasil**. Londrina: Nélío Roberto dos Reis, 2007.

NUNES, E. **Geografia física do Rio Grande do Norte**. 1ª ed. Natal: Imagem Gráfica, 2006. 114p.

NUNES, Elias. **O meio ambiente da grande Natal**. Natal: Imagem Gráfica, 2000. 120p.

PALMIERI, F.; LARACH, J. O I. **Pedologia e Geomorfologia**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 372 p.

PLANAT. **Captação de Lagoa Nova I: testes de produção nos poços tubulares – Relatório de Conclusão**. Consultoria em Recursos Naturais (PLANAT). CAERN. Natal-RN, 172p. 1983.

Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte-Relatório Diagnóstico-vol. 01, LABHID/CTG/UFPE. 1997.

PONTAROLO, Edilson [et al.]. **Hiperdocumento didático sobre o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio Grande do Sul: Revista Novas Tecnologias na Educação. V. 03, nº. 1, maio, 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DO NATAL/Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. **Anuário/Natal 2006**. Departamento de Informação, Pesquisa e Estatística. Natal, 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DO NATAL/Secretaria Municipal de Planejamento e Gestão Estratégica. **Mapeando a Qualidade de Vida em Natal**. Autoria: Arimá Viana Barroso. Natal, 2003.

PREFEITURA MUNICIPAL DO NATAL/Secretaria Municipal de Saúde. **(Re)desenhando a Rede de Saúde na Cidade do Natal**. Natal-RN, 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DO NATAL/Secretaria Municipal de Saúde. **Boletim Semanal Dengue, Ano 01** – Número 01/08, Natal/RN, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DO NATAL/Secretaria Municipal de Saúde. **Relatório de Gestão 2007**, Natal/RN, 2007.

PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico do Solo**: a agricultura em regiões tropicais. Nobel, Re. 2004. São Paulo, 2002.

REIS, N. R.[org.]. **Morcegos do Brasil**. Londrina: Nélcio Roberto dos Reis, 2007.

REIS, N. R. dos; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. **Mamíferos do Brasil**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2006.

SANTOS, J. P. dos; MELO, J. G. de; VASCONCELOS, M. B.; MEDEIROS, J. I. de; DANTAS, M.W. de A.; SANTOS, D. B. A. dos; MEDEIROS, E. de; BARRETO, W. de O.; OLIVEIRA, F. G. de OLIVEIRA; F. S. de e SILVA, R. D. R. da. **Cadastramento e nivelamento de poços do Aquífero Barreiras no município do Natal/RN**. Relatório Final. 2006.

SBH. 2009. **Brazilian amphibians – List of species**. Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br/>. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Acesso em 16/06/2009.

Seminário Internacional – **Perspectivas e desafios para o turismo – Copa do Mundo 2014**. Disponível em: <www.copa2014.turismo.gov.br> acesso em 23 de julho de 2009

SERHID/RN - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte. **Plano Estadual de Recursos Hídricos. Caracterização Hidrogeológica dos Aquíferos do Rio Grande do Norte**. 78 p. Natal. 1998.

SERIDH - **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte-Relatório Diagnóstico**- vol. 01, LABHID/CTG/UFPE. 1997.

SICK, H. **Ornitologia brasileira: uma introdução**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997.

U.S.EPA (U.S.ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY). 1995. **Drinking water regulations and health advisories. Offices of water**. Disponível em: <<http://www.epa.gov>. > Acessado em 23 /08/2001.

VARELA-FREIRE, A. A. **Fauna Potiguar**. Natal: EDUFRN, 1997.

VASCONCELOS, N. S. **O avanço da contaminação por nitrato nas águas subterrâneas da zona sul de Natal, RN**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN/PPGEO. 98p. Natal. 2002.

WEIGOLDT, P. **Changes in the composition of mountain stream frog communities in the Atlantic mountains of Brazil: frogs as indicators of environmental deteriorations?** Studies on Neotropical Fauna and Environment 243: 249-255. 1989.

ZORTÉIA, M. **Subfamília Sternodermatinae**. Pp. 107-128 in REIS, N. R. dos (org.). **Morcegos do Brasil**. Londrina: Nélío Roberto dos Reis, 2007.

ANEXO