

ÍTEM 2 – DIAGNÓSTICO

ÍTEM 2.6 – ESTUDOS AMBIENTAIS COM DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS E RELATÓRIOS

**NATAL/RN,
Outubro/2009**

DIAGNÓSTICO DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DA CIDADE DO NATAL

ÍTEM 2.6 – ESTUDOS AMBIENTAIS

**NATAL/RN,
OUTUBRO / 2009**

EQUIPE DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS (PPDDMA)

Demétrio Paulo Torres – Secretário Municipal de Obras e Infra Estrutura

Luciano Rebello da Cunha Melo – Secretário Adjunto de Planejamento de Obras

GRUPO DE TRABALHO LOCAL

Vital Gorgônio da Nóbrega Engenheiro Civil – Coordenador – SEMOPI

José Edilson Bezerra – Engenheiro Civil – Sub-Coordenador – SEMURB

Francisco Werton Diógenes - Engenheiro Civil – SEMOPI

Ivanilde Ramos da Silva – Engenheira Sanitarista - SEMSUR

Uéilton Cabral da Silva – Geógrafo – SEMOPI

EQUIPE TÉCNICA L. R. ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

Alberto de Melo Rodrigues – Engenheiro Civil CREA 210.405.683-7 (Coordenador Geral)

Diógenes Santos de Sena – Eng. Civil e Mestre em Eng. Sanitária CREA 210.136.107-8

Marcos Roberto de Melo R. Filgueira – Engenheiro civil CREA 210.416.831-7

Geová Alves da Costa– Técnico em Topografia CREA 210.266.657-4

Mércia Targino de Oliveira – Técnica em Edificações

Roberto Silva de Oliveira – Cadista

Eberth Ferreira de Oliveira – Cadista

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO RELATÓRIO

Aldo Tinoco da Fonseca Filho

Coordenação dos Estudos Urbanísticos, Socioeconômicos e Ambientais

Leonardo Bezerra de Melo Tinoco

Responsável pelos Estudos Ambientais

Leonlene de Sousa Aguiar

Pedro Henrique Guedes Angeiras

Levantamento de campo em Meio Ambiente

Betty Jakeliny Mendes Álvares

Coordenação de Meio Antrópico

Luiza Câmara Medeiros de Araújo

Estagiária de Biologia

Francisco cenildo da Costa Filho

Apoio Técnico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. MEIO FÍSICO.....	5
a) Caracterização Regional.....	6
b) Caracterização Local	8
c) Precipitação Pluviométrica	8
d) Temperatura do ar	15
e) Umidade relativa	17
f) Insolação e Nebulosidade.....	20
g) Ventos	20
h) Evapotranspiração potencial	23
i) Balanço hídrico	23
2.2.1. Geologia	24
a) Depósitos Tercio-Quaternários	26
b) Depósitos Quaternários	30
c) Hidrogeologia: Aquífero Barreiras.....	33
2.2.2. Geomorfologia	36
a) Tabuleiros Costeiros.....	38
b) Dunas.....	39
c) Corredores Interdunares	42
d) Planícies.....	44
e) Planície Litorânea ou Costeira	45
f) Praias.....	48
g) Mangues.....	49
h) Falésias	50
i) Arenitos de Praia	51
j) Enseadas e Pontas.....	53
k) Planícies Fluvial, de Inundação e Lacustre	55
2.2.3. Pedologia	56
I - Considerações sobre erodibilidade e conservação dos solos.....	58
2.2.4. Recursos Hídricos e Drenagem pluvial	71
a) Análise Macro-regional	71
Bacia hidrográfica do Rio Potengi/Jundiaí	73
Sub-bacia do riacho das Quintas.....	75
Sub-bacia do riacho do Baldo.....	76
Bacia hidrográfica do Rio Doce	77
Bacia hidrográfica do Rio Pirangi	80
Sub-bacia do Rio Pitimbu	81
Área de escoamento difuso e Oceano Atlântico.....	83
Hidrologia Subterrânea	87
Problemas freqüentes.....	89
b) Análise Micro-regional	92
2.2.5. Síntese do Meio Físico da Cidade do Natal, por Zona Administrativa	97

a) Zona Oeste	97
b) Zona Leste	102
c) Zona Sul	107
d) Zona Norte	111
3. MEIO BIOLÓGICO	117
3.1. Caracterização Geral do Município do Natal	117
3.2. Regiões Administrativas	123
3.2.1. Meio Biótico Zona Sul.....	124
3.2.2. Meio Biótico Zona Leste	128
3.2.3. Meio Biótico Zona Oeste	133
3.2.4. Meio Biótico Zona Norte	135
I - Formação Herbácea	138
4. MEIO ANTRÓPICO	139
4.1. Caracterização Geral do Município do Natal.....	139
4.2. Meio Antrópico Zona Sul.....	145
4.3. Meio Antrópico Zona Leste.....	154
4.4. Meio Antrópico Zona Oeste.....	160
4.5. Meio Antrópico Zona Norte.....	166
5. ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	172
5.1. Impactos Ambientais na Zona Norte.....	172
5.1.1. Bacia de Drenagem do Rio Doce	173
5.1.2. Bacia de Drenagem da Lagoa Azul	188
5.1.3. Bacia de Drenagem do Rio Potengi/Salinas	190
5.1.4. Bacia de Drenagem da Lagoa de Extremoz	192
5.1.5. Bacia de Drenagem do Rio Golandim.....	193
5.1.6. Bacia de Drenagem da Redinha	194
5.2. Impactos Ambientais na Zona Oeste, Sul e Leste.....	196
5.2.1. Bacia de Drenagem Potengi/Rocas-Ribeira	196
5.2.2. Bacia de Drenagem Praias Urbanas.....	198
5.2.3. Bacia de Drenagem Riacho do Baldo	201
5.2.4. Bacia Hidrográfica Potengi/Quintas-Base Naval.....	202
5.2.5. Bacia de Drenagem Parque das Dunas	204
5.2.6. Bacia de Drenagem Rio das Lavadeiras	206
5.2.7. Bacia de Drenagem Via Costeira.....	207
5.2.8. Bacia de Drenagem Rio Potengi/Felipe Camarão	209
5.2.9. Bacia de Drenagem Rio Jundiá/Guarapes.....	210
5.2.10. Bacia de Drenagem Lagoa da Jaguarari	211
5.2.11. Bacia de Drenagem Rio Pitimbu	212
5.2.12. Bacia de Drenagem San Vale/Cidade Satélite.....	213
5.2.13. Bacia de Drenagem Lagoinha	216
5.2.14. Bacia de Drenagem Praia de Ponta Negra	217
15. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	220
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	245

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01. Precipitação total no período de 1984 – 2007 no município de Natal/RN	09
FIGURA 02. Média mensal das precipitações em Natal/RN período de 1984 - 2007	09
FIGURA 03. Imagens do satélite meteorológico GOES-10 dos dias 15/04 (a) e 10/06 (b) de 2008, ambos tirados as 14:45 p.m., mostrando a ZCIT atuando sobre a Região Nordeste do Brasil. Na figura b percebe-se o deslocamento da ZCIT em direção ao Hemisfério Norte	11
FIGURA 04. Volume de chuvas precipitadas no município de Natal/RN nos anos de 2007 em comparação com o período de 01/01 a 10/06 de 2008	14
FIGURA 05. Intensidade de chuva máxima anual em função da duração e do período de retorno	15
FIGURA 06. Gráfico de ocorrência de Temperaturas mínimas no município de Natal em uma escala temporal de 24	16
FIGURA 07. Gráfico de registro das maiores temperaturas ocorridas em Natal/RN na escala temporal de 1984 – 2008	17
FIGURA 08. Gráfico de registro da Umidade Relativa do Ar em Natal/RN, ao longo dos meses, no decênio compreendido entre 1998 – 2008	18
FIGURA 09. Comportamento da Nebulosidade e da Cobertura de Nuvens na área da Base Aérea de Natal ao longo do ano de 2007	20
FIGURA 09. Predominância dos ventos em Natal	21
FIGURA 10. Comportamento dos ventos no município de Natal/RN	22
FIGURA 11. Comportamento das correntes oceânicas no Atlântico	22
FIGURA 12. Balanço hídrico da região de Natal segundo o método de Thornthwaite & Mather (1955) e dados da Estação Climatológica da UFRN	24
FIGURA 13. Recorte espacial do mapa geológico do RN com destaque para Natal	25
FIGURA 14. Camada laterítica encontrada na Zona Norte de Natal durante construção de um túnel a uma profundidade média de 20 m. A camada laterítica no local tem espessura aproximada de 3 m de largura	28
FIGURA 15. Perfil litológico mostrando o afloramento da Formação Barreiras. Observa-se em destaque a disposição do horizonte laterítico sobreposto aos regolitos constituintes das paleocascalheiras	30
FIGURA 16. Os sedimentos depositados nas praias são transportados para o continente pelos ventos, dando origem as dunas que caracterizam o relevo do litoral Leste potiguar. Em segundo plano vê-se a disposição dos arenitos de praia ao longo da praia de Areia Preta	31
FIGURA 17. De baixo para cima: Afloramento do lençol de água; escarpa mostrando o topo da Formação Barreiras e; Paleodunas recobrimdo os Tabuleiros Costeiros	33
FIGURA 18. Comportamento da água em um solo arenoso. Na zona subsaturada	34

verifica-se a retenção parcial da água, enquanto que na saturada a água preenche todos os espaço vazios entre os grãos que formam o solo	
FIGURA 19. Em primeiro plano vê-se uma fotografia do bairro de Ponta Negra (década 1980), construído sobre uma faixa de tabuleiros costeiros situados entre dunas. Em segundo plano vê-se um recorte dos tabuleiros costeiros, próximo a via costeira (2008)	39
FIGURA 20. Na imagem é possível verificar a disposição SE-NW das dunas na cidade do Natal, em conformidade com os ventos que sopram na cidade	41
FIGURA 21. Campo de dunas parabólicas de San Vale/Pitimbu/Cidade Nova	42
FIGURA 22. Área entre Dunas formando paralelamente um extenso Corredor Interdunar no San Vale em Natal	43
FIGURA 23. Vale Interdunar no bairro de San Vale sofrendo processo de aterramento por atividades humanas, ocasionado pelo processo de expansão urbana da cidade	44
FIGURA 24. Em primeiro plano temos a planície de costeira ou de praia, limitada pelo Oceano Atlântico, à direita e pelas dunas frontais, à esquerda. Em segundo plano vê-se a presença de rochas de praia junto à planície costeira - Via Costeira, Natal/RN	45
FIGURA 25. Topografia da zona costeira do Nordeste, vendo-se a zona dos Tabuleiros de argila da série Barreiras e a esquerda a linha de Recifes	46
FIGURA 26. Planície Flúvio-Marinha de Natal com presença de Manguezal, tendo o Estuário do Rio Potengi/Jundiá desembocando no Oceano Atlântico	46
FIGURA 27. Tubulação de águas pluviais despejando efluentes domésticos nas areias das praias de Ponta Negra e de Areia Preta, Natal/RN	48
FIGURA 28. Praia de Ponta Negra, Natal/RN	49
FIGURA 29. Planície costeira em área de Mangue, Rio Jaguaribe, Natal/RN	49
FIGURA 30. Falésia na Via Costeira. Ao fundo vê-se o Parque Estadual das Dunas de Natal	50
FIGURA 31. Falésia morta na Av. Getúlio Vargas - Praia dos Artista e do Meio, Natal/RN	51
FIGURA 32. Arenitos de praia situados na praia de Areia Preta	52
FIGURA 33. Estratificação de rocha sedimentar na Via Costeira de Natal. Pode-se inferir que no passado houve a ação da água marinha, dando origem a essa estrutura mais resistente (Arenito). À direita, constata-se o afloramento de água subterrânea proveniente da infiltração de águas meteóricas nas dunas que recobrem a estrutura	52
FIGURA 34. Ponta Negra com destaque para as feições geomorfológicas: Ponta, Enseada, Dunas, Praia, e pequenas manchas ao longe que constituem os Terraços de Abrasão e <i>beach rocks</i>	53
FIGURA 35. Tubulações por onde deságuam as águas pluviais provenientes do escoamento superficial. Comum encontrar pontos com águas misturadas de esgotos devido a ligações clandestinas	54
FIGURA 36. Aspecto frontal de uma duna frontal junto à faixa de praia, retratando a formação dos Neossolos Quartzarênicos distróficos marinhos	59

FIGURA 37. Perfil de um Neossolos Quartzarênicos distróficos situado nas dunas do Complexo Lagunar de Pajussara/Gramoré	60
FIGURA 38. Perfil de um Argissolo próximo as vertentes do Rio Doce, onde é possível visualizar seu caráter areno-argiloso	61
FIGURA 39. Na área de domínio dos Neossolos Aluvionáres é desenvolvida a cultura de hortifrutigranjeiros. Em primeiro plano temos a comunidade de Gramorezinho/Pajussara, Natal/RN, em segundo plano vê-se uma imagem aérea do Rio Pitumbu, Parnamirim/RN	62
FIGURA 40. Componentes da interceptação: P é precipitação; ET é evapotranspiração; A_c é armazenamento nas copas; A_t é atravessamento nas copas; A_s é armazenamento pela serrapilheira e; F_t é fluxo nos troncos	64
FIGURA 41. Lagoas de recepção das águas pluviais em sub-bacias confinadas	66
FIGURA 42. Processo erosivo com vossorocamento na Zona Norte de Natal	68
FIGURA 43. Área rebaixada do relevo no bairro de Candelária. No ponto de onde foram tiradas as fotografias existe uma lagoa de recepção das águas pluviais. A impermeabilidade das ruas e edificações faz com que o volume de água escoe rapidamente desde as áreas mais altas a montante (interflúvios) até a lagoa	69
FIGURA 45. Bacia hidrografia do rio Potengi/Jundiá	74
FIGURA 46. Riacho das Quintas ou das Lavadeiras	76
FIGURA 47. Canal do Baldo retificado em estrutura de concreto	76
FIGURA 48. Encontro das águas do Riacho do Baldo com o Rio Potengi em 1972	77
FIGURA 49. Desembocadura do Rio Doce no estuário do Potengi (Manguezal)	78
FIGURA 50. Médio curso do Rio doce	79
FIGURA 51. Expectativa de transbordamento das águas da lagoa do Sapo sobre a Moema Tinoco. Em direção Oeste localiza-se a vertente direita do Rio Doce	80
FIGURA 52. Bacia hidrográfica do Rio Pirangi	81
FIGURA 53. Trecho do Rio Pitumbu limitando os municípios de Natal e Parnamirim, Bairro de Pitumbu, Zona Oeste de Natal/RN	82
FIGURA 54. Lagoa do Jiqui. Em destaque a Estação de captação d'água da CAERN, e que abastece 30% da Zona Sul da cidade do Natal	83
FIGURA 55. Recorte do escoamento difuso do Litoral Leste com destaque para Natal	83
FIGURA 56. Distribuição das lagoas naturais e artificiais de Natal	85
FIGURA 57. À esquerda vê-se a Av. São José tomada pela água, à direita casas e ruas de Capim Macio alagados em decorrência do transbordamento das lagoas de drenagem localizadas no bairro	86
FIGURA 58. Simulação do efeito provocado por impermeabilização e aumento da vazão: a. Balanço Hídrico quando há retirada da cobertura vegetal; b. Aumento da vazão num curto período de tempo, proporcionando alagamentos; c. Edificação em áreas suscetíveis de alagamento, devido ao aumento do volume e do espelho d'água	90
Figura 59. Bacias de Natal	94

FIGURA 60. Pontos de inundação do sistema de drenagem de Natal	96
FIGURA 61. Zona Administrativa Oeste	99
FIGURA 62. Zona Administrativa Leste	102
FIGURA 63. Zona Administrativa Sul	107
FIGURA 64. Zona Administrativa Norte	111
FIGURA 65. Estuário do Rio Potengi/Jundiá. Em segundo plano vê-se os mangue	120
FIGURA 66. À frente representação de restinga herbácea e ao fundo manguezal seguido de edificações	121
FIGURA 67. Composição florística entre ruas e avenidas na cidade do Natal	122
FIGURA 68. Região Administrativa Sul	124
FIGURA 69. Parque Estadual das Dunas de Natal – ZPA 02	126
FIGURA 70. ZPA 01 e o Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte	127
FIGURA 71. Vista aérea da ZPA 05 – Complexo de Dunas e Lagoas de Lagoinha	128
FIGURA 72. Região Administrativa Leste	129
FIGURA 73. Região Administrativa Oeste	133
FIGURA 74. Região Administrativa Norte	136
FIGURA 75. Gráfico de IQV por bairros, em Natal - 2003	143
FIGURA 76. Relação entre os principais componentes da Crise Ambiental	144
FIGURA 77. Casa invadida pelo transbordamento das águas de uma lagoa de drenagem em construção no bairro de Capim Macio, abril/2008	147
FIGURA 78. Da esquerda para a direita, imagens de depressão natural no Sanvale, encosta da depressão e casa edificada no topo da encosta com risco de desabamento	148
FIGURA 79. Aterro no Conjunto Sanvale para proteção de casas; e caminhão coletor de entulho depositando RCC em terreno particular. Foto tirada do Parque da Cidade	149
FIGURA 80. Fotografias que registram o intenso processo de assoreamento do Rio Pitimbu na altura da BR 101, vizinho à construção de um grande empreendimento residencial	150
FIGURA 81. Gráfico do Índice de Qualidade de Vida nos bairros da Zona Sul de Natal	151
FIGURA 82. Gráfico dos percentuais de esgotamento, drenagem e pavimentação nos bairros da Zona Sul de Natal	152
FIGURA 83. Lagoa de Drenagem Construída na antiga área do CTG	153
FIGURA 84. Lagoa natural conhecida como Lagoinha, ZPA 05	153
FIGURA 85. Lagoas de captação do sistema de drenagem de Capim Macio/Ponta Negra, Zona Sul de Natal	153
FIGURA 86. Foto tirada de área próxima a Lagoinha. Desmatamento de duna para construção de residência	154
FIGURA 87. Visão panorâmica de parte da Zona Leste de Natal	155

FIGURA 88. Vista panorâmica da Lagoa Manoel Felipe, Tirol	158
FIGURA 89. Canal do Baldo	158
FIGURA 90. Gráfico dos percentuais de esgotamento, drenagem e pavimentação nos bairros da Zona Leste de Natal	159
FIGURA 91. Índice de Qualidade de Vida, por bairros da Região Administrativa Leste	160
FIGURA 92. Índice de Qualidade de Vida, por bairros da Região Administrativa Oeste	161
FIGURA 93. Barraco construído de papelão e restos de outros materiais em área de abrangência da ZPA-1 e grande quantidade de resíduos sólidos	162
FIGURA 94. Moradias subnormais crescem sob as dunas da ZPA – 01, gerando um forte contraste com a área protegida, que aos poucos vai sendo degradada	163
FIGURA 95. Imagens da Lagoa de Captação no bairro de Cidade Nova, onde as vigas de sustentação do muro do entorno da lagoa foram utilizadas também para dar sustentação às casas construídas coladas ao muro	164
FIGURA 96. Gráfico dos percentuais de esgotamento, drenagem e pavimentação nos bairros da Zona Oeste de Natal	165
FIGURA 97. Índice de Qualidade de Vida, por bairros da Região Administrativa Norte	167
FIGURA 98. Vista parcial dos tanques de carcinocultura localizados próximo ao conjunto Panorama, bairro de Salinas	168
FIGURA 99. Invasões das margens e lançamento de esgotos são dois dos principais problemas ambientais que acometem a qualidade das águas da Lagoa Azul	169
FIGURA 100. Gráfico dos percentuais de esgotamento, drenagem e pavimentação nos bairros da Zona Norte de Natal	170
FIGURA 101. No mês de Julho de 2008, a Lagoa José Sarney transbordou e inundou diversas ruas do bairro de Pajussara, invadindo casas e gerando muitos prejuízos	171
FIGURA 102. Em outubro do mesmo ano, a equipe do PDDMA retornou à Lagoa José Sarney, que recuou suas águas à um nível seguro e dentro de seus limites	171
FIGURA 103. A intensa descarga de nutrientes no Rio Doce tem contribuído para um processo de eutrofização das águas do rio, cuja rápida reprodução de macrófitas é um exemplo	174
FIGURA 104. Supressão parcial e/ou total da vegetação sobre as vertentes possibilita aumento do escoamento superficial e ocorrência dos processos erosivos, com a abertura de sulcos e ravinas	176
FIGURA 105. Processos erosivos como a voçoroca (em primeiro plano) e o desbarrancamento ou escorregamento de taludes (segundo plano), permite o carreamento de toneladas de sedimentos para dentro do leito do canal fluvial do Rio Doce, provocando perda de solos e assoreamento do rio	176
FIGURA 106. Cultivo de hortaliças em nível ante o relevo local em desnível. Parte da drenagem da Av. Moema Tinoco tem seu lançamento previsto próximo a essa área	180

FIGURA 107. O corte de madeira e a deposição de lixo nas áreas de retirada de areia são alguns dos maiores impactos gerados ao Meio Ambiente pela comunidade e por extratores ilegais de areia	181
FIGURA 108. O uso do fogo na queima do lixo tem provocado vários focos de incêndio na mata fixadora das dunas, comprometendo o estoque de sementes e a manutenção da biodiversidade local	182
FIGURA 109. A retirada da cobertura vegetal nas dunas provoca o surgimento dos processos erosivos (a) que findam por assorear parcialmente as lagoas (b), possibilitando o uso destas novas áreas emersas (c)	18:
FIGURA 110. Comparativo de uma mesma área em períodos distintos. Em primeiro plano, foto tirada no dia 20/05/2008, e em segundo plano foto tirada no dia 01/07/2008. Em destaque a mesma árvore	185
FIGURA 111. Em primeiro plano vê-se a área onde ocorreu o transbordamento com ruptura da estrutura da estrada em 1994. Em segundo plano observa-se o nível da água da Lagoa do Caboclo em comparação com o nível da Av. Moema Tinôco	186
FIGURA 112. Antes e depois de transbordamento da sub-bacia José Sarney	189
FIGURA 113. À esquerda população pescando e à direita despejo de esgoto	189
FIGURA 114. Espécie não hidrófita parcialmente imersa	190
FIGURA 115. Depósito de lixo em encosta	191
FIGURA 116. Adensamento urbano na área próximo a Lagoa de Extremoz. Observa-se a concentração de indústrias margeando a BR 101, que margeia o manancial hídrico	192
FIGURA 117. Efluentes domésticos são despejados <i>in natura</i> no Rio Golandim, fruto da falta de Rede Coletora de Esgotos e do sistema de tratamento de esgotos	194
FIGURA 118. Descaracterização da paisagem da Praia da Redinha em decorrência da forte urbanização local	195
FIGURA 119. A mudança no padrão de drenagem natural associado a ocupação desordenada de uma área de grande fragilidade ambiental tem provocado ano	196
FIGURA 120. Vista panorâmica dos Bairros de Cidade Alta e Petrópolis nos anos de 1972 e em 2008.	197
FIGURA 121. A) Em destaque galerias de águas pluviais despejando esgotos domésticos; B) Atividade portuária destaca-se na margem direita do Rio Potengi	197
FIGURA 122. Palafitas ocupam área de inundação do Rio Potengi	198
FIGURA 123. A) ZPA 07: por se tratar de área militar, encontra-se preservada até os dias atuais; B) Erosão marinha vem periodicamente gerando transtornos a população, com a destruição periódica do calçadão da orla marítima de Natal.	199
FIGURA 124. Apesar da área da Bacia ser saneada, a rede de drenagem que chega a orla urbana tem sido alvo de ligações clandestinas de esgotos domésticos, que chegam de forma <i>in Natura</i> as areias das praias.	200
FIGURA 125. A. Lagoa Manuel Felipe. B. Canal do Baldo	201
FIGURA 126. Processo erosivo junto às margens do Canal do Baldo.	202
FIGURA 127. Base Naval de Natal, situado as margens do Rio Potengi.	203

FIGURA 128. Vista parcial da área de Drenagem da Bacia.	204
FIGURA 129. Vista parcial da área de Drenagem da Bacia no bairro de Capim Macio.	205
FIGURA 130. Vista parcial do Riacho das Quintas, próximo ao seu encontro com o canal do baldo, no bairro do Tirol.	206
FIGURA 131. Processos erosivos decorrentes do sistema de drenagem da via costeira são muito comuns próximo a linha de costa que limita esta bacia com o Oceano Atlântico	208
FIGURA 132. Como o sistema de drenagem da via costeira não contemplou redutores de energia na saída das galerias, os processos erosivos situados a jusante das galerias tem gerado prejuízos ao patrimônio público.	20
FIGURA 133. a) Vista parcial da lagoa situada na Av. Jaguarari. Vê-se grande quantidade de Esgotos domésticos. b) sacos de areia protegem as casas das inundações da lagoa.	211
FIGURA 134. Lagoa situada no bairro de Nova Cidade repleta de Esgotos Domestico. Fruto da carência de Rede Coletora de esgotos.	212
FIGURA 135. Imagem aérea do limite leste da bacia.	214
FIGURA 136. A) vista parcial do bairro de San Vale a partir do Parque da Cidade. B) Vale interdunar onde está projetado a construção de uma lagoa de drenagem.	214
FIGURA 137. A) Pressão urbana sobre áreas frágeis, como as dunas e vales interdunares. B) Vale interdunar sob processo de degradação (aterro irregular).	215
FIGURA 138. Vista aérea parcial da Zona de Proteção Ambiental 05 – Lagoinha.	216
FIGURA 139. Lagoas que atenderão a Rede de Drenagem de Capim Macio A) Lagoa do CTG. B) Lagoa no conjunto Ponta Negra.	217
FIGURA 140. A) Ligações clandestinas no sistema de drenagem B) Ocupação irregular da Orla de Ponta Negra.	219

LISTA DE TABELAS

TABELA 01. Ocorrência de precipitações com mais de 100mm em 24h entre 1984 – 2008	11
TABELA 02. Umidade Relativa no período de 1984 - 2007	11
TABELA 03. Espécies vegetais Nativas da região Nordeste para fase inicial do Plano de arborização. Nome científico/nome popular	123
TABELA 04. Praças e áreas verdes do Município de Natal - 2004	124
TABELA 05. Vegetação predominante	131
TABELA 06. Distribuição da população por Região Administrativa	139
TABELA 07. Distribuição da população por bairros da Zona Sul de Natal	146
TABELA 08. Percentuais de esgotamento, drenagem e pavimentação nos bairros da Zona Sul de	152
TABELA 09. Distribuição da população por bairros da Zona Leste de Natal	156
TABELA 10. Percentuais de esgotamento, drenagem e pavimentação nos bairros da Zona Leste de	159
TABELA 11. Distribuição da população por bairros da Zona Oeste de Natal	161
TABELA 12. Percentuais de esgotamento, drenagem e pavimentação nos bairros da Zona Oeste de Natal	165
TABELA 13. Distribuição da população por bairros da Zona Natal	166
TABELA 14. Percentuais de esgotamento, drenagem e pavimentação nos bairros da Zona Norte de Natal	170
TABELA 15. Sub-bacias de drenagem identificadas no levantamento do Núcleo Gestor do PDDMA	173

LISTA DE QUADROS

Quadro 01. Bacias de drenagem do Natal	
Quadro 02. Síntese da Zona Oeste	101
Quadro 03. Síntese da Zona Leste	106
Quadro 04. Síntese da Zona Sul	110
Quadro 05. Síntese da Zona Norte	116
Quadro 06. Distribuição das ZPA´s da Zona Sul	140
Quadro 07. Distribuição das ZPA´s na Zona Oeste de Natal	141
Quadro 08. Distribuição das ZPA´s da Norte	141
Quadro 09. Distribuição das ZPA´s da Leste	141
Quadro 10. Resumo dos impactos sobre a Planície Fluvial e Planície de Inundação	178
Quadro 11. Resumo dos impactos sobre o Cordão Dunar e dunas associadas	183
Quadro 12. Resumo dos impactos sobre a Planície Lacustre	187
Quadro 13. Resumo dos impactos sobre os Tabuleiros Costeiros	188

1. INTRODUÇÃO

O presente documento trata-se do Relatório consolidado das atividades do Diagnóstico Ambiental da Cidade do Natal/RN, do Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Natal – PDDMA, item 2.6, envolvendo levantamento bibliográfico sobre os aspectos geográficos da cidade do Natal, com levantamento de campo e descrição dos aspectos cênicos paisagísticos da cidade do Natal, com ênfase na identificação de suas áreas de conflito ambiental e das áreas de conflito ambiental e das áreas de risco sócio-ambiental.

Dentre os enfoques relacionados ao meio físico, biótico e as relações antrópicas verificadas no âmbito do município, o presente diagnóstico vem destacar o espaço do município de Natal com suas características urbanas atuais, cuja morfologia se expressa através de uma ocupação horizontalizada, a qual consolidou-se de forma mais expressiva a partir da década de 70 até os dias atuais. Os espaços permeáveis do município, nesse período considerado, foram cedendo lugar para os elementos construídos, tanto na forma de residências, infra-estrutura e mobiliário urbano, como nas áreas destinadas às indústrias, ao comércio e aos serviços.

Poucas ainda são as áreas permeáveis, como as lagoas e aqueles espaços delimitados pelo planejamento territorial e urbano como Zonas de Proteção Ambiental e, até certa medida, as áreas imputadas pelo Plano Diretor do Município como permeáveis em cada lote do meio ambiente urbano. Mas há alguns bairros onde a taxa de impermeabilização não está em seus limites máximos, ainda que prevaleçam os bairros nas áreas mais antigas e habitadas como intensamente impermeabilizados, facilmente verificado quando da observação da malha urbana adensada do município.

As referidas Zonas de Proteção Ambiental – ZPAs somam o número de 10 zonas e ocupam aproximadamente 35% do território municipal (o que corresponde a próximos de 5,6 mil hectares). Dentre as zonas administrativas da cidade, a que apresenta um maior índice dessas áreas ambientalmente protegidas é a Zona Norte com 42,06% do seu território protegido, seguida pela Zona Oeste com 29,6%. Esses indicadores são de importante consideração visto que ao proceder-se um exercício matemático com vistas a um melhor entendimento sobre o potencial de áreas

permeáveis da cidade, suprimindo as ZPAs do cálculo da densidade demográfica tem-se que esse indicador em Natal passa dos 45,76 hab/ha (sobre a área total) para 71,28 hab/ha (sem as ZPAs), o que demonstra uma forte taxa de impermeabilização, próximos dos 80% referidos no Plano Diretor do Município, sugerindo uma situação extrema para os bairros mais impermeabilizados, visto que incluídos nesse cálculo acima referido há bairros onde essa taxa de impermeabilização é bem reduzida (como em Planalto, Redinha, Bairro Nordeste, Guarapes, etc.), o que sugere uma impermeabilização acima dos níveis permitidos no Plano Diretor de Natal.

Como agravante, ao considerar-se que dos 469 loteamentos existentes em Natal, 193 não são devidamente registrados em cartório, verifica-se tratar-se de uma situação de irregularidade, não sabendo-se inclusive a realidade quanto aos limites máximos de impermeabilização dos lotes construídos nesses loteamentos irregulares, podendo resultar em taxas de impermeabilização ainda maiores daqueles acima referidos, particularmente na Zona Leste da cidade, com a incidência de 39,67% de loteamentos irregulares existentes nesta Zona e cuja impermeabilização é visivelmente intensa. Vale ressaltar: ainda que a Zona Norte apresente o mais elevado índice de loteamentos irregulares (88,24%), sua área ainda não apresenta-se tão impermeabilizada quanto as zonas Leste e Sul.

Essa situação, associada ao alto índice de supressão florestal, com baixíssima reposição de espécimes arbóreas, expondo o solo aos impactos diretos das chuvas, assim como à recepção dos volumes expressivos dos picos de precipitação, resulta em sobrecarga no sistema de drenagem urbana atualmente existente, exigindo dos órgãos governamentais ações preventivas e dispendiosas, com incursões exaustivas de sua estrutura de fiscalização e controle, assim como de ações reativas mediante a mobilização da defesa civil, quando de precipitações de cargas acima do projetado provocando sinistros e danos ao ambiente.

Para avaliação dos impactos da ação antrópica sobre o ecossistema costeiro natalense, procurou-se nesse documento abordar o tema de forma regional, buscando analisar a partir do recorte da bacia hidrográfica e, particularmente nos corpos receptores do Rio Potengi, Oceano Atlântico e Rio Pitimbu, mas, sem perder a riqueza

de informações estatísticas e demográficas como aquelas encontradas em bases de planejamento diferenciadas, quais sejam, dados referentes aos limites físico-territorial e às Áreas de Expansão Demográfica (AEDs/IBGE, 2000).

O ideal, no entanto, seria iniciar-se esse trabalho a partir de uma Avaliação Ambiental Estratégica do município de Natal, entretanto, esse importante instrumento de gestão para o desenvolvimento sustentável ainda não foi realizado pelos órgãos públicos municipais, estaduais ou federais. Esse estudo, possibilitaria uma análise com base nas interações ecossistêmicas, associando as unidades de função interatuantes às bacias hidrográficas como elementos de análise e de planejamento.

Para minimizar tal deficiência optou-se por realizar a abordagem ecossistêmica como ponto de referência para avaliar as decisões quanto ao uso dos recursos naturais verificados e os impactos decorrentes dessas decisões, em elementos como a capacidade de sustentação à vida e manutenção das atividades vitais dos seres humanos, bem como da manutenção do equilíbrio biótico das comunidades nos diferentes ecossistemas. Dessa forma os impactos trazem em suas análises uma conceituação prévia que considera a diferenciação do crescimento da população humana diferenciada das demais espécies, visto que a primeira não apresenta a característica evolutiva sigmóide apresentada pela segunda, no padrão normal de crescimento populacional. Nas demais espécies, o crescimento inicial é lento, seguido por uma fase de rápido crescimento e, depois, por uma estabilização, para então, declinar até a morte.

Ou seja, para os seres humanos, a capacidade de suporte dos ecossistemas para superpopulação e o uso intenso dos recursos naturais é imprevisivelmente maior em comparação às demais espécies, tendo como limites fatores como a superação de densidades limites em relação a suprimentos vitais (água, alimento, espaço, etc.), para resultar em declínio e sucumbência da espécie. Em ecossistemas frágeis como os manguezais, por exemplo, a simples intrusão de espécies exóticas ou a emissão de efluentes contaminados por metais pesados, pode provocar um efeito avassalador em cadeia, dizimando populações de micro, meso e macro-organismos, terrestres, fluviais

e marinhos, visto que esse ecossistema associa diversos ambientes, sendo o provedor de condições naturais ímpares para a reprodução dessas diversificadas espécies.

Assim a ação antrópica pode variar segundo alguns fatores como grau de resiliência ecossistêmica das comunidades existentes, capacidade de suporte, interações e funcionalidades ecológicas, biogênese, etc.

Vale salientar que os impactos acima referidos também atingem a população humana, particularmente aquelas que se utilizam diretamente dos recursos naturais disponíveis, mas também às demais, visto que acabam por consumir produtos contaminados, desde água contaminada por nitrato, fósforo, metais pesados e biocidas, até crustáceos, moluscos e peixes, hortaliças e legumens contaminados por patógenos e elementos químicos prejudiciais à saúde humana, o que justifica a atenção especial aos corpos receptores da drenagem urbana.

Dentre os elementos fortemente considerados, deu-se destaque à água como recurso natural essencial, seja por ser componente em maior quantidade presente nos seres vivos, ou por ser um meio de vida de várias espécies da flora e da fauna. Observando-se a cidade de Natal, verifica-se que o ciclo hidrológico natural está fortemente perturbado. Nos anos 70 a aceleração dos desmatamentos florestais da cidade, a abertura de campos para a instalação de loteamentos e, mais recentemente, condomínios, hotéis e equipamentos turísticos de serviços e lazer, provocaram uma forte supressão florestal com o associado aquecimento local e desnudamento do solo. Com isso vieram os processos erosivos, envolvendo o aterramento de margens de rios e lagoas, tanto decorrentes de fluxos de massa, como decorrente de ações dirigidas para a construção de estradas e para a própria expansão imobiliária urbana.

O resultado direto dessas atividades e obras foi a destruição de importantes ecossistemas, redução da capacidade de retenção de água de diversos corpos receptores, perda da biodiversidade local e, finalmente, desequilíbrios ambientais, agravados agora pelos processos erosivos da orla em função das mudanças macroclimáticas, expressas nas fortes chuvas, no aumento do volume dos oceanos e no aquecimento global.

Outro ponto a considerar é que o ser humano pouco tem a *controlar* em se tratando de ciclo hidrológico, principalmente em se tratando da intensidade e frequência das precipitações hídricas, visto que são resultantes da radiação solar incidente. Sua atuação fica restrita ao final do ciclo, ou seja, quando a precipitação ocorre. Ações referentes aos impactos dos resíduos sólidos urbanos sobre o sistema de escoamento natural ou ao sistema público de drenagem urbana, podem ser evitados com nível de educação ambiental da população.

A primeira atitude é não jogar lixo nas ruas e em terrenos baldios, pois os resíduos entopem os bueiros e se acumulam nas galerias subterrâneas para onde escoam a água da chuva, reduzindo sua vazão e causando inundações. Materiais plásticos, como garrafas PET e sacos, são os maiores vilões, pois levam anos para se decompor e criam uma espécie de barreira para o fluxo de água. Da mesma forma, não se deve descartar móveis, pneus velhos, galhos de árvores ou entulhos no leito dos rios, pois além de poluir o ambiente, eles reduzem a calha do rio que dá vazão à água, aumentando o risco de transbordamento. Cultivar um jardim em casa e arborizar as ruas melhora a permeabilidade do solo, facilitando a absorção da água da chuva, além de reduzir o tempo de chegada da água no solo, reduzindo a intensidade dos picos de precipitação pluviométrica. Manter áreas permeáveis em cada lote e em cada quarteirão facilita a infiltração e reduz as inundações, assim como construir reservatórios para armazenar a água da chuva, a qual pode ser usada para lavagem de pátios ou rega das plantas e jardins.

Dessa forma, diversos elementos são aqui ressaltados como fundamentais a serem considerados na visão diagnóstica deste Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de Natal.

2. MEIO FÍSICO

O Diagnóstico Ambiental é a primeira etapa para elaboração de qualquer plano estratégico de desenvolvimento sócio-econômico de um país, região, estado ou município. No diagnóstico ambiental se realizará a descrição e análise dos recursos ambientais da área de influência dos planos, bem como de seus programas e projetos, devendo ser apontadas as zonas de conflito e áreas de risco sócio-ambiental e indicadas as áreas de relevante interesse ambiental.

É com fundamento nas características físicas de uma área, que surge a possibilidade de prognosticar tecnicamente os comprometimentos ambientais decorrentes do uso e ocupação do solo. Dessa maneira, a implantação de um projeto, pode proporcionar impactos ambientais e sócio-econômicos que devem ser rigorosamente avaliados, a fim de possibilitar a correta tomada de decisões, que passam, sem dúvida, pelos procedimentos de mitigação desses impactos.

O PDDMA, por se tratar de um Plano que visa estabelecer metas de ampliação e retificação do atual sistema de drenagem de Natal, além de executar medidas que contribuam para o melhor funcionamento do sistema de drenagem, bem como em ordenar os procedimentos metodológicos para a execução de projetos de expansão e melhoria do referido sistema, traz em seu escopo o entendimento de que o território do município é focado como a área de influência direta das ações de drenagem urbana, logo, também deste estudo. No mesmo enfoque, as áreas de influência indireta envolvem os espaços dos municípios vizinhos, compondo um conjunto de redes hidrográficas, constituintes de aspectos físicos que não têm seus limites baseados em delimitações político-territoriais.

2.1. Aspectos climáticos gerais da cidade do Natal

a) 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 da Região do Nordeste Brasileiro as circulações de Hadley-Walker, ZCIT, 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 dos Sistemas de Correntes Perturbadas citados por E. Nimer: 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).

b) Caracterização Local

Situado da fração litorânea oriental do Estado do Rio Grande do Norte, a cidade do Natal 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 na Estação Climatológica Principal da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, localizada 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 EMPARN, e coletados pela Estação Climatológica Principal da UFRN, correspondem a uma escala temporal de 24 anos, que se estende de 1984 a 2008.

c) Precipitação Pluviométrica

A precipitação média anual registrada no município de Natal no período de 1984 – 2007 (figura 01) é de 1.704,7 mm. Neste período, a menor precipitação anual ocorreu no ano de 1993, quando se precipitaram apenas 858,2 mm, enquanto que a maior precipitação se deu no ano de 2004, quando 2.446,1 mm precipitaram-se sobre a região em estudo em 187 dias. Porém, a maior precipitação anual registrada na cidade do Natal foi de 3.510,9 mm, ocorrido no ano de 1973 (EMPARN, 2008).

A estação chuvosa nesta porção do litoral potiguar 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, atuando durante os meses de inverno.

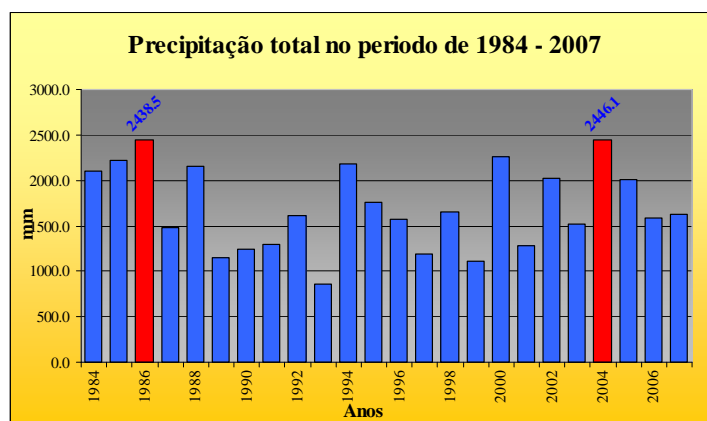


FIGURA 01. Precipitação total no período de 1984 – 2007 no município de Natal/RN

Fonte: UFRN - Estação climatológica principal, 2008.

A ZCIT, que em meados de fevereiro desloca-se do hemisfério Norte para o hemisfério Sul, atingindo por vezes as latitudes de 8°, 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 02).

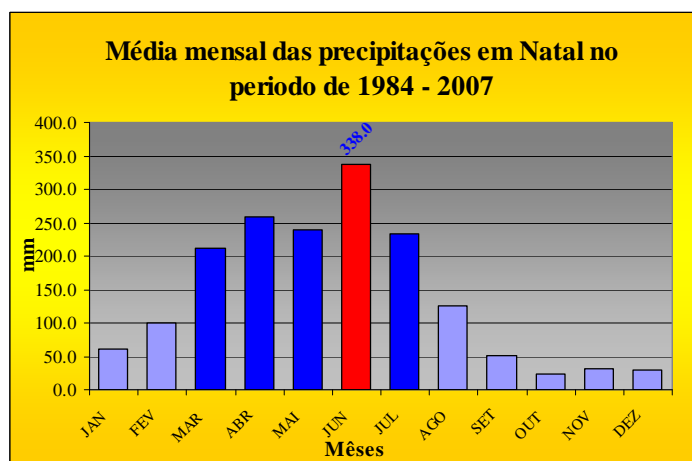


FIGURA 02. Média mensal das precipitações em Natal/RN período de 1984 - 2007

Fonte: UFRN - Estação climatológica principal, 2007.

Por sua vez, as Ondas de Leste, assim denominadas por deslocarem-se sempre de Leste para Oeste, ou seja, do oceano 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 freqüentemente 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 210,4mm.

Outra característica das Ondas de Leste é a seqüência de dias com ocorrência de chuvas de moderadas a densas. O mês de julho é o mês de maior atuação deste sistema sinótico. Em 1998 ocorreram três destes eventos só no mês de julho, (de 09 a 11/07, de 19 a 20/07 e de 27 a 31/07), com acúmulo de 720,2 mm (163,4/ 170,9/ 395,9mm respectivamente) do total de 793,9mm precipitados ao longo do mês, ou seja, a contribuição deste sistema sinótico para o volume precipitado naquele mês foi de 90,7%

Em geral, as precipitações em Natal estende-se de março a agosto, quando os totais mensais, em média, excedem os 100mm. Outubro, novembro e dezembro são os meses mais secos, com total de precipitação, em média, abaixo de 40mm. A maior precipitação mensal ocorrida no período em estudo na cidade do Natal foi no mês de julho de 1998, quando se precipitou, em 31 dias, 793,9 mm. Por sua vez, a menor precipitação mensal registrada foi de 0,4 mm, ocorrida no mês de dezembro de 1995.

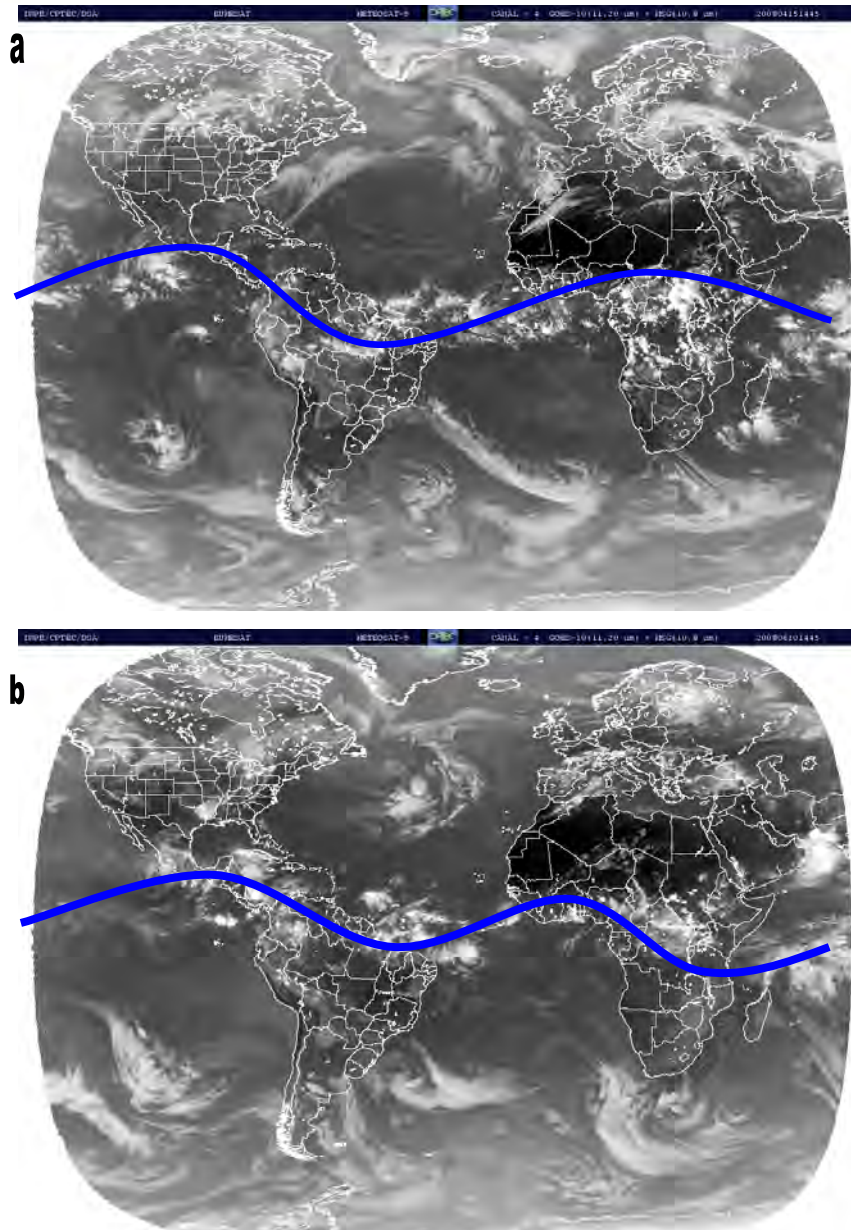


FIGURA 03. Imagens do satélite meteorológico GOES-10 dos dias 15/04 (a) e 10/06 (b) de 2008, ambos tirados as 14:45 p.m., mostrando a ZCIT atuando sobre a Região Nordeste do Brasil. Na figura b percebe-se o deslocamento da ZCIT em direção ao Hemisfério Norte

Fonte: CPTEC/INPE, 2008.

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

Quanto à intensidade das chuvas, em média, cerca de 57% dos dias chuvosos, os totais diários são inferiores a 5mm. Os totais diários acima de 100mm são muito raros. No período considerado neste trabalho, foram registrados, pela Estação Meteorológica da UFRN, a ocorrência de apenas 27 precipitações com mais de 100 mm em 24h e apenas 3 precipitações acima de 200 mm em 24h (Tabela 01).

TABELA 01. Ocorrência de precipitações com mais de 100mm em 24h entre 1984 – 2008

DIA	ANO	PRECIPITAÇÃO (mm)
17-abr	1984	108,1
19-mai	1984	145,2
17-jun	1985	168,1
05-mai	1988	168,4
16-mar	1995	103,8
04-mar	1997	119,1
02-mai	1997	122,2
29-jul	1998	131,1
30-jul	1998	253,2
26-mai	1999	122,6
27-jun	2000	184,8
01-jul	2000	141,2
17-jun	2001	153,1
17-ago	2002	117,5
03-jul	2004	104,4
18-jun	2004	130,2
15-jul	2004	152,0
16-mai	2005	163,5
06-mar	2005	117,3
30-abr	2006	128,9
17-jun	2007	118,4
24-abr	2008	105,0
09-jun	2008	210,4
16-jun	2008	111,7
01-jul	2008	107,6
02-jul	2008	216,8
11-ago	2008	171,9

Fonte: EMPARN, 2008

Os dados disponíveis mostram ainda que, em média, os totais de precipitação diária são relativamente altos. 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 fraca 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 variaram de nove dias a 25 dias de precipitação. O evento de maior média diária ocorreu no período de 26 de janeiro a 07 de fevereiro de 2004, quando em 14 dias, precipitaram 414,9 mm o que resultou em uma média de 29,4 mm/dia. O mês de maior ocorrência de dias com chuva no período foi agosto de 2005, com 27 dias.

A Figura 04 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 05 de agosto de 2008, informando inclusive o número de dias com ocorrência de chuvas para cada mês. No gráfico se observa que no mês de agosto de 2007 choveram 91,9mm em 25 dias contra 560,4mm em 23 dias do mês de junho.

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 105mm em apenas 3 horas. Devido as características pedológicas da região de Natal, formada por areias-quartzosas de origem marinha, dependendo da intensidade e período da precipitação, podem as águas escoarem superficialmente e acumularem-se nas porções mais deprimidas, porém, estas são imediatamente infiltradas no solo. Nas ocasiões em que o lençol freático encontra-se muito superficial e o solo já se apresenta saturado, 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 dos projetos de sistemas viários, principalmente no que compete aos projetos dos sistemas de drenagem pluvial e na formulação da composição da manta asfáltica.

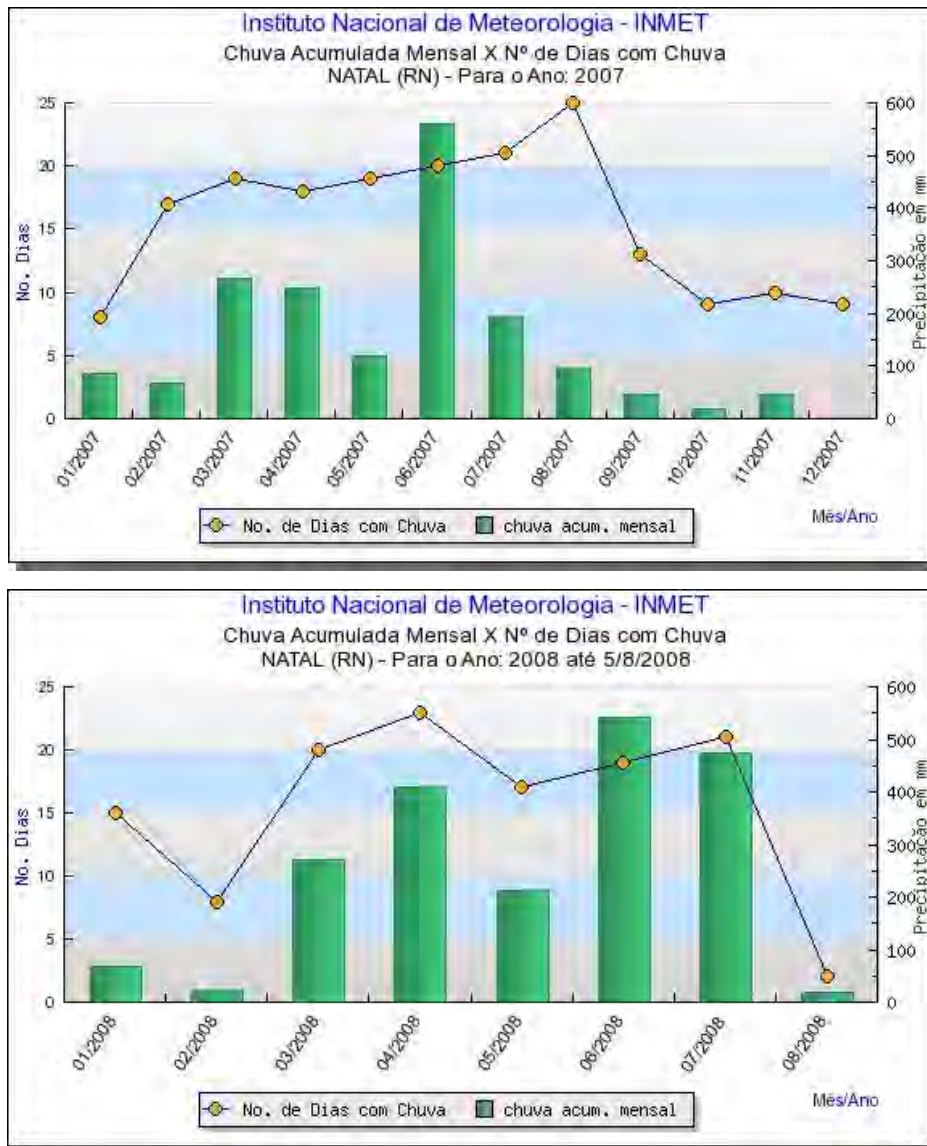


FIGURA 04. Volume de chuvas precipitadas no município de Natal/RN nos anos de 2007 em comparação com o período de 01/01 a 10/06 de 2008

Fonte: INMET, 2008

A Figura 05 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 microdrenagem da cidade do Natal.

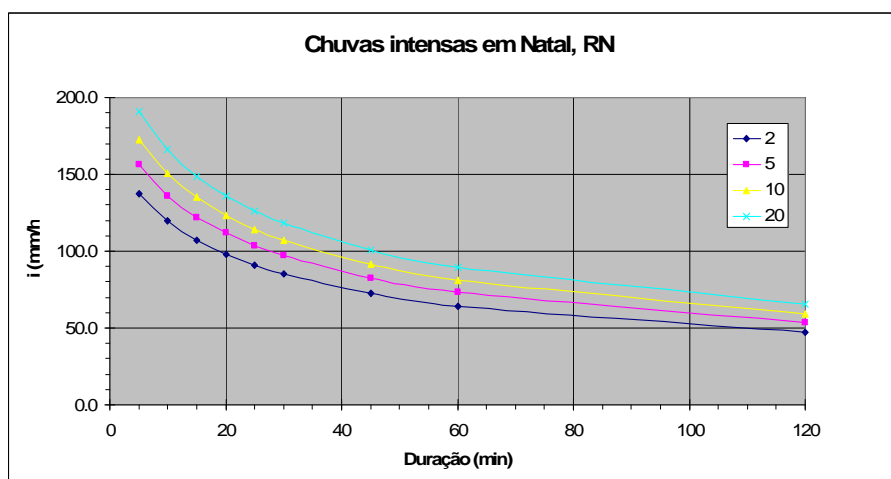


FIGURA 05. Intensidade de chuva máxima anual em função da duração e do período de retorno

Fonte: EMPARN, 2007

d) Temperatura do ar

A área de estudo, por encontrar-se em uma região de clima tropical e situada no litoral, 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, porém, nos últimos 20 anos foram registradas 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.

Ao longo dos 20 anos que marca o período de 1984 a 2008, foram registradas 877 ocorrências de temperaturas máximas superiores aos 30,9°C (média de 37 ocorrências/Ano) e 892 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 261 dias quentes, seguido de fevereiro (223) e janeiro (150). Como visto acima, 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.



FIGURA 06. Gráfico de ocorrência de Temperaturas mínimas no município de Natal em uma escala temporal de 24

Fonte: EMPARN, 2008

A Figura 07 registra a evolução das maiores temperaturas registradas na Estação Climatológica Principal da UFRN, em Natal/RN, e mostra que nos últimos 20 anos (1984-2008) 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.

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.

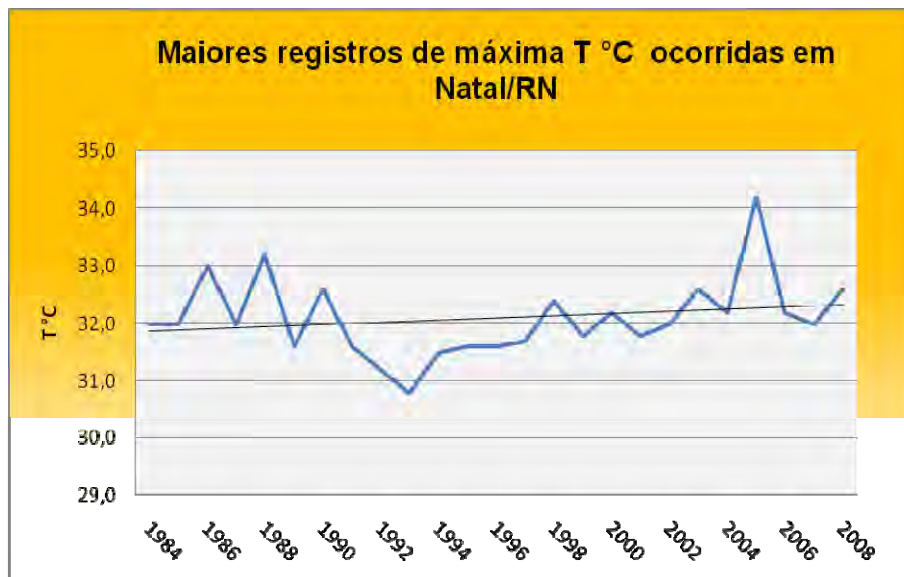


FIGURA 07. Gráfico de registro das maiores temperaturas ocorridas em Natal/RN na escala temporal de 1984 – 2008

Fonte: EMPARN, 2008.

e) 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%.

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, sendo a menor média anual registrada de 68% e a maior 93%, conforme a Tabela 02.

Segundo os dados fornecidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (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, 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.

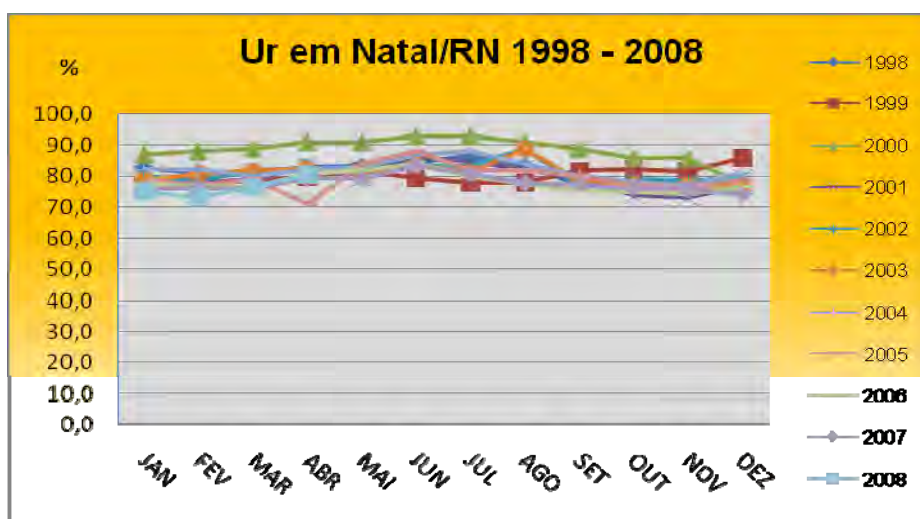


FIGURA 08. Gráfico de registro da Umidade Relativa do Ar em Natal/RN, ao longo dos meses, no decênio compreendido entre 1998 – 2008

Fonte: EMPARN, 2008.

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%.

“Nossa missão é servir com excelência, ética e eficiência, contando com servidores competentes e valorizados, primando todos pelo respeito ao cidadão e ao meio ambiente, contribuindo para fazer de Natal uma cidade cada vez mais humana, socialmente mais justa, solidária e sustentável, com a melhor qualidade de vida para toda a população”.

TABELA 02. Umidade Relativa no período de 1984 – 2007

ANO	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					
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

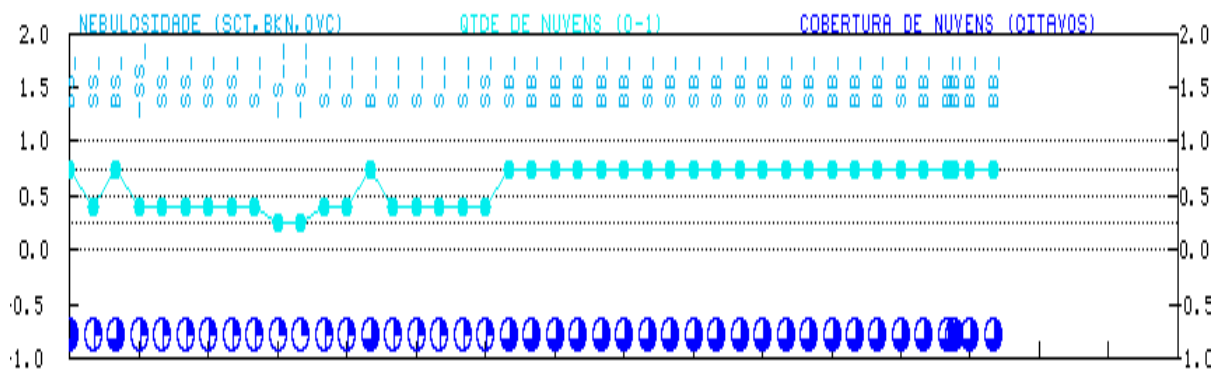
f) Insolação e Nebulosidade

O registro da insolação na Estação Climatológica principal da UFRN no período analisado (1984-2008) 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 estão inversamente relacionadas (Figura 09), isto é, quanto maior a incidência de nuvens menor é a quantidade de energia luminosa que atinge a superfície do solo.

FIGURA 09. Comportamento da Nebulosidade e da Cobertura de Nuvens na área da Base Aérea de Natal ao longo do ano de 2007



Fonte: BANT, 2007

A nebulosidade média anual da região é alta ao longo de todo o ano, com uma média anual de 55% do céu coberto por nuvens. As maiores nebulosidades precedem e coincidem com o período de maiores precipitações, onde predomina a ocorrência de cumulus e cumulonimbus.

g) 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 09.

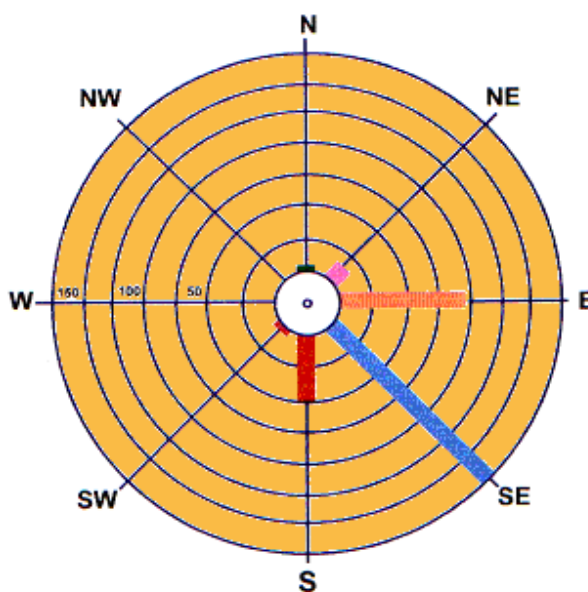


FIGURA 09. Predominância dos ventos em Natal

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 2008, a maior rajada diária registrada ocorreu no dia 22 de dezembro de 2006, quando foi registrado 11,9 m/s.

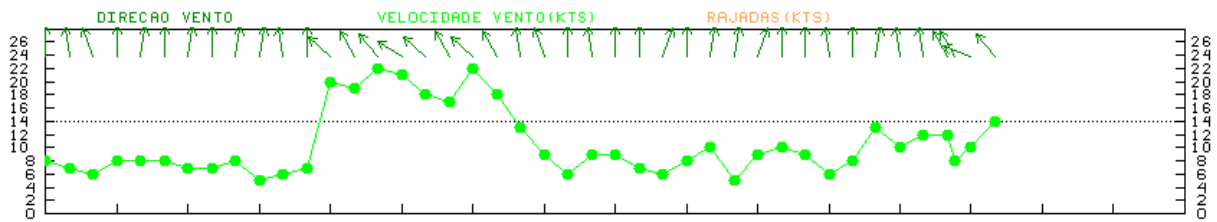


FIGURA 10. Comportamento dos ventos no município de Natal/RN

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.

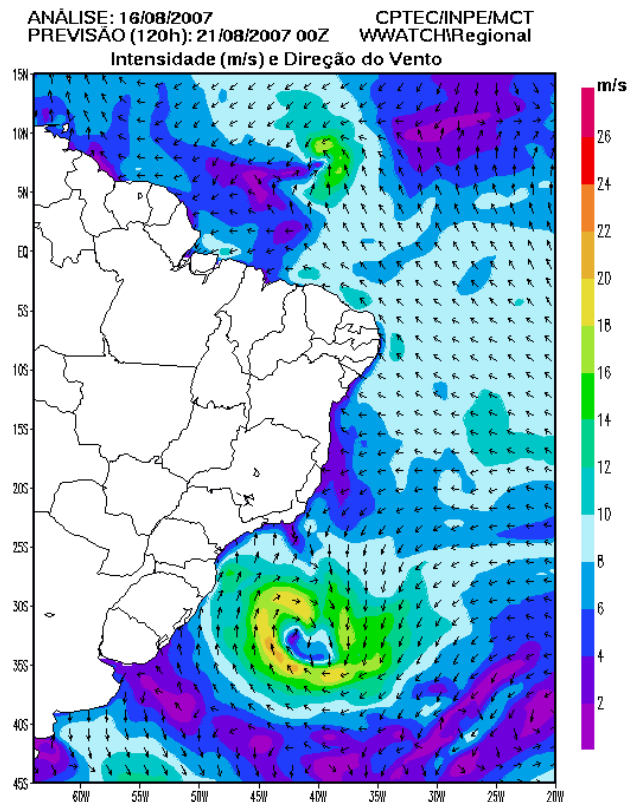


FIGURA 11. Comportamento das correntes oceânicas no Atlântico

Fonte: CPTEC/INPE/MCT, 2005.

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.

h) Evapotranspiração potencial

A evapotranspiração potencial para a região foi calculada pelo método de Thornthwaite & Mather (1955), descrita por Vianello & Alves (2000, p. 395), com dados do período de 1984-2008, 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.

i) Balanço hídrico

O balanço hídrico foi estimado pelo método de Thornthwaite & Mather (1955), cujos procedimentos metodológicos são apresentados em Vianello e Alves (2000). Para o cálculo do balanço hídrico, foram utilizados os dados da Estação Climatológica Principal da UFRN, localizada no Campus Central da UFRN, 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.

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.

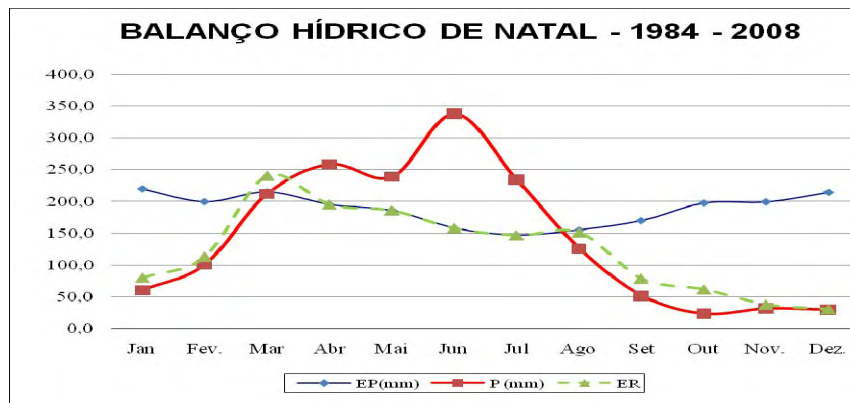


FIGURA 12. Balanço hídrico da região de Natal segundo o método de Thornthwaite & Mather (1955) e dados da Estação Climatológica da UFRN

Fonte: UFRN, 2008

De março até o fim de julho, a precipitação mantém-se maior do que a evapotranspiração, onde o excesso de 318,44 mm mantém os solos da região saturados de água. O excesso de água que não percola no solo, indo alimentar o lençol freático, mantém-se sobre a superfície na forma de lagoas temporárias e permanentes que afloram entre as dunas da região. A partir de agosto as chuvas diminuem bastante, sendo suplantada pela evapotranspiração. Nesse período (agosto/fevereiro), o nível freático do aquífero abaixa e a quantidade de água das lagoas, e rios diminui muito seus volumes ou chegam mesmo a secar.

2.2. Caracterização física do município do Natal

2.2.1. Geologia

Situada na porção Leste do estado do Rio Grande do Norte, em meio a um estuário (Rios Jundiá/Potengi), um canal fluvial (Rio Pitimbu) e o Oceano Atlântico, atrelado a suas características climáticas (tropical sub-úmido), a cidade do Natal apresenta uma base geológica predominantemente sedimentar de idade terció-quaternária, onde dominam na paisagem natalense os sedimentos holocênicos.

A base geológica regional compreende sedimentos terció-quaternários, constituintes da Formação Barreiras. Esta unidade compreende sedimentos de areia, silte, argila, conglomerados e seixos arredondados de quartzo e limonita com

certo grau de oxidação que dá origem a formação de blocos de lateritas ferruginosas. Ao longo do litoral meridional do estado, os sedimentos da Formação Barreiras encontram-se recobertos por depósitos recentes (pleisto-holocênicos) das areias de dunas e colúvios¹.

Essa formação ocorre como uma camada bem típica em toda faixa litorânea e se apresenta algumas vezes sob a forma de grandes falésias quando são interrompidas abruptamente nas proximidades do oceano, provendo daí sua designação “barreira” que atualmente recebe a denominação de Falésia. Constituem-se como um pacote sedimentar heterogêneo em virtude dos diferentes sistemas deposicionais pretéritos originados da acumulação de sedimentos de ambientes fluviais e litorâneos.

Segundo SÁ (2007, p. 515), estas coberturas sedimentares assentam-se discordantemente sobre as rochas do embasamento cristalino, constituído predominantemente por gnaisses, migmatitos, micaxistos e granitóides diversos.

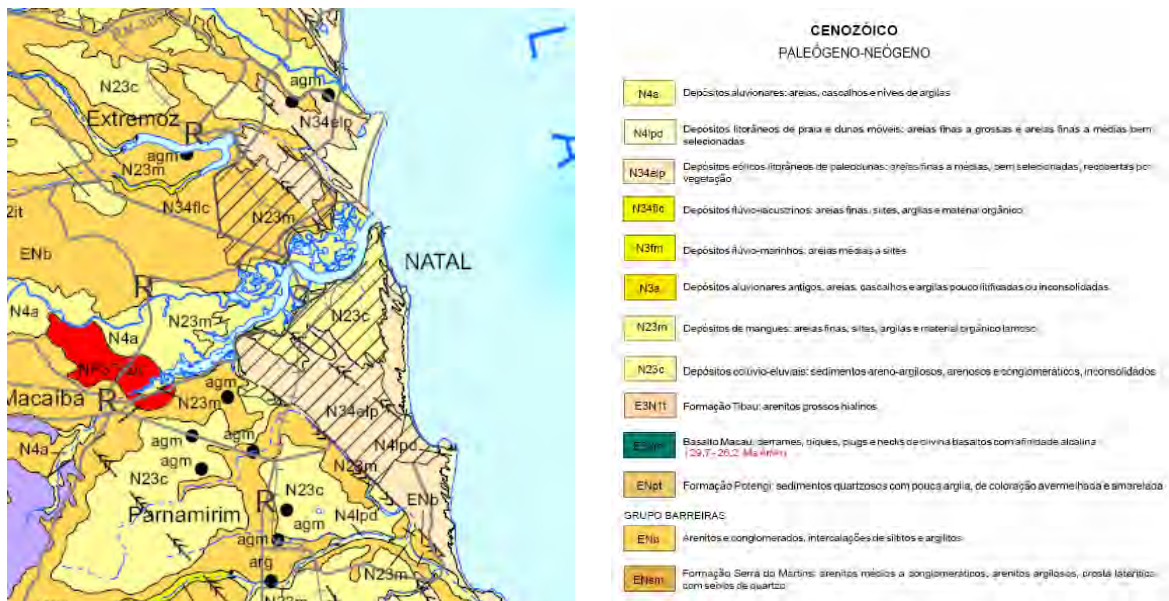


FIGURA 13. Recorte espacial do mapa geológico do RN com destaque para Natal

Considerar nesta legenda somente os itens cujas cores possuem correspondência no mapa geológico do município Natal.

Fonte: CPRM/FAPERNA, 2006.

¹ Colúvio: material transportado de um lado para outro, principalmente pelo efeito da gravidade, ocorrendo no sopé das dunas.

a) Depósitos Tercio-Quaternários

Os sedimentos e rochas da Formação Barreiras estão presentes em uma vasta região do Brasil, estendendo-se em ampla faixa de ocorrência, que vai desde o Estado do Rio de Janeiro ao Estado do Pará. Na área costeira do Litoral Oriental potiguar, estes depósitos sedimentares são encontrados praticamente em toda a sua extensão, cortados apenas pelos vales dos principais rios ou quando são recobertos por sedimentos fluviais, eólicos e lacustres.

Nunes (2006, p. 18) explica que *“as rochas sedimentares foram formadas pelo intemperismo de rochas pré-existentes, que através das ações erosivas fluviais, marinhas, glaciais ou eólicas ocorridas em eras geológicas do passado, foram responsáveis pela sua origem”*.

Os sedimentos como areias, siltes e argilas, depositados em eras passadas nas margens ou no fundo dos rios, lagos, lagoas e nos mares, foram se acumulando ao longo do tempo, formando diversas camadas chamadas de estratificações. Devido ao peso, esses sedimentos foram se compactando, endurecendo e formando os diferentes tipos de rochas: as areias formam os arenitos; os siltes, siltitos; as argilas, argilitos. Todas as rochas formadas por sedimentos são chamadas de rochas sedimentares. (NUNES, 2006, p. 19).

Para Guerra e Guerra (2005, p. 565), quando as rochas sedimentares são constituídas por fragmentos desagregados das diversas rochas pré-existentes, se depositando em estratos após serem transportadas de outras regiões, são classificadas como rochas de origem clástica ou detrítica.

Medeiros (2001, p. 3), faz uma breve apreciação sobre a origem do termo “Barreiras”. A autora descreve um estudo realizado por Bigarella e Andrade, em 1964, onde, a partir de uma visão mais sistêmica, identificaram duas unidades fundamentais separadas por uma desconformidade, as quais denominaram de Formação Guararapes (inferior) e Formação Riacho Morno (superior), adotando a nomenclatura de *Grupo Barreiras*, que foi amplamente aceita. Em 1966, Campos e Silva, definiram o Grupo Barreiras na região de Natal, acrescentando mais uma unidade estratigráfica, ocorrendo acima da Formação Riacho Morno, denominando-a de Formação Macaíba. Em 1969 os mesmos autores, agora com base em novas

informações adquiridas em um estudo antigo realizado por Jenkins em 1913, separaram uma quarta unidade no topo da seqüência, que recebeu a denominação de Formação Potengi.

De maneira geral, o sistema deposicional destes sedimentos é admitido como predominantemente continental, onde os mesmos foram depositados sob condições de um clima semi-árido sujeito a chuvas esporádicas e violentas, formando amplas faixas de leques aluviais coalescentes em sopés de encostas mais ou menos íngremes.

A Formação Barreiras é constituída dominantemente de sedimentos areno-quartzosos a subarcosianos², pouco litificados, de coloração variegada, que se apresenta avermelhada, creme ou amarelada, muitas vezes de aspecto mosqueado. O material apresenta-se medianamente selecionado, com aspecto maciço e granulação variando de finos a médios e níveis conglomeráticos, ocasionalmente com níveis argilosos e siltosos intercalados.

É comum encontrar-se camadas lateríticas expostas ou em sub-superfície na Formação Barreiras. As lateritas são rochas ferruginosas alteradas principalmente pela atuação do clima (precipitação e umidade) que estimula a cimentação dos sedimentos por óxido de ferro, formando uma camada impermeável. Para Guerra e Guerra (2005, p. 383-385), a “laterização é um processo característico das regiões intertropicais de clima úmido e estação chuvosa e seca alternadas, acarretando a remoção da sílica, e o enriquecimento dos solos e rochas em ferro e alumínia”. Constitui fundamentalmente um processo de diagênese, que age modificando os sedimentos desde o início de seu depósito, dando origem a rochas sedimentares bastante coerentes, como por exemplo, a transformação da areia em arenito.

Observações realizadas ao longo da faixa costeira meridional do Estado parecem indicar que esse fenômeno está intimamente associado à ação de águas meteóricas, as quais circulam por entre as fraturas e fissuras existentes e/ou no contato entre estratos com diferentes graus de permeabilidade. Quando são encontradas extensas continuidades espessas de lateritas em subsuperfície,

² Subarcoziano: Proveniente de Arcózio, que é um arenito constituído por grande quantidade de feldspato (LEINZ e AMARAL, 2003, p. 47).

acabam adquirindo um aspecto de aquitardes, ou simplesmente camadas impermeáveis que barram ou direcionam o escoamento sub-superficial.



FIGURA 14. Camada laterítica encontrada na Zona Norte de Natal durante construção de um túnel a uma profundidade média de 20 m. A camada laterítica no local tem espessura aproximada de 3 m de largura

Fonte: COESA Engenharia, 2008.

Litologicamente a Formação Barreiras é constituída por duas fácies³ sedimentares principais, separadas por uma pequena discordância, decorrente da formação em épocas distintas (Terciário e Quaternário), não havendo conservado o paralelismo da composição mineralógica das camadas:

- A primeira fácies, mais profunda (base), de idade Paleogênica, apresenta uma textura areno-ferruginosa com porções de arenitos argilosos esbranquiçados, apresentando solos residuais, friáveis de coloração variada, com manchas avermelhadas resultantes da pigmentação de óxido e hidróxido de ferro. Apresenta ainda um caráter maciço, apesar da baixa resistência ao desgaste mecânico.
- A segunda fácies (topo), possui idade Neogênica, textura areno-argilosa, intercalações de material conglomerático, formado de fragmentos

³ Fácies: conjunto dos caracteres de uma rocha, considerados sob o aspecto da sua formação que se permite conhecer as condições que se realizaram os depósitos sedimentares. (GUERRA e GUERRA, 2005, p. 263).

arredondados de diâmetro superior a 2mm e reunidos por cimento⁴, de coloração avermelhada a amarelada devido a percentagem significativa de argila ferruginosa. Possui em seu arcabouço, grãos e pequenos seixos sub-angulosos a sub-arredondados de quartzo, feldspato e fragmentos de rochas.

As camadas conglomeráticas no topo da Formação Barreiras são ricas em seixos de quartzo, argila, sílex, fragmentos líticos, possuem matriz areno-argilosa avermelhada e encontram-se consolidadas por cimentação, acabando por admitir classificação própria devido apresentarem grandes proporções, sendo denominadas na literatura como Paleocascalheiras (BRASIL, 1998).

Os seixos são fragmentos de rochas transportados pelas águas, cujo resultado é um arredondamento das arestas, aonde os fragmentos transportados pelos rios adquirem a forma de uma esfera ou mesmo de uma elipse. Para Guerra e Guerra (2005, p. 568), os seixos podem ser classificados em grandes (25 a 500 mm), médios (10 a 25 mm) e pequenos (2 a 10 mm). A forma e o tamanho dos seixos dependem, em grande parte, da natureza da rocha e da distância a que foi transportado o fragmento.

⁴ Cimento: material que une os grãos de rocha sedimentar consolidada. (GUERRA e GUERRA, 2005, p. 142).

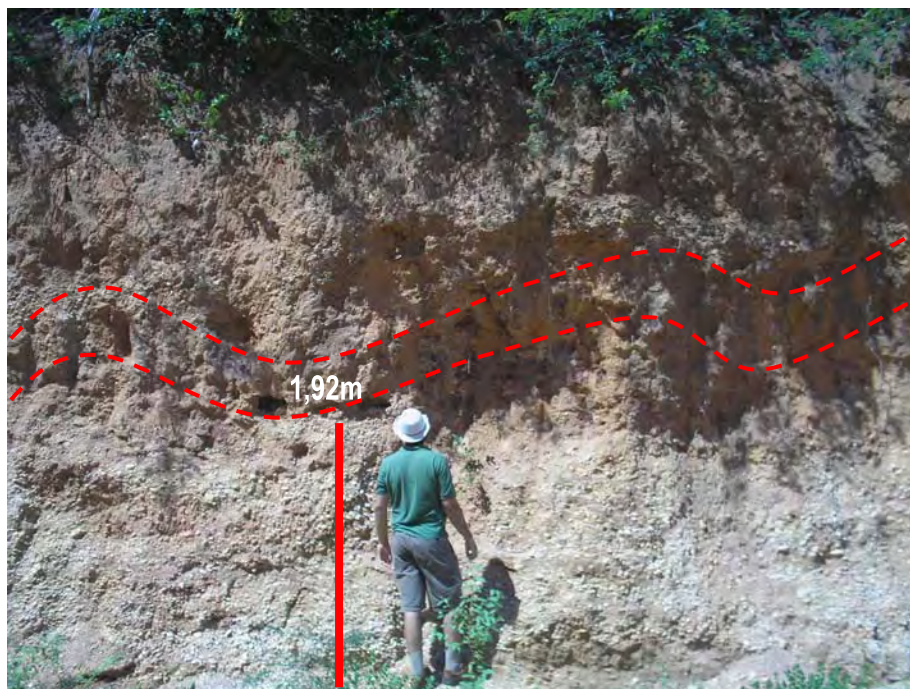


FIGURA 15. Perfil litológico mostrando o afloramento da Formação Barreiras. Observa-se em destaque a disposição do horizonte laterítico sobreposto aos regolitos constituintes das paleocascalheiras. Margem esquerda do Rio Doce, próximo a BR 101 Norte

Foto: Leonlene de S. Aguiar, 2008.

b) Depósitos Quaternários

Sobrepostos aos sedimentos da Formação Barreiras depositam-se sedimentos quaternários compostos em sua maioria por areias finas a grossas, por vezes bem selecionadas, cujo material encontra-se inconsolidados ou parcialmente consolidado, apresentando cores em geral claras. São sedimentos de origem eólica, fluvial e/ou fluvio-lacustre.

O material depositado na linha de praia, quando exposto ao trabalho de deflação eólica, parte do material desagregado do pacote sedimentar acaba sendo remobilizado para a superfície dos terrenos continentais, a distâncias que variam dependendo da capacidade de transporte dos ventos, dos obstáculos encontrados no seu percurso e das características dos sedimentos (granulometria) existentes.

Outros tipos de sedimentos encontrados no município do Natal ocorrem associados aos grandes sistemas fluviais e flúvio-lagunares (ou flúvio-lacustres) presentes na região. De forma geral, os depósitos lagunares e estuarinos estão

representados principalmente por pelitos arenosos, carbonosos ou carbonáticos, essencialmente depositados durante o Quaternário. Comumente pode-se identificar, da base para o topo, uma seqüência deposicional constituída inicialmente por sedimentos arenosos e areno-argilosos, de ampla variação granulométrica (conglomerática a sedimentos finos), graduando rapidamente para sedimentos de granulometria na fração silte e argila, com enriquecimento no conteúdo orgânico (matéria orgânica vegetal e ocasionais conchas). No topo, dominam sedimentos argilosos, de coloração cinza médio a cinza escuro, ricos em matéria orgânica, característicos do ecossistema manguezal.

Na Planície Litorânea e estendendo-se sobre os Tabuleiros Costeiros, recobrimo os sedimentos constituintes das Paleocascalheiras, depositaram-se durante o Pleistoceno os sedimentos marinhos constituintes das Paleodunas. As Paleodunas apresentam um material arenoso parcialmente consolidado, bastante oxidado e recoberto por vegetação, indicando estabilidade do material enquanto vegetados.

Outros sedimentos ainda mais recentes, datados do Pleisto-Holoceno, formam os Depósitos de Praias, que abrangem toda linha de praia do litoral potiguar, sendo constituídos por areias finas, médias e grossas, às vezes cascalhosas, podendo ocorrer ocasionalmente à presença de restos de conchas, matéria orgânica e minerais pesados.

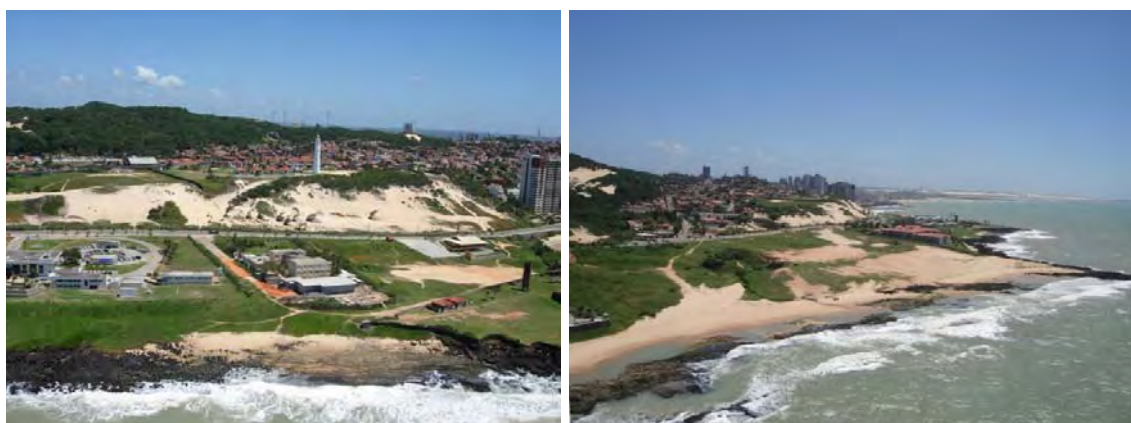


FIGURA 16. Os sedimentos depositados nas praias são transportados para o continente pelos ventos, dando origem as dunas que caracterizam o relevo do litoral Leste potiguar. Em segundo plano vê-se a disposição dos arenitos de praia ao longo da praia de Areia Preta

Fonte: Projeto Orla, 2008

Em algumas praias é comum encontrar-se na faixa de pós-praia os chamados arenitos de praia (*beach rocks*), resultado da consolidação e cimentação das areias, por vezes constituindo recifes de arenito, a exemplo da Praia do Meio, servindo de proteção contra as ondas. Por fim, estão os sedimentos holocênicos que formam as Dunas costeiras, móveis a barlavento. Trata-se de sedimentos mais finos, de coloração branca a creme, transportados das praias para o continente pelos ventos provindos do oceano.

As Paleodunas, que iniciam logo após as dunas, atualmente apresentam-se recobertas por vegetação que surgiu da oportunidade do abrandamento dos ventos e sua capacidade de transporte de sedimentos, o que deu a possibilidade da cobertura vegetal se sobrepor à dinâmica das areias.

A união das Dunas e Paleodunas com a Formação Barreiras constituem um sistema hidráulico único, muito complexo, denominado de aquífero Dunas/Barreiras, do tipo livre, mas que em diversas localidades se apresenta como aquífero semi-confinado por causa das descontinuidades dos estratos em sub-superfície e a existência de Aquitardes. As dunas exercem a função fundamental de transferência das águas de infiltração, em direção aos estratos inferiores do Aquífero Barreiras, abastecendo o manancial e impedindo o avanço da cunha salina do oceano.

A Formação Barreiras em todo o Litoral Oriental do Rio Grande do Norte, é famosa pela sua característica de ótima fonte armazenadora de água em sub-superfície. Existe uma grande relação do tipo de solo que recobre a estrutura geológica e a capacidade de infiltração. Sabe-se que quando mais arenosa for à textura pedológica que recobre a rocha sedimentar, maior é a facilidade de infiltração das águas meteóricas, que percolam facilmente os interstícios entre os grãos constituintes do material, considerado de alta permeabilidade e mantenedora de água com boa qualidade. Soma-se a essas características, aquele solo recoberto por vegetação, que auxilia na redução do efeito erosivo da precipitação e; a própria

configuração predominantemente plana do relevo, que permite a redução do escoamento superficial das águas precipitadas enquanto não for atingido o ponto de saturação do solo e conseqüentemente da rocha.



FIGURA 17. De baixo para cima: Afloramento do lençol de água; escarpa mostrando o topo da Formação Barreiras e; Paleodunas recobrando os Tabuleiros Costeiros

Fonte: START, 2008.

c) Hidrogeologia: Aquífero Barreiras

Para Leinz e Amaral (2003, p. 77-79), as águas das precipitações atmosféricas sobre os continentes, podem tomar três caminhos que são: evaporação imediata, infiltração ou escoamento. Solos recobertos por vegetação auxiliam no processo de infiltração da água retardando o escoamento superficial. A água infiltrada no solo fica distinta em duas zonas: a saturada e a zona de aeração, ou subsaturada. As duas zonas acham-se separadas pela chamada superfície piezométrica, designada também por lençol freático ou por nível hidrostático, cuja

profundidade varia com as mudanças climáticas, com a topografia da região e com a permeabilidade das rochas.

A zona inferior é denominada zona de saturação porque todos os poros e interstícios da rocha se acham saturados de água. Reserva-se a expressão água subterrânea à água contida nessa zona. Quanto à água situada acima da superfície piezométrica, na zona de aeração, dá-se a designação de água edáfica.

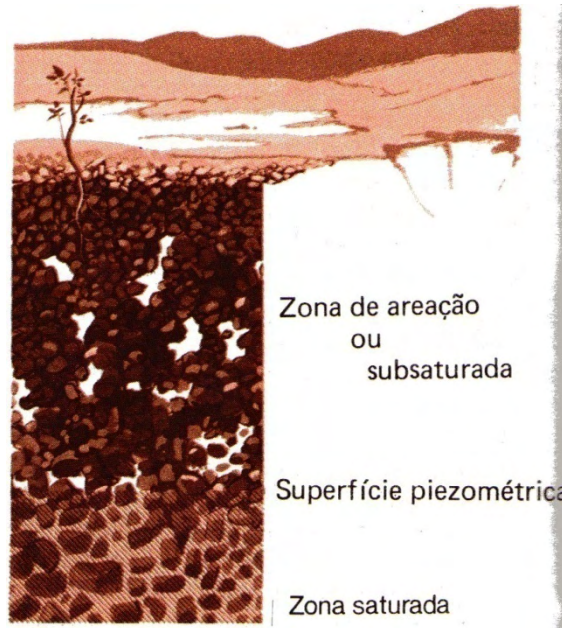


FIGURA 18. Comportamento da água em um solo arenoso. Na zona subsaturada verifica-se a retenção parcial da água, enquanto que na saturada a água preenche todos os espaços vazios entre os grãos que formam o solo

Fonte: Leinz e Amaral, 2003, p. 78.

O excesso de água da zona saturada, proveniente das precipitações atmosféricas, migrará em direção dos vales, indo alimentar as correntes de água. Devido à lentidão deste movimento pelo atrito às partículas rochosas, a superfície piezométrica eleva-se em relação ao nível dos rios e outros corpos de água, acompanhando aproximadamente a topografia. Caso a permeabilidade do terreno seja alta, a tendência é que a referida superfície torne-se mais plana por causa do rápido escoamento e as áreas com cotas inferiores ao nível freático (eleva-se rapidamente nos períodos de precipitação) armazenem as águas aflorantes, podendo formar lagoas temporárias.

O município do Natal, que se encontra assentado sobre rochas sedimentares, é rico em águas subterrâneas e pode ser explicado, nos dizeres de Leinz e Amaral (2003, p. 80), pelo fato das rochas sedimentares apresentarem boa porosidade mesmo em grandes profundidades, o que permite maior armazenamento de água.

Nos extensos baixios, a água subterrânea não se movimenta; mas, onde houver elevações, o peso da água das áreas mais elevadas faz com que se verifique a movimentação lenta da água em profundidade, calcada pela pressão hidrostática. É claro que à medida que se adentra as regiões mais profundas, o peso das rochas superiores tende a causar grandes compressões na estrutura sedimentar, fazendo com que tanto os poros como os capilares vão se tornando cada vez menores, impedindo a infiltração da água, conseqüentemente o aquífero possui um limite inferior que varia em cada região. As águas subterrâneas escoam lentamente no subsolo, dos lugares mais altos para os mais baixos, desde que não encontrem uma barreira impermeável.

De alta importância para as populações que vivem no litoral, como ocorre em grandes porções do território potiguar, diz respeito ao comportamento da água subterrânea doce na região praiana. De um modo geral, a água doce subterrânea avança até a beira-mar. Este lençol de água doce flutua sobre a água salgada mais pesada, que, por sua vez, pode penetrar debaixo da água doce, rumo ao continente. Assim é possível a obtenção de água doce por meio de poços relativamente rasos, mesmo nas praias. Deve-se, contudo, evitar que a água salgada subjacente seja atingida, ocasionando a contaminação da água doce.

De uma maneira geral, e como pôde ser observado nas explanações anteriores, o caminho das águas precipitadas sobre uma bacia hidrográfica são diversos: evaporam, são interceptados pela cobertura vegetal, infiltram no solo e aquífero, escoam superficialmente, direcionam-se para as áreas rebaixadas do relevo, afloram nas vertentes e encostas, e, finalmente, drenam para os canais fluviais principais da bacia.

As águas drenadas para as áreas rebaixadas do relevo acabam dando origem a algumas lagoas existentes em Natal, onde as águas drenadas a partir de divisores

de água permitem que alguns locais sejam classificados como sub-bacias confinadas em relação às bacias de drenagem na qual estão situadas.

Netto (2005, p. 128) afirma que geralmente, “os divisores de uma bacia hidrográfica subterrânea são assumidos como correspondentes, num certo nível de aproximação, aos divisores das bacias hidrográficas superficiais”. Porém esta não é uma regra geral.

Segundo Meis e Moutra (1984 *apud* Netto, 2005, p. 128) e Coelho Netto e Fernandes (1990 *apud* Netto, 2005, p. 128):

Os contornos de uma unidade subterrânea não necessariamente coincidem com os divisores traçados de acordo com a topografia atual, em função de controles lito-estruturais do substrato geológico e também de possíveis ocorrências de inversões de relevo no decorrer da evolução geomorfológica.

Sabe-se ainda que devido às grandes extensões dos aquíferos subterrâneos, é que permite o acúmulo de um volume de água superior ao que é drenado anualmente para fora. Essas características podem ser aplicadas ao município de Natal e boa porção de sua região metropolitana.

A hidrologia associada à estrutura geológica de Natal faz com que os grandes exutórios de caráter permanente da cidade sejam os Rios Doce, Potengi/Jundiaí, Pitimbú; este último sub-bacia do Rio Pirangi; e o Oceano Atlântico.

2.2.2. Geomorfologia

A dinâmica morfológica do relevo é resultante de processos endógenos, associados a fenômenos geológicos, a exemplo dos movimentos tectônicos de abaulamento e falhamento que promoveram o surgimento de Grabens e Rift's; e dos processos exógenos, principalmente pela ação dos agentes climáticos e corpos d'água. A construção do modelado terrestre é um processo contínuo conforme pode ser observado nas palavras de Penha (2005, p. 53):

A movimentação de matéria do interior para o exterior do planeta e vice-versa é contínua e constitui o ciclo das rochas, onde massas rochosas impulsionadas para a superfície acentuam o relevo e impedem o aplainamento generalizado produzido pelas forças exógenas.

O aplainamento citado pelo autor refere-se aos processos intempéricos⁵ que constantemente desgastam as formas de relevo expostas a atmosfera e ao oceano. Do ponto de vista geomorfológico, o termo apropriado para esse fenômeno chama-se erosão. Na geomorfologia, erosão é entendida como o processo de destruição do relevo pelas águas correntes ou de escoamento e pelos outros agentes erosivos (ventos, chuvas, seres vivos, etc.).

Colocada esta breve introdução a cerca dos conceitos de geomorfologia, são caracterizadas a seguir as formas de relevo encontradas na cidade de Natal, visando entender a sua natureza e os fenômenos envolvidos na sua construção. Para tal caracterização teórica, foram utilizadas diversas bibliografias já elaboradas sobre a área, referências básicas sobre o assunto, análise de fotografias e visita de campo.

Nunes (2000, p. 30) identifica na área em estudo a ocorrência de três unidades fisiográficas homogêneas associadas: Domínio Geo-ambiental das Planícies Sedimentares, Domínio Geo-ambiental Fluvio-marinho e o Domínio Geo-ambiental Litorâneo-eólico.

O Domínio Geo-ambiental das Planícies Sedimentares é denominado de Superfície de Tabuleiros ou simplesmente tabuleiros costeiros. Nela encontram-se as planícies médias e baixas, tendo na sua base a Formação Barreiras, podendo ainda encontrar-se recoberto por Dunas parabólicas ou Dunas longitudinais e entalhada em alguns locais por Vales Fluviais.

Por sua vez, o Domínio Geo-ambiental Fluvio-marinho corresponde àquelas áreas que apresentam “baixos topográficos e estruturais, com vales costeiros que estão limitados pelas dunas e pela planície sedimentar” (Nunes, 2000, p.30). Em Natal, estas áreas estão constantemente sobre influência da maré e do nível hidrostático dos lençóis subterrâneos, como é o caso do estuário dos Rios Jundiá/Potengi, Rio Jaguaribe, Rio Doce, Rio Pitimbu e das lagoas de Extremoz e Jiqui.

⁵ Intemperismo: conjunto de processos mecânicos, químicos e biológicos que ocasionam a desintegração e decomposição das rochas. (GUERRA e GUERRA, 2005, p. 354).

No Domínio Geo-ambiental Litorâneo-eólico, tem-se o complexo de Dunas e Lagoas costeiras, Dunas parabólicas recentes, Dunas longitudinais arrasadas e Planície de Deflação com Areias Quartzosas Marinhas. Sendo a Planície de Deflação inapropriada à ocupação devido à superficialidade do lençol freático, transformando-se numa área de formação de diversas lagoas no período chuvoso (NUNES, 2007, p. 46).

Em análise mais geral, pode-se situar o município de Natal, assentado sobre duas unidades geomorfológicas principais: os Tabuleiros e as Planícies, ocorrendo uma série de compartimentos de relevo associados a estes e formados posteriormente.

a) Tabuleiros Costeiros

Ao focar-se o Tabuleiro, associa-se naturalmente uma forma de relevo plana a suavemente ondulada e assemelhada a um Planalto (GUERRA & GUERRA, p. 594). Essas características são verificadas em praticamente toda a região onde se situa o município de Natal, havendo alteração em sua forma quando a mesma sofre descontinuidades provocadas pela presença de vales ou recobrimento por sedimentos eólicos provenientes da Planície Costeira.

O Tabuleiro Costeiro pode ocorrer com interrupções abruptas no sentido ao oceano, dando origem a um compartimento geomorfológico particular denominado de Falésia, como pode ser encontrado na Via Costeira de Natal, ou de Terraços Costeiros, quando termina de forma suave a exemplo da Praia do Meio. No sentido dos cursos d'água, os Tabuleiros são dissecados⁶, por efeito erosivo dos Vales Fluviais e das Planícies de Inundação.

⁶ Dissecado (relevo): Diz-se da paisagem trabalhada pelos agentes erosivos. (GUERRA & GUERRA, 2005, p. 207).



FIGURA 19. Em primeiro plano vê-se uma fotografia do bairro de Ponta Negra (década 1980), construído sobre uma faixa de tabuleiros costeiros situados entre dunas. Em segundo plano vê-se um recorte dos tabuleiros costeiros, próximo a via costeira (2008)

Fonte: Autor desconhecido/start, 2008.

Grande parte do Tabuleiro Costeiro encontra-se recoberto por areias de espraiamento e pelos depósitos de areias eólicas formadores dos campos dunares da cidade, como o Parque das Dunas, ou as Dunas existentes nos bairros de Candelária, Cidade Satélite, Ponta Negra, Santos Reis, Redinha e Lagoa Azul, aprisionando as depressões circulares e alongadas deste tabuleiro, originando as lagoas⁷ ou aprisionando o próprio Tabuleiro em forma de Corredores Interdunares (MEDEIROS, 2001, p. 26).

b) Dunas

As Dunas constituem feições geomorfológicas provenientes de depósitos sedimentares arenosos de origem recente, bastante comum em zonas litorâneas e desertos. O processo formador geralmente é controlado pelos agentes climáticos, fenômenos tectônicos e por ocorrência de eustasia, tendo a ação dos ventos e a disponibilidade de sedimentos como principais fatores propiciadores da formação desses bancos de areia. A movimentação dos grãos de quartzo é constante devido à

⁷ O acentuado crescimento urbano da cidade provocou o desaparecimento da maioria das lagoas localizadas na área de expansão urbana (MEDEIROS, 2001, p. 2).

ação dos ventos, provocando um polimento característico e uma textura comum a essas feições.

Quando as Dunas são consideradas móveis, dificulta a produção de mapas, de caráter permanente, visto que por suas características mutáveis, podem ter suas formas, dimensões e disposições alteradas num espaço reduzido de tempo. Esta observação serve inclusive para o planejamento das áreas próximas a essas feições, as quais podem sofrer influência do transporte de sedimentos. As formas adquiridas pelas Dunas dependem da direção prevalecente dos ventos e de suas alterações sazonais, bem como dos obstáculos encontrados no caminho do transporte dos sedimentos. Já o seu desenvolvimento, leva outros fatores em consideração, a citar: a superfície de sedimentos, a textura dos sedimentos, a cobertura vegetal, a velocidade e constância dos ventos, a topografia sobre a qual a Duna se desenvolve, as variações climáticas e do nível do mar, a dinâmica de marés e mais recentemente as intervenções humanas.

Segundo Medeiros (2001, p. 27-28), as Dunas costeiras existentes no município de Natal, têm no clima seu controle mais importante, além da variação do nível do mar e do comportamento dos ventos alísios. Os Campos de Dunas costeiras ativas estão presentes somente naqueles trechos onde ocorrem, pelo menos, quatro meses de seca consecutivos durante o ano.

Os depósitos dunares são formados por areias finas a grossas, com maior domínio dos grãos grosseiros. As Dunas que recobrem grande parcela da cidade, repousando sobre a Formação Barreiras, são depósitos eólicos encontrados com frequência perto da linha de costa e, no interior, dominam os espriamentos superficiais arenosos dos Tabuleiros, que se acumulam ao longo da faixa costeira pela ação dos ventos e constituem as feições geomorfológicas mais notáveis da cidade. No conjunto, apresentam formas colinosas suavemente arredondadas, paralelas ou semi-paralelas e obedecem a direção preferencial dos ventos que se dá de Sudeste para Noroeste.

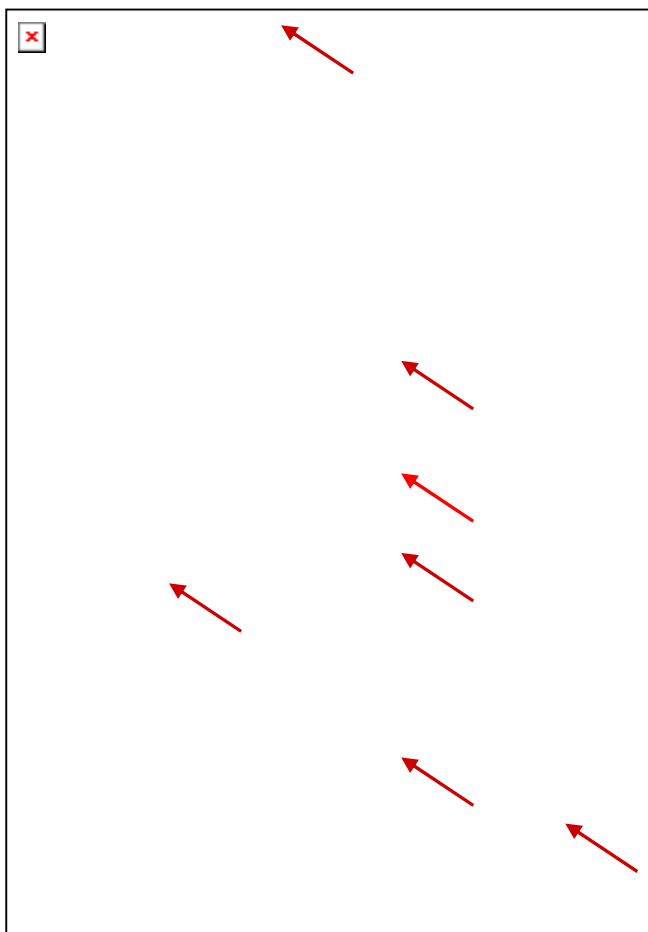


FIGURA 20. Na imagem é possível verificar a disposição SE-NW das dunas na cidade do Natal, em conformidade com os ventos que sopram na cidade

Fonte: Projeto Orla.

Através da interpretação de imagens aéreas, morfologicamente as Dunas em Natal são classificadas como parabólicas, sendo comum a modificação das mesmas em virtude do progressivo estiramento para formas mais alongadas com conseqüente formação de Corredores Interdunares. Possuem em geral cores brancas, amareladas e avermelhadas que dependem da sua idade e da associação dos sedimentos com outros minerais.



FIGURA 21. Campo de dunas parabólicas de San Vale/Pitimbu/Cidade Nova

Fonte: Start, 2008

Em estudo realizado por Amaral (2000), informa que de modo geral as Dunas no Litoral Oriental do Estado 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.

Os Campos de Dunas parabólicas vegetadas são testemunhos de variações climáticas pretéritas e de um nível mais baixo do mar, o qual possibilitou o espaço necessário para o transporte eólico de grande quantidade de sedimentos. Posteriormente, as Dunas mais antigas foram dispersas (processo que continua até os dias de hoje), e seus sedimentos preencheram parte das depressões presentes na superfície subjacente, tornando-a plana.

c) Corredores Interdunares

Os Corredores Interdunares são feições geomorfológicas encontrados entre os flancos das Dunas, apresentando uma topografia plana a suavemente côncava. Neste compartimento é possível de se observar, em alguns locais, o afloramento das águas do aquífero livre, formando um conjunto de Lagoas Interdunares, perenes e intermitentes (MEDEIROS, 2007).



Fonte: START, 2008.

FIGURA 22. Área entre Dunas formando paralelamente um extenso Corredor Interdunar no San Vale em Natal

As feições de Corredores Interdunares, definidas como áreas situadas entre Dunas, podem sofrer ativamente o processo de deflação eólica e ocupar extensões superficiais superiores às das Dunas associadas. Segundo Reineck e Sing (1980 *apud* NATAL, 2008, p. 121), a presença de grãos de tamanhos mais grossos se faz presente de forma comum nos depósitos interdunares. Esses depósitos foram classificados em depósitos de interduna seca e úmida.

À medida que se adentra ao continente, percebe-se que o abrandamento dos ventos proporcionou a fixação de uma vegetação sobre os campos de dunas e os Corredores Interdunares, além da existência de alguns corpos d'água que juntamente com a vegetação, fixam os sedimentos na superfície, derivando estabilidade ao material, acabando por se tornar um entrave ao efeito de deflação.



FIGURA 23. Vale Interdunar no bairro de San Vale sofrendo processo de aterramento por atividades humanas, ocasionado pelo processo de expansão urbana da cidade. No destaque vê-se a construção de um condomínio sobre uma duna abatida

Fonte: START, 2008.

d) Planícies

Em relação às Planícies, estas constituem terrenos mais ou menos planos, onde os processos de agradação superam os de degradação. Nestas áreas, a topografia caracteriza-se por apresentar superfícies pouco acidentadas, sem grandes desnivelamentos relativos.

Guerra e Guerra (1997, p. 493) descrevem esta unidade da geomorfologia como sendo “uma forma de relevo, geralmente extensa, cuja superfície plana ou suavemente ondulada lhe confere um caráter monótono [...]. Não deve ser confundida com a forma topográfica plana de um peneplano ou de uma superfície de erosão e tem uma forma de relevo relativamente recente”.

O município de Natal apresenta grande porção do seu território inserido na Planície Litorânea ou Costeira, a qual contém diversos compartimentos geomorfológicos em menor escala, constituídos de estrutura sedimentar, a citar as Praias e as rochas de praia (*Beach Rock*) de origem recente e constituída por sedimentos provenientes da atuação eólica e marinha, já que é o mar o principal agente de sedimentação que forma esta Planície.

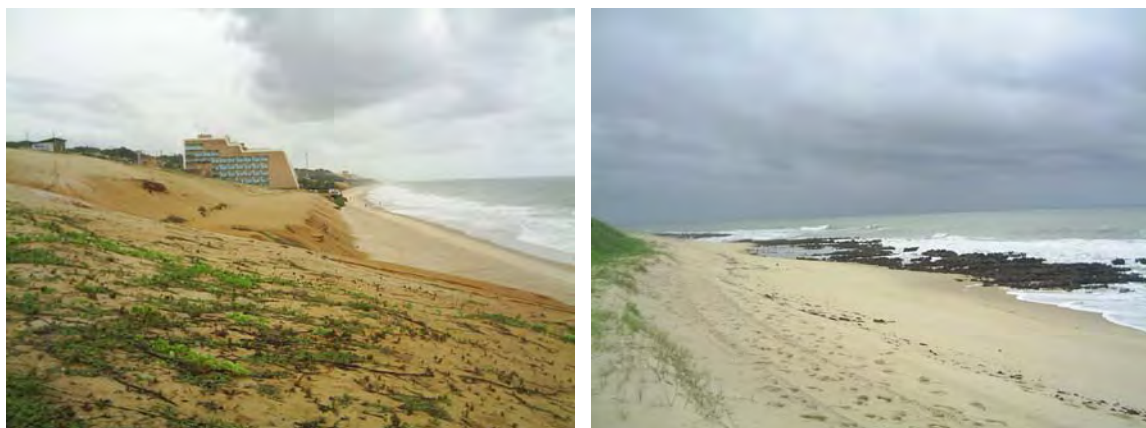


FIGURA 24. Em primeiro plano temos a planície de costeira ou de praia, limitada pelo Oceano Atlântico, à direita e pelas dunas frontais, à esquerda. Em segundo plano vê-se a presença de rochas de praia junto à planície costeira - Via Costeira, Natal/RN

Fonte: Projeto Orla, 2008

e) Planície Litorânea ou Costeira

Esta unidade geoambiental é caracterizada por apresentar depósitos sedimentares sob erosão eólica, de idade pleisto-Holocênica, formadas por praias que têm como limites, de um lado o mar, e de outro os Tabuleiros Costeiros, estendendo-se por todo o litoral. No Litoral Leste do Estado do Rio Grande do Norte, esses terrenos planos são alterados em suas formas pela presença de dunas, cujos sedimentos característicos são as areias quartzosas distróficas marinhas.

Christofoletti (1980. p. 128), no capítulo em que trata da “geomorfologia litorânea”, descreve os processos de formação desta unidade geoambiental a partir de uma análise cronológica:

Em qualquer período geológico, a ação dos processos litorâneos afeta uma faixa de largura reduzida, mas as flutuações do nível marinho, principalmente no decorrer do Plioceno e Quaternário, permitem distinguir formas subaéreas atualmente submersas nas águas oceânicas, assim como verificar a existência de formas e terraços escalonados, esculpidos pela morfogênese marinha, localizados a várias altitudes acima do nível do mar.

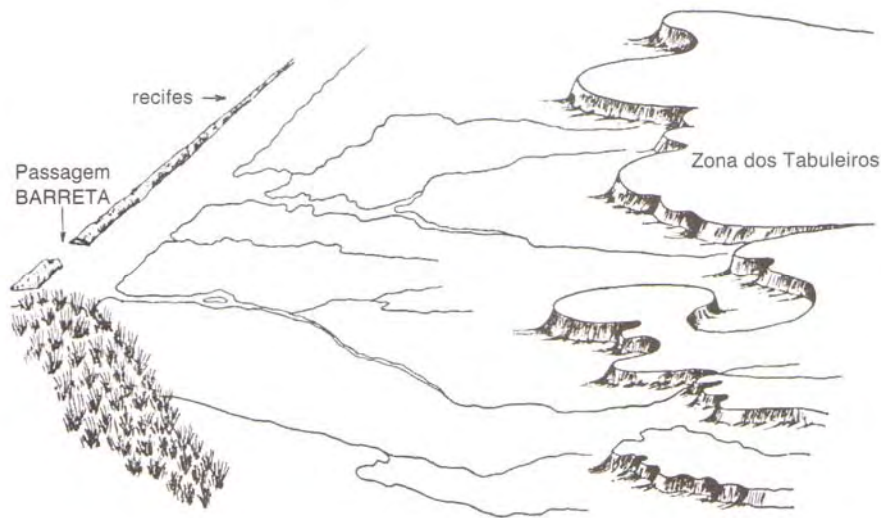


FIGURA 25. Topografia da zona costeira do Nordeste, vendo-se a zona dos Tabuleiros de argila da série Barreiras e a esquerda a linha de Recifes

Fonte: Guerra e Guerra (2005, p. 84).

Nessa perspectiva afirmada por Christofolletti, um dos compartimentos geomorfológico litorâneo que se pode fazer menção, diz respeito à Planície Flúvio-Marinha de grande relevância para a cidade de Natal, que desemboca no Oceano Atlântico através do Estuário do Rio Potengi.



FIGURA 26. Planície Flúvio-Marinha de Natal com presença de Manguezal, tendo o Estuário do Rio Potengi/Jundiá desembocando no Oceano Atlântico

Fonte: IDEMA/PRODETUR, 2006.

Particularmente as Zonas Costeiras são regiões de transição ecológica que desempenham uma importante função de ligação e trocas de energia entre os ecossistemas terrestres e marinhos, fato que as classificam como ambientes complexos, diversificados e de extrema importância para a sustentação da vida no mar.

Após a arrebentação, a onda atravessa a zona de surfe à semelhança de um macaréu (*bore*) até atingir a face da praia, onde se espraia (*swash*, *uprush*) para depois refluir (*backwash*). Durante o espraio, parte da água percola através da areia, renovando, dessa forma, a água intersticial e trazendo nutrientes para a fauna bentônica. Para esta última, a maneira como se processa o ciclo de espraio, percolação e refluxo da água na face de praia pode ser um fator importante para compreender diferenças na composição, densidade e diversidade das espécies encontradas, por ser o resultado da interação entre características de topografia, granulometria do sedimento e clima de ondas (MUEHE, 2007, p. 269-270).

A elevada concentração de nutrientes e outras condições ambientais favoráveis, como os gradientes térmicos e salinidade variável e, ainda, as excepcionais condições de abrigo e suporte à reprodução e à alimentação inicial de inúmeras espécies que habitam os oceanos, transformaram os ambientes costeiros num dos principais focos de atenção no que diz respeito à conservação ambiental e manutenção de sua biodiversidade.

As Zonas Costeiras são consideradas ambientalmente frágeis partindo do ponto de vista de fragilidade das diversas espécies que habitam essas áreas e outras que a utilizam para reprodução ou alimentação. As áreas litorâneas, principalmente em áreas urbanizadas sofrem processos de degradação que afetam as formas de vida aí existentes. Natal, por exemplo, possui déficit do sistema de saneamento básico, e as águas servidas de grande parte da cidade acabam sendo escoadas, sem nenhum tratamento prévio, para lagoas, rios e em última instância o mar, alterando a qualidade das águas.



FIGURA 27. Tubulação de águas pluviais despejando efluentes domésticos nas areias das praias de Ponta Negra e de Areia Preta, Natal/RN

Fonte: Projeto Orla, 2008

f) Praias

Um dos compartimentos geomorfológicos mais conhecidos da Planície Costeira refere-se às Praias. NUNES (2006, p. 34), descreve as Praias como sendo uma faixa da região litorânea coberta por sedimentos arenosos, com largura desde dezenas de metros da linha de baixa-mar, denominada de estirâncio, até o local em que se configura uma mudança fisiográfica, como vegetação permanente, dunas, falésia e desembocadura ou foz do rio.

As praias são depósitos de sedimentos, mais comumente arenosos, acumulados por ação de ondas que, por apresentar mobilidade, se ajustam às condições de ondas e maré. Representam, por essa razão, um importante elemento de proteção do litoral, ao mesmo tempo em que são amplamente usadas para o lazer. (MUEHE, 2007, p. 291).



FIGURA 28. Praia de Ponta Negra, Natal/RN

Fonte: Projeto Orla, 2008

g) Mangues

Alguns autores consideram o Mangue como sendo uma unidade da Planície Costeira. Para Guerra e Guerra (2005, p. 407), os mangues ocorrem em áreas baixas das planícies costeiras, que ficam inundadas nas marés altas e emersas nas marés baixas e onde há encontro de água doce dos rios e água salgada do mar.

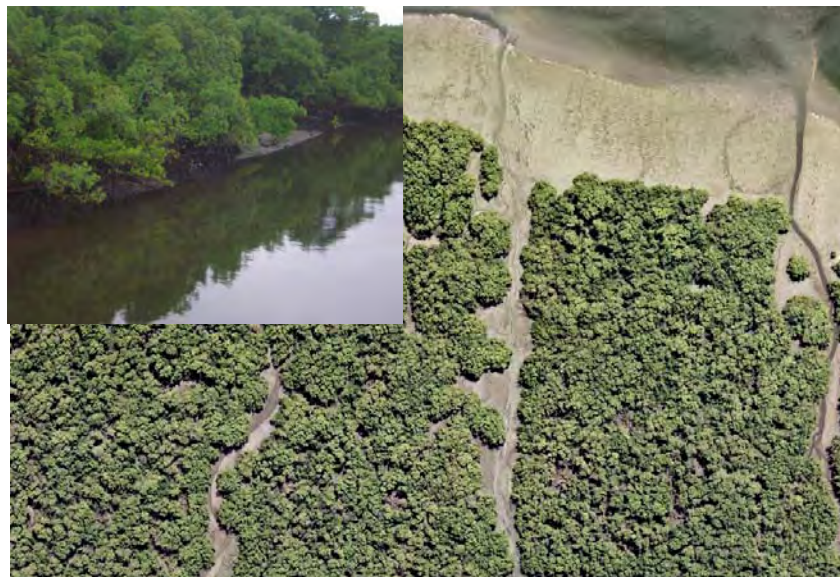


FIGURA 29. Planície costeira em área de Mangue, Rio Jaguaribe, Natal/RN

Fonte: Elaboração START, com base no IDEMA/PRODETUR, 2006.

h) Falésias

Trata-se de uma feição geomorfológica modelada pela influência direta das águas oceânicas avançando no continente. As falésias são feições escarpadas, ou seja, que não possuem declividade e apresentam um desnível abrupto. As falésias situadas no litoral Leste do Estado são constituídas por intercalações horizontais de sedimentos Barreiras, dunas fixas, e concreções ferruginosas, às vezes conglomeráticas. As ondas desgastam constantemente a costa solapando a base destas escarpas, gerando, por vezes, desmoronamentos ou instabilidade da parede rochosa. Quando há o desmoronamento de parte da parede, o material abatido irá constituir uma barreira protetora na base da escarpa da falésia, reduzindo temporariamente o efeito do solapamento promovido pela ação marinha.

No litoral de Natal, os tabuleiros costeiros não apresentam a mesma ruptura abrupta junto a costa como em outras porções do litoral potiguar, porém ainda é possível observar a existência de pequenas falésias que, em geral, encontram-se encobertas pelos sedimentos dunares.



FIGURA 30. Falésia na Via Costeira. Ao fundo vê-se o Parque Estadual das Dunas de Natal

Fonte: Projeto Orla, 2008

É ao longo da via costeira onde se observa o maior número de falésias expostas da cidade. Na praia de Ponta Negra, no período compreendido entre os meses de novembro a janeiro, quando ocorrem as maiores marés, surge uma parede com quase 03 metros de altura na base das dunas que formam o morro do careca, fruto da retirada dos sedimentos de dunas que escondem a falésia no resto do ano. Junto a costa, na praia dos artistas e do meio, escondida por traz de uma parede de concreto que dá suporte ao calçadão da Av. Getúlio Vargas, encontra-se uma falésia morta, retratando o antigo nível do Oceano Atlântico em eras pasadas.



FIGURA 31. Falésia morta na Av. Getúlio Vargas - Praia dos Artista e do Meio, Natal/RN

Fonte: Projeto Orla, 2008.

i) Arenitos de Praia

Ao longo do Litoral Oriental é comum encontrar-se Recifes de Arenito (*Beach Rocks*), constituindo a morfologia da Planície Costeira. São rochedos ou série de rochedos situados próximos à costa ou a ela diretamente ligados, submersos ou a pequena altura do nível do mar. Constituídos de arenito resultantes da cimentação de antigas Praias.

Os Arenitos de Praia têm sua gênese associada a processos de diagênese⁸ das areias de praia por precipitação de carbonato de cálcio em ambiente marinho (antepraia superior) e meteórico (planície costeira). Em estudo realizado por Lessa (2008), na costa norte do estado da Bahia, ele afirma que os Arenitos de Praia da costa Norte do estado da Bahia foram utilizados como evidência para supostas oscilações secundárias do nível relativo do mar nos últimos 5.000 anos. Conchas de bivalves, cimentadas junto aos arenitos, foram datadas, e a elevação do ambiente de sedimentação determinada com base nas estruturas primárias e sua altura em relação ao nível do mar atual.



FIGURA 32. Arenitos de praia situados na praia de Areia Preta

Fonte: START, 2008.



⁸ Diagênese: conjunto de fenômenos que começam a agir modificando os sedimentos desde o início de seu depósito. Observa-se a eliminação gradual de qualquer traço de vida, e a substituição de cal pela sílica. Esse processo sobre rocha sedimentar dá aparecimento a uma rocha coerente.

FIGURA 33. Estratificação de rocha sedimentar na Via Costeira de Natal. Pode-se inferir que no passado houve a ação da água marinha, dando origem a essa estrutura mais resistente (Arenito). À direita, constata-se o afloramento de água subterrânea proveniente da infiltração de águas meteóricas nas dunas que recobrem a estrutura

Fonte: TINÔCO, Leonardo. Projeto Orla de Natal. 2008.

j) Enseadas e Pontas

A forma da linha de costa do litoral de Natal apresenta-se repleto de Enseadas, ou reentrâncias da costa bem aberta em direção ao mar, porém com pequena dimensão. Entre uma Enseada e outra, existe uma separação por promontórios distanciados um do outro. Promontórios estes que recebem a denominação de Ponta, que são extremidades salientes da costa, de fraca elevação, e que geralmente coincidem com o aparecimento de rochas duras mais resistentes ao efeito da erosão diferencial. Um exemplo de Ponta que merece ser citada é da Praia de Ponta Negra.

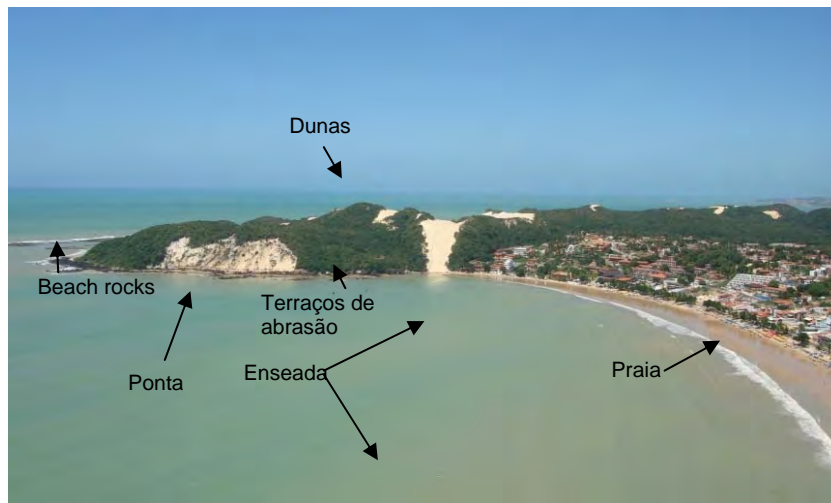


FIGURA 34. Ponta Negra com destaque para as feições geomorfológicas: Ponta, Enseada, Dunas, Praia, e pequenas manchas ao longe que constituem os Terraços de Abrasão e *beach rocks*

Fonte: IDEMA/PRODETUR, 2006.

São diversos os problemas encontrados ao longo da costa do Município do Natal, destacando-se o de erosão costeira. Naturalmente a erosão corresponde à resposta aos processos da dinâmica de ondas, marés, ventos, correntes e das variações de nível do mar e seus efeitos podem ser sentidos ao longo de toda a orla. Entretanto alguns motivos agravam os efeitos e sua magnitude é diretamente proporcional à intensidade de uso e ocupação. Durante as marés de sizígia, as águas do mar avançam sobre as edificações atualmente existentes próximas a linha de costa.

Um dos principais impactos que ocorrem atualmente na orla de Natal, diz respeito à grande quantidade de ligações clandestinas de esgoto que são feitas ao sistema de galerias para o escoamento das águas pluviais. Essas galerias concentram a água para o deságüe em pontos localizados da praia, intensamente utilizadas para a atividade turística e de lazer. Alguns desses pontos apresentam início de processo erosivos como efeito do modo como é realizado o deságüe das águas, que chegam com grande intensidade nos períodos chuvosos, já que concentram toda a água do escoamento superficial a montante da praia em direção ao continente. A disposição das tubulações gera até um aspecto degradador da paisagem aos olhos das pessoas que freqüentam as praias. Percebe-se através da coloração da água que existem substâncias poluentes diluídas, além desse fluxo da água continuar a ocorrer mesmo em períodos de estiagem.



FIGURA 35. Tubulações por onde deságuam as águas pluviais provenientes do escoamento superficial. Comum encontrar pontos com águas misturadas de esgotos devido a ligações clandestinas

Fonte: START, 2008.

k) Planícies Fluvial, de Inundação e Lacustre

Além da Planície Costeira, a cidade do Natal apresenta alguns rios importantes que correm pelo seu território, provenientes de Bacias Hidrográficas diferentes e bem delimitadas por Divisores de Água⁹. Esses rios dão origem às Planícies Fluviais e conseqüentemente as suas Várzeas ou Planícies de Inundação, mesmo que em pequena escala quando se compara aos aspectos do relevo regional. A Planície de Inundação trata-se das superfícies pouco elevadas acima do nível médio das águas e que ficam completamente inundadas por ocasião das cheias.

Existe ainda, em escalas muito pequenas, outro tipo de planície em Natal: Refere-se às áreas próximas as lagoas naturais, que acumulam sedimentos resultantes destes reduzidos corpos líquidos, recebendo a denominação de Planície Lacustre. Esta se caracteriza por constituir terrenos mais ou menos planos, de natureza sedimentar, situados em áreas deprimidas do relevo, geralmente fruto de afloramento do lençol freático, que é abastecido principalmente pelas águas precipitadas.

Essas águas tendem a infiltrar-se no solo abastecendo os aquíferos locais ocorrendo à elevação do nível freático, o qual aflora na superfície primeiramente nas áreas mais baixas do relevo; havendo contribuição também das águas escoadas superficialmente, que são direcionadas para essas pequenas depressões, as quais recebem a denominação de sub-bacias fechadas, sem exutório, no contexto da Bacia Hidrográfica. Os depósitos sedimentares situados às margens das lagoas do município apresentam sedimentos recentes de idade Pleisto-Holocenica, compostas por pelítos areno-siltosos, apresentando por vezes concreções lateríticas.

Grande parte das lagoas existentes em Natal apresentam-se em área totalmente urbanizada, com grande quantidade de edificações próximas as suas

⁹ Divisor de água: Linha separadora das águas pluviais e de Bacias Hidrográficas (GUERRA e GUERRA, 2005 p. 208).

margens, em nível topográfico inserido nas áreas consideradas de risco, já que o nível mais alto das águas é bem superior ao das construções. Como não existe um exutório nas chamadas sub-bacias fechadas ou confinadas, estas acabam elevando rapidamente o nível da água, aumentando o volume e o espelho d'água, expandindo a área de inundação quanto maior for o índice de precipitação.

Além do *runoff* que transporta a água por gravidade para as áreas mais baixas do relevo, o nível do lençol freático sobe rapidamente em determinadas localidades, por existência de camada sub-superficial impermeável ou mesmo pelo fato de não dar tempo da água infiltrar-se no sub-solo, principalmente nas lagoas artificiais que formam uma couraça impermeável no solo por presença de poluição e matéria orgânica. Vale salientar que o escoamento superficial aumenta mais à medida que o tempo passa, devido à diminuição das áreas permeáveis da cidade e com capacidade de infiltração, o que retardaria consideravelmente o tempo de chegada das águas meteóricas as lagoas principais. Soma-se a isso a ocorrência de precipitações excepcionais (chuvas intensas ocorrem num só dia, ultrapassando por vezes os 100 mm) que vem ocorrendo com freqüência nos últimos anos.

Atualmente as áreas de proteção ambiental onde existem Dunas na cidade do Natal, são extremamente importantes para o sistema de distribuição das águas precipitadas, pois as mesmas além de assumirem um efeito de beleza cênico-paisagística, exercem efeito protetor as águas do Aquífero Barreiras, regulando a distribuição da água subterrânea.

2.2.3. Pedologia

O solo 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 (Nunes, 2006. p. 36).

O solo é uma resultante da soma dos mais diversos elementos que interagem ao mesmo tempo ou não sobre uma ou mais rochas. Esses agentes atuam de forma diferenciada, sendo eles físicos, químicos ou biológicos. 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).

Sobre as condições pedológicas em regiões de clima tropical, Primavesi (2002, p. 88-89) 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.

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 Mipibu*) 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 de Natal são oriundos dos períodos Quaternário e Terciário na escala geológica. 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 oceano para o continente por efeito da atuação dos ventos.

Em decorrência dos ventos na região atuarem no sentido predominante de Sudeste para Noroeste, os sedimentos e a morfologia local acaba por alongar-se neste sentido.

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 (Formação Barreiras) que deu origem a uma variedade de solos areno-argilosos, como os Latossolos, as Areias Quartzosas Distróficas e os Podzólicos, todos resultantes da atuação do clima úmido com intensas precipitações e ventos constantes. Outros solos são encontrados além dos limites do município de Natal, a exemplo dos Litossolos e Bruno-não-cálcicos originários de estruturas cristalinas que afloram em algumas localidades da Região Metropolitana.

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 solos de Natal, em sua maioria, apresentam um aspecto textural mais arenoso do que argiloso, principalmente, nas primeiras camadas do perfil. Entretanto, graças ao efeito da lixiviação ocasionada pela água das chuvas, estes solos vão, gradualmente, apresentando um material de granulometria média a fina nas camadas mais profundas com forte teor de argila. 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.

Esses solos permitem fácil percolação das águas, alimentando rapidamente o lençol freático e escoando o fluxo para as áreas mais rebaixadas do relevo a medida que vai ocorrendo saturação. Dessa maneira as águas sub-superficiais lentamente escoam para os principais exutórios, a exemplo das Planícies Fluviais e para as Sub-bacias confinadas.

O município de Natal apresenta quatro tipos quanto à nova classificação dos solos do Brasil: Neossolos (quartzarênicos distróficos de origem marinha; quartzarênicos distróficos; e aluvionares), Argissolos, Plintossolos e Gleissolos.

- **Neossolos Quartzarênicos distróficos marinhos:** sua formação é de origem marinha e se deposita no continente por efeito da ação eólica, dando origem as Dunas e as Planícies de Deflação. Este tipo de solo é encontrado em praticamente toda orla litorânea do Rio Grande do Norte, com largura em torno de 1 km, apresentando um horizonte ‘A’ pouco desenvolvido nas Dunas sub-recentes (fixas) com vegetação e praticamente não desenvolvem este horizonte nas Dunas recentes (móveis) e Planícies de Deflação. São solos areno-quartzosos, excessivamente drenados, de coloração branca a creme, profundos, ácidos e de fertilidade natural muito baixa. Devido a sua idade bastante recente do ponto de vista geológico, este solo acaba se sobrepondo a outros tipos de solos.



FIGURA 36. Aspecto frontal de uma duna frontal junto à faixa de praia, retratando a formação dos Neossolos Quartzarênicos distróficos marinhos

Fonte: Projeto Orla, 2008.

- **Neossolos Quartzarênicos distróficos:** são normalmente encontrados em áreas de relevo plano e pouco ondulado, comuns nas feições de Tabuleiro Costeiro, sobre as seqüências Barreiras, de onde são sedimentados. São ácidos e possuem coloração que varia entre o branco, amarelo e vermelho, dependendo, principalmente, do nível de oxidação proporcionada pela ação intempérica no mineral ferro, existente em grandes concentrações. Estes solos apresentam baixa fertilidade, são excessivamente drenados e apresentam pouca quantidade de argila. Em decorrência da alta permeabilidade e baixa retenção de nutrientes no seu perfil, o horizonte ‘A’ deste solo é pouco desenvolvido.

Por ser o neossolo quartzarênico distrófico um solo que não há agregação na sua estrutura, devido à predominância da areia e uma alta permeabilidade e porosidade, o mesmo pode ser facilmente contaminado e/ou poluído, por todo e qualquer tipo de efluente orgânico ou químico, que venha a ser lançado no solo, que por sua vez contaminará as águas subterrâneas.



FIGURA 37. Perfil de um Neossolos Quartzarênicos distróficos situado nas dunas do Complexo Lagunar de Pajussara/Gramoré

Fonte: Start, 2008

- **Argissolo:** são solos arenosos superficialmente e argilosos com o aumento da profundidade, o que proporciona o dessecamento dos taludes e o grau de inclinação. Apresenta um horizonte B textural (Bt) caracterizado por acumulação de argila que está logo abaixo de um horizonte A ou E, de cores claras e de textura mais arenosa com baixo teor de matéria orgânica e de característica ácida. É um solo medianamente profundo a profundo e de drenagem moderada a forte. Devido a essa transição de um horizonte mais arenoso para outro argiloso, pode significar um obstáculo a infiltração da água ao longo do perfil, diminuindo a sua permeabilidade e favorecendo ao escoamento superficial na zona de contato entre os diferentes materiais, podendo conseqüentemente sofrer processos erosivos devido a transição textural. É muito semelhante ao Latossolo, contudo apresenta um teor de argila bastante superior, com um aspecto mais pegajoso quando umidificado. Nunes (2000, p. 38-39) destaca que se trata de uma cobertura “*desenvolvida a partir de sedimentos areno-argilosos da Formação Barreiras, em relevo plano, com vales abertos a suave ondulados, com vertentes longas*”.



FIGURA 38. Perfil de um Argissolo próximo as vertentes do Rio Doce, onde é possível visualizar seu caráter areno-argiloso

Fonte: Start, 2008

- **Neossolos Aluviais:** ocorrem basicamente em relevo plano e são encontrados em Natal nas várzeas dos Rios Doce e Pitimbu, provenientes de deposição fluvial através de enchentes que transportam sedimentos não consolidados recentes de natureza argilosa, siltosa e arenosa, formando camadas estratificadas. São pouco desenvolvidos, férteis, razoavelmente profundos, medianamente drenados e apresentam baixo índice erosivo. Nunes (2006, p. 60) constata que são solos que variam de pH entre ácido e alcalino e são intensamente utilizados para agricultura, possuindo considerável quantidade de matéria orgânica. Este é um tipo de solo que predomina em áreas de água doce, onde se evidencia a grande quantidade de material fino que foi transportado, diferente dos solos mais distantes das margens das várzeas.



FIGURA 39. Na área de domínio dos Neossolos Aluvionários é desenvolvida a cultura de hortifrutigranjeiros. Em primeiro plano temos a comunidade de Gramorezinho/Pajussara, Natal/RN, em segundo plano vê-se uma imagem aérea do Rio Pitimbu, Parnamirim/RN

Fonte: Start, 2008

- **Gleissolo Tiomórfico:** Conhecido anteriormente como solos indiscriminados de mangue, estes solos ocorrem nas áreas onde a água do rio sofre influência da salinidade marinha e há excessiva quantidade de matéria orgânica, silte e argila constituindo um material muito fino e escuro, além da existência de uma vegetação característica que se desenvolve nessas áreas, denominada manguezal. Diante do exposto, o maior exemplo para a cidade de Natal aonde se pode encontrar este tipo de solo, refere-se ao estuário do Rio Potengi, área de relevo plano que constitui a Planície Fluvio-Marinha. Nunes (2006, p. 62), identifica estes solos como Hidromórficos Salinos, diariamente alagados pelas marés, com pouco desenvolvimento e mal drenados, apresentando alto teor de sais de sódio, cálcio, magnésio e enxofre, sendo atribuído um odor característico proveniente deste último elemento químico.

I - Considerações sobre erodibilidade e conservação dos solos

Para identificação dos solos existentes em Natal, foi necessária a observação *in loco* de áreas que ainda encontram-se preservadas, como as Zonas de Proteção

Ambiental e outras ainda não ocupadas, seja nas áreas periféricas da cidade ou nos interstícios da área urbanizada, nos chamados vazios urbanos¹⁰, como são denominados os terrenos baldios. Deve-se levar em consideração que as atividades humanas, descaracterizam a paisagem natural, como exemplo a terraplanagem, e afetam a qualidade original dos materiais atualmente encontrados, muitas vezes não sendo possível a classificação de um tipo de solo devido à associação com outros materiais de origens diversas e misturados com entulhos resultantes da construção civil. Dessa maneira, a análise de estudos formulados em épocas passadas¹¹ deu maior segurança à qualidade de informações.

Partindo para uma análise mais conceitual das características dos solos e a relação existente com os efeitos da precipitação sobre os mesmos, pode-se afirmar que outros fatores são essenciais para compreensão de processos erosivos, capacidade de infiltração e saturação do solo por água. Um grande exemplo que pode ser citado aqui para embasar a afirmação feita refere-se à interceptação das chuvas pela vegetação. Netto (2005, p. 105-107), diz que a cobertura vegetal tem como uma de suas múltiplas funções o papel de interceptar parte da precipitação (P) pelo armazenamento de água nas copas arbóreas e/ou arbustivas (A_c), de onde é perdida para a atmosfera por evapotranspiração (ET) durante e após a chuva. Quando a chuva excede a demanda da vegetação, a água atinge o solo por meio das copas (atravessamento, A_t) e do escoamento pelos troncos (fluxo no tronco, F_t). Outra parte da chuva é armazenada na porção extrema superior do solo que comporta os detritos orgânicos que caem da vegetação (folhas, galhos, sementes e flores) e é denominada serrapilheira (A_s).

¹⁰ AGUIAR, Leonlene de Sousa Aguiar. Descaso com os vazios urbanos no bairro de Capim Macio em Natal-RN sob a ótica da legislação urbana-ambiental. (2007, p.). UFRN: Natal. Monografia (geografia bacharelado).

¹¹ RADAMBRASIL (1981).

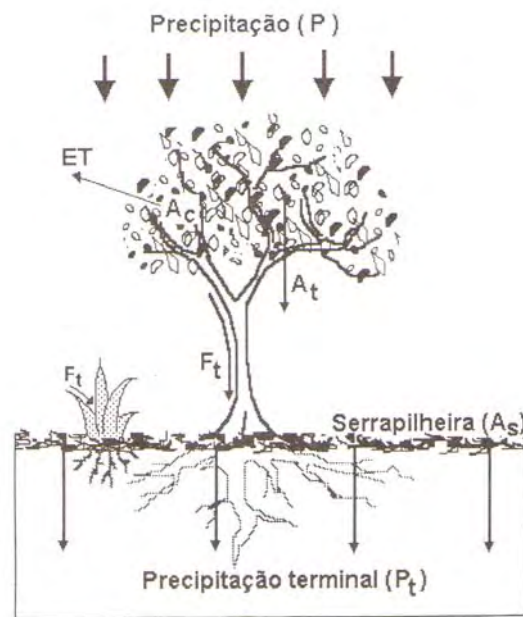


FIGURA 40. Componentes da interceptação: P é precipitação; ET é evapotranspiração; A_c é armazenamento nas copas; A_t é atravessamento nas copas; A_s é armazenamento pela serrapilheira e; F_t é fluxo nos troncos

Fonte: NETTO, 2005, p. 106.

Quando existem condições para formação de serrapilheira, geralmente ocorre ainda a formação de mais duas camadas sobre o solo. A primeira camada refere-se ao material recém-caído que ainda não iniciou o processo de decomposição; a segunda constitui-se do material parcialmente decompostos. Essa matéria orgânica proporciona o surgimento de raízes finas, formando um manto de espessura variável, que pode ser levantado do solo, como um tapete. Essas camadas, somadas a copa das árvores, transformam-se em mais um meio de retenção das águas durante a chuva, amenizando o efeito erosivo das gotas da chuva que cairiam diretamente sobre o solo, caso este fosse exposto, sem nenhum tipo de anteparo a precipitação. Somente após certo tempo de vazão-pico constante é que o fluxo da água seria transferido gradualmente para os horizontes minerais abaixo. Essa situação retarda o tempo de saturação do solo e conseqüentemente o início do processo de escoamento superficial, o qual ainda é “freado” pelo atrito com as raízes.

Estudos e experiências realizadas por Valejo (1982) e Coelho Netto (1985, 1987 *apud* Netto 2005, p. 109-110), sugerem que a composição e a estrutura da serrapilheira controlam a capacidade de retenção ou armazenamento de água, em casos que superam muitas vezes os 100%.

Para Netto (2005, p. 111), enquanto o maior adensamento de vegetação ou um aumento na demanda da água por ela propicia menores quantidades de chuvas atravessadas, alguns aspectos fisionômicos da vegetação propiciam o aumento na concentração pontual de chuvas no interior de uma floresta; as bromélias, por exemplo, acumulam água no interior de sua folhagem e, ao transbordar, alimentam um fluxo contínuo de água que atinge diretamente os solos; galhos superpostos podem incrementar gotejamento freqüente durante as chuvas. O autor estudando a interceptação ocasionada pela cobertura vegetal informa que esta se torna insignificante durante chuvas intensas e de longa duração.

O fluxo de tronco, proveniente do escoamento da água pelo corpo da árvore, varia consideravelmente entre os indivíduos vegetais. Os menores volumes deste fluxo tendem a ocorrer nas árvores de diâmetro maior, principalmente as que desenvolvem suportes na base dos troncos (sapopemas), que, além de absorver mais água, também promovem o espraiamento do fluxo de tronco antes de esse penetrar o solo.

Em se tratando da interceptação por Gramíneas, Deus (1991 *apud* Netto, 2005, p. 113), simulando chuvas intensas (em torno de 50mm/hora) sobre áreas de gramíneas no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, durante a estação seca, observou, após três corridas de chuvas, cada uma com três horas de duração e uma hora de intervalo, que elas não foram suficientes para gerar escoamento superficial; uma parcela significativa das chuvas foi armazenada pela vegetação. O autor observa que, no período em que esses experimentos foram realizados, a vegetação se encontrava bem ressecada e com capacidade de retenção de água em torno de 500% em relação ao seu peso seco. Tal situação serve para mostrar como os solos recobertos por vegetação, seja por gramíneas, seja por espécies arbóreas, fica menos suscetível ao escoamento superficial e a ação de processos erosivos.

Quando se fala em infiltração, associa-se logo ao movimento da água dentro do solo. 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 sub-superfície.

É extremamente importante o entendimento da geração e produção do escoamento superficial para orientação de obras de engenharia e para o manejo e conservação dos solos, na medida em que os fluxos d'água superficiais podem erodir o topo dos solos e remover os nutrientes básicos para crescimento de vegetais. Existe uma diversidade de exemplos que podem ser citados, inclusive o do fator escoamento superficial como agente modelador do relevo.

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, ou ainda para as áreas rebaixadas da cidade do Natal, como as lagoas existentes nas sub-bacias confinadas.



FIGURA 41. Lagoas de recepção das águas pluviais em sub-bacias confinadas

Fonte: START, 2008.

Excetuando as áreas impermeáveis, no geral, o município de Natal apresenta solos com boa capacidade de infiltração, a exemplo das ZPAs com extensas dunas formadas de Areias Quartzosas e amplamente vegetadas. Essa infiltração forma os

fluxos de água subterrâneos que alimentam os canais abertos (rios) e lagoas em áreas rebaixadas do relevo, nos períodos de estiagem. Estes reservatórios constituem fontes de água muito importantes para atender ao abastecimento doméstico, às demandas de atividades urbanas, industriais ou agrícolas. Entretanto à diluição de elementos solúveis residuais, merecem atenção especial da parte dos planejadores. No caso de Natal, a oferta de água potável superficial tem diminuído consideravelmente devido a poluição. Como medida, vem sendo explorado cada vez mais o aquífero subterrâneo. Entretanto, estudos revelam que “a retirada em excesso de água subterrânea ou a contaminação por elementos poluentes pode causar grandes danos ecológicos e, por isso, sua utilização deve ser melhor regulamentada e planejada” (NETTO, 2005, p. 114).

Em se tratando de processos erosivos, Guerra (2005, p. 154-155), destaca que são várias as propriedades que afetam a erosão dos solos, entre elas são citadas: a textura, densidade aparente, porosidade, teor de matéria orgânica, estabilidade dos agregados e o pH do solo. Referenciado por estudos de diversos pesquisadores, o autor conclui que “A textura afeta a erosão, por que algumas frações granulométricas são removidas mais facilmente do que outras. [...] a remoção de sedimentos é maior na fração de areia média e diminui nas partículas maiores ou menores”.

A matéria orgânica do solo é considerada de suma importância nos processos de erodibilidade. O teor de matéria orgânica afeta sobremaneira a erosão dos solos, dependendo de outras propriedades, como a textura. Solos com alto teor de silte e areia são mais suscetíveis a erosão quanto menor o teor de matéria orgânica. O que não é muito comum em solos argilosos. Vários trabalhos vistos por Guerra (2005, p. 156), estabelecem que solos com menos de 3,5% de matéria orgânica possuem agregados instáveis.

Guerra (2005, p. 157-159), continua e acredita que a estabilidade dos agregados sofre influência da matéria orgânica. Uma explicação para isso é que há um aumento da capacidade de infiltração, à medida que aumenta o teor de matéria orgânica e ocorre o aumento do teor de agregados, havendo, conseqüentemente, maior resistência desses agregados a dispersão. Uma vez reduzida a resistência

interna dos agregados, a força aplicada pelas gotas de chuva quebra esses agregados, produzindo uma série de pequenas partículas, que cobre a superfície do solo formando uma crosta devido a selagem do material, que dificulta a infiltração. Isso leva a conclusão que a alta estabilidade de agregados no solo reduz sua erodibilidade, pois possibilita a existência de elevado índice de porosidade, aumentando as taxas de infiltração e reduzindo o *runoff*. A alta estabilidade dos agregados também proporciona maior resistência ao impacto das gotas de chuva, diminuindo, assim, a erosão por *splash*¹².

Quanto ao pH, destaca-se que solos ácidos são deficientes em cálcio, um elemento conhecido em contribuir na retenção do carbono, através da formação de agregados, que combinam húmus e cálcio. Mesmo assim, não se pode inferir sobre o grau de erodibilidade de um solo somente a partir do pH. Outros elementos devem ser considerados, como exemplo a textura e o teor de matéria orgânica.

Em Natal, cidade que se apresenta extremamente urbanizada, os focos de processos erosivos, geralmente são atribuídos além das características dos solos, as atividades antrópicas e principalmente aquelas onde não ocorrem estudos e planejamentos prévios para seu uso.



FIGURA 42. Processo erosivo com voçorocamento na Zona Norte de Natal

Fonte: START, 2008.

¹² Splash: termo em inglês para salpicamento. Tipo de remoção e erosão do solo, onde o impacto da gota de chuva é o responsável. (GUERRA e GUERRA, 2005, p. 557).

A impermeabilização do solo, como exemplo das propriedades 100% construídas sem permeabilização, ruas sem pontos de infiltração, faz com que o efeito *runoff*¹³ ocorra cada vez mais rápido. A vazão das águas tem aumentado cada vez mais para as mesmas precipitações, causando pontos de alagamentos cada vez mais freqüentes. Os canais naturais e artificiais de escoamento das águas ficam cada vez com menos capacidade devido o aumento da vazão. O problema pode piorar se for elevada a capacidade de escoamento desses canais, pois isso acarretaria na transferência da inundação para outros pontos que atualmente não existem alagamentos, ou agravando a situação das inundações atuais. Algumas medidas têm servido de exemplo para tentar evitar este problema, como exemplo a tentativa de retardar a chegada das águas aos destinos finais ou aos exutórios principais, principalmente, aumentando a capacidade de infiltração das águas à montante dos corpos d'água ou dos pontos de alagamento atuais.



FIGURA 43. Área rebaixada do relevo no bairro de Candelária. No ponto de onde foram tiradas as fotografias existe uma lagoa de recepção das águas pluviais. A impermeabilidade das ruas e edificações faz com que o volume de água escoe rapidamente desde as áreas mais altas a montante (interflúvios) até a lagoa

Fotos: START, 2008.

Um quadro que agrava cada vez mais os alagamentos, diz respeito ao processo de verticalização pelo qual passa a cidade. É fato que a cidade do Natal

¹³ *Runoff*: termo inglês que significa o mesmo que água de escoamento superficial. (GUERRA e GUERRA, 2005, p. 554).

considerada 100% urbana apresenta-se cada vez mais com um espaço territorial reduzido por causa da rápida expansão urbana porque tem passado. Uma das alternativas que surgiu há algumas décadas e que acelerou a partir da década de 70, foi a construção de edifícios cada vez maiores, os quais comportam cada vez mais habitantes numa pequena fração de terra. O processo de especulação imobiliária ocasionou a construção cada vez mais rápida de edifícios elevados e modernos, alterando a paisagem vertical do município, com exceção da Zona Norte. Com esse quadro é possível de se imaginar a quantidade de água servida e esgotos produzidos em cada lote onde existe um edifício, e que acabam contribuindo com grandes quantidades de águas servidas.

As águas escoadas transportam consigo todo o material encontrado nas superfícies que permitam movimentação, principalmente onde ocorre inclinação do terreno. O material inclui resíduos sólidos provenientes das atividades humanas e camadas superficiais de solos saturados, desprovidos de vegetação, comumente encontrados em ruas ainda não pavimentadas (projetadas) e vazios urbanos (terrenos baldios) espalhados na malha urbana. Não somente vazios urbanos, também as áreas não ocupadas com edificações, mas que se encontram descaracterizadas pelas atividades antrópicas, a exemplo das áreas de empréstimo, obras inacabadas em terrenos, etc. Todo esse material acaba depositando-se nas áreas rebaixadas da cidade e nos canais fluviais onde não existem obstáculos que impeçam esse carregamento nas áreas inclinadas (piorando a situação quando a declividade é superior a 30°) e nas áreas de exutório como os Rios Doce, Potengi e Pitimbu, que vão sofrendo assoreamento de seus talwegues, erosão de suas vertentes e taludes, principalmente por retirada de suas matas ciliares.

De acordo com Guerra (2005, p. 161), a cobertura vegetal (densidade) é fator importante na remoção de sedimentos, no escoamento superficial e na perda de solo. O tipo e percentagem da cobertura vegetal podem reduzir os efeitos dos fatores erosivos naturais. Ela pode reduzir a quantidade de energia que chega ao solo durante uma chuva e, dessa forma, minimiza os impactos das gotas, diminuindo a formação de crostas no solo, reduzindo a erosão. A cobertura vegetal tem papel importante também na infiltração de água no solo.

2.2.4. Recursos Hídricos e Drenagem pluvial

Para o planejamento ambiental do território devem ser consideradas escalas diferenciadas conforme o universo de estudo para, assim, a análise ambiental permitir avaliar as diferentes dinâmicas, interações ecossistêmicas, fluxos de massa, interações entre os elementos da hidrosfera, atmosfera, litosfera e biosfera, especialmente quanto às mudanças micro, meso e macro-climáticas observadas em um determinado espaço ou fração do território, dentre outras.

Nesse sentido, este estudo adota recortes territoriais para a contextualização e análise a partir de dois enfoques principais:

a) Análise Macro-regional: nessa análise são utilizados os elementos adotados pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do RN para a análise de bacias hidrográficas, em âmbito estadual; e

b) Análise Micro-regional: essa análise diz respeito aos estudos realizados no âmbito do município de Natal, no contexto da Região Metropolitana de Natal, buscando identificar as bacias locais e as sub-bacias que compõem o território natalense.

Pretende-se assim, tornar a análise de impactos ambientais regionais e locais, melhor compreensíveis para que a tomada de decisões sobre as medidas estruturais e não estruturais, consideradas no Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de Natal, possam estar eivadas de fundamentos que permitam sua melhor precisão.

a) Análise Macro-regional

A bacia hidrográfica é uma área delimitada da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial (NETTO, 2005, p. 97-99). As bacias hidrográficas ou de drenagem podem ser desmembradas em um número qualquer de sub-bacias de drenagem, dependendo do ponto de saída considerado ao longo do seu eixo-tronco ou canal coletor e todas elas tem seus limites de drenagem conhecido como divisor de drenagem ou divisor de águas.

Uma bacia hidrográfica é formada geralmente por um rio principal e seus afluentes. Christofolletti (1980, p. 65), diz que os canais fluviais ou os rios constituem os agentes mais importantes no transporte dos materiais intemperizados das áreas elevadas para as mais baixas e dos continentes para o mar. De acordo com os dicionários, rio é uma corrente contínua de água, mais ou menos caudalosa, que deságua noutra, no mar ou lago. Necessita de certa grandeza para ser designado rio, embora receba toponímias para os cursos d'água menores, tais como arroio, ribeira, riacho e outros.

Os rios funcionam como canais de escoamento fluvial, fazendo parte integrante do ciclo hidrológico, aonde sua alimentação se processa através das águas superficiais e subterrâneas. O escoamento fluvial compreende a quantidade de água que alcança os cursos de água, incluindo o escoamento pluvial, que é imediato, e a parcela das águas precipitadas que só posteriormente, e de modo lento, vai se juntar a eles através da infiltração.

A hidrografia¹⁴ da área de estudo está representada pelo estuário do Rio Potengi/Jundiaí, Rios Doce e Pirangi, e de uma maneira geral, o ponto de encontro comum de todo o sistema de drenagem fluvial, o Oceano Atlântico. Além de o município situar-se sobre ampla área classificada como de escoamento difuso. Fazem parte desse conjunto de corpos de água de Natal as diversas lagoas espalhadas pela cidade, sejam elas naturais ou artificiais.

Outros corpos de água de menor expressão, mas extremamente importantes para o sistema de drenagem natural da cidade são os riachos das Quintas (Lavadeiras) e do Baldo. Ambos têm como ponto de deságüe o vale do Rio Potengi/Jundiaí.

Medeiros (2001, p. 18), estudando a hidrografia da cidade do Natal, afirma que “a perenização do sistema de drenagem de Natal, está atribuída ao índice pluviométrico da área e as águas subterrâneas liberadas pelos aluviões e dunas”. Pode-se afirmar, dessa maneira, que de toda a contribuição das águas precipitadas, parte esco superficialmente para os principais corpos de água já citados e parte

¹⁴ Hidrografia: parte da geografia física que estuda as águas correntes, paradas, oceânicas e subterrâneas de uma região (GUERRA e GUERRA, 2005, p. 336-337).

infiltra no solo, abastecendo o aquífero local Dunas/Barreiras, tendo eventualmente parte de seu volume aflorando mais lentamente nas áreas rebaixadas e nas vertentes que formam os vales fluviais, bem como as lagoas do município.

Os recursos hídricos desta região são diversificados. Dotada de uma rede fluvial de caráter perene (baixos cursos das drenagens principais), centenas de lagoas e reservatórios subterrâneos de alta capacidade de armazenamento e de bombeamento (Aqüífero Dunas – Barreiras), a Região Metropolitana de Natal dispunha de água potável que asseguraria o seu abastecimento por várias décadas; entretanto, a ocupação desordenada do espaço fez com que este potencial hídrico fosse severamente comprometido por vários fatores que causaram impactos em diversos aspectos relativos a esses reservatórios. [...] O regime climático de semi-aridez impõe o caráter de intermitência aos cursos fluviais mais a montante e de efemeridade às drenagens nas cabeceiras; a perenidade observada no baixo curso dos rios principais denota a contribuição de águas subterrâneas. (AMARAL ET AL., 2005).

Amaral *et al* (2005), diz ainda que “o modelado destas bacias hidrográficas traduz as condições hidrológicas mais úmidas no passado, pois os canais atuais, encaixados nesses vales amplos, jamais poderiam justificar a amplitude das planícies fluviais. Este comportamento pode ser estendido a todo o litoral oriental do Nordeste”.

A localização do município de Natal e a forma como está traçado o seu território atualmente, faz com que o mesmo esteja inserido na área das três bacias hidrográficas citadas (Doce, Potengi e Pirangi), e parte dele ainda seja considerado de escoamento difuso¹⁵ do Litoral Oriental do Rio Grande do Norte (SEMARH, 2000), aonde são formadas diversas lagoas nas áreas rebaixadas do relevo e nos corredores interdunares, além do surgimento de diversos pontos de alagamento nos períodos chuvosos.

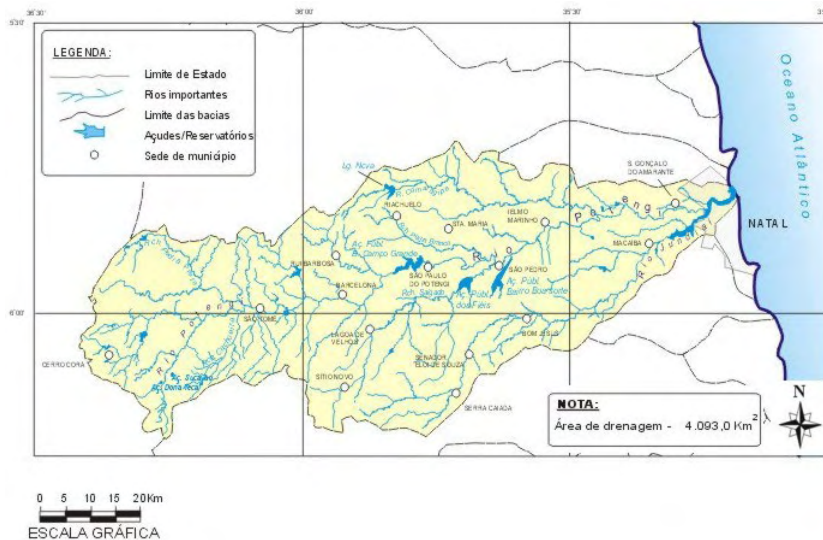
- **Bacia hidrográfica do Rio Potengi/Jundiaí**

Segundo informações da SEMARH (2000), a área da bacia do Potengi ocupa uma superfície de 4.093 km², correspondendo a 7,7% do território estadual. O rio

¹⁵ Diz-se escoamento difuso quando não há uma canalização do escoamento, seja natural ou artificial, e o caminho da água torna-se irregular; quando a água da precipitação não mais infiltra no solo e passa a escoar através de minúsculos filetes. (GUERRA e GUERRA, 2005, p. 243-244).

forma um estuário que deságua junto à cidade do Natal, formando uma planície flúvio-marinha que sofre influência marinha cerca de 20 km a partir do mar em direção a montante, transformando-se, portanto, em planície fluvial ao término dessa influência.

Figura 45. Bacia hidrografia do rio Potengi/Jundiáí



Fonte: Adaptado da SEMARH, 2000.

O baixo curso do rio, inserido no município de Natal, se apresenta envolvido pelo relevo tabular e por planícies. O Rio Potengi, que tem sua nascente no município de Cerro Corá, drena uma série de municípios até chegar a sua foz, percorrendo áreas com características climáticas, geológicas e geomorfológicas diferentes e recebendo contribuições de outros afluentes.

O alto curso do rio situa-se em área de clima semi-árido e relevo cristalino, adquirindo um caráter efêmero e intermitente. À medida que avança o seu curso em direção ao Oceano Atlântico (Oeste para Leste), une-se a outros rios, como o Jundiáí, riachos do Outro e Prata, adentrando em área de estrutura geológica sedimentar, recebendo contribuição das águas sub-superficiais inserindo-se agora em região de clima com maiores índices de umidade e precipitação. No seu baixo curso sofre influência da maré que atinge variações de até 2,7m (CAERN, 1995), recebendo ainda contribuição dos riachos das Quintas e do Baldo, originados do afloramento de águas subterrâneas.

A expansão urbana em Natal e a ocupação de áreas ribeirinha, a exemplo do bairro da Ribeira em Natal, tornou-se um verdadeiro problema em relação aos alagamentos. Para a construção de diversas edificações, foi necessário o aterramento de extensas áreas que anteriormente constituíam áreas de mangue e fazendo parte da Planície de Inundação do estuário do Rio Potengi. Nos períodos chuvosos, quando todo o escoamento das águas se dirige para essa área (jusante), o risco de alagamento é evidente, piorando a situação se o pico de chuva estiver ocorrendo nos horários de marés cheias, encontrando-se a água num nível elevado além do nível topográfico dessa parte da cidade, causando diversos transtornos.

- **Sub-bacia do riacho das Quintas**

O riacho das Quintas, retificado em canal de concreto entre as Ruas dos Paiatis e a Industrial João Francisco Mota, apesar do seu curso reduzido, aproximadamente 600 metros, se constitui de grande importância para o sistema de drenagem de Natal. Ele é exutório do bombeamento dos sistemas de sub-bacias fechadas das lagoas do Preá, Potiguares, São Conrado e Centro Administrativo, além de receber por gravidade contribuição da depressão da antiga Lagoa do Bum Bum.

Figura 46. Riacho das Quintas ou das Lavadeiras



Fonte: IDEMA/PRODETUR, 2006.

- **Sub-bacia do riacho do Baldo**

O Baldo tem suas nascentes na lagoa Manoel Felipe e das águas originárias do baixio da Lagoa Seca. Drena uma área aproximada de 4,7 km² e tem extensão total de 1,2 km até desaguar no estuário do Rio Potengi.

Figura 47. Canal do Baldo retificado em estrutura de concreto



Fonte: START, 2008.

Atualmente o canal está retificado em toda sua extensão, diferentemente do que pode ser visualizado na Figura 48, fotografia tirada na década de 1970, quando não existiam edificações em sua desembocadura. Atualmente essa localidade encontra-se ocupada pela população ribeirinha que constitui a Favela do Passo da Pátria.

Figura 48. Encontro das águas do Riacho do Baldo com o Rio Potengi em 1972



Fonte: Desconhecido, 1972.

- **Bacia hidrográfica do Rio Doce**

O Rio Doce se caracteriza como um sistema flúvio-lacustre, cujas lagoas de Pajussara e Gramoré alimentam seu canal fluvial. Segundo a Secretaria de Recursos Hídricos do estado (2000), o Rio Doce é o principal rio da bacia hidrográfica que recebe o seu nome e tem como afluentes o Rio Guajiru e Riacho do Mudo que deságuam na Lagoa de Extremoz. A partir daí nasce como exultório da lagoa e adentra no município do Natal, tendo sua desembocadura na Planície Fluvio-Marinha do estuário do Rio Potengi/Jundiaí.

De acordo com Medeiros (2007, p. 23), o Rio Doce corre no sentido Oeste-Leste, sendo um rio de pequeno porte encravado nos sedimentos da Formação Barreiras, de dunas e aluviões até sua desembocadura. É alimentado pelo fluxo superficial da Lagoa de Extremoz e por ressurgência das águas do Aquífero

Dunas/Barreiras, famosa pela sua capacidade de armazenamento de água de boa qualidade.

Figura 49. Desembocadura do Rio Doce no estuário do Potengi (Manguezal)



Fonte: START, 2008.

Em se tratando do Rio Guajiru, Riacho do Mudo e da Lagoa de Extremoz, a ocupação das margens destas sub-bacias merecem especial atenção dos órgãos ambientais e de planejamento, já que a lagoa tem sido a fonte de abastecimento do município de Extremoz e grande parte da Zona Norte da cidade do Natal.

O Rio Doce apresenta uma declividade quase nula, sendo alimentado em todo o seu percurso de 14 km, aproximadamente, por fontes (olhos d'água ou olheiros) devido ao leito do seu canal se encontrar mais baixo que o nível estático das águas, principalmente durante a estação chuvosa quando a água aflora facilmente na superfície. Mesmo sendo um rio de caráter perene, o Rio Doce apresenta uma vazão de descarga naturalmente muito baixa ($2 \text{ m}^3/\text{s}$), mesmo nos períodos satisfatórios de precipitação.

Dentro da bacia de contribuição do Rio Doce, ao longo da margem direita de seu médio curso, encontram-se algumas lagoas de caráter perene e temporário, como as lagoas Azul Dendê e do Sapo, todas provenientes de águas subterrâneas do aquífero Dunas/Barreiras e alimentadas principalmente pelas precipitações

pluviométricas. Em ocasião das intensas chuvas ocorridas no ano de 2008, todas essas lagoas estiveram comunicadas entre si, e criou-se uma expectativa de extravasamento destas para o canal fluvial do Rio Doce, onde são cultivados pela população local, hortaliças que servem de abastecimento do mercado interno.

Figura 50. Médio curso do Rio doce



Foto: START, 2008.

Atualmente está prevista a realização de movimentos de terra e terraplenagem junto às lagoas que margeiam a BR 101 para implementação de obra de interseção de acesso com a Av. Moema Tinoco. Essas lagoas deverão ter parte de suas áreas aterradas definitivamente, reduzindo sua área inundável. Para tal situação é preciso atentar para as palavras de Guerra, quando trata de erosão e impactos ambientais:

A erosão causa, quase sempre, uma série de problemas ambientais, em nível local ou até mesmo em grandes áreas. Por exemplo, o material que é erodido de uma bacia hidrográfica pode causar o assoreamento de rios e reservatórios. [...] O desmatamento e a erosão dos solos podem provocar o desaparecimento de mananciais, bem como acentuar os efeitos das inundações. Enfim, a erosão dos solos causa uma grande gama de impactos ambientais, desde a sua própria degradação, passando por problemas ambientais de uma forma geral (GUERRA 2005, p. 187).

Essa intervenção sobre a área inundável dessas lagoas, sem que haja obra de contenção de enchentes ou aprofundamento de seus leitos, pode provocar, nos períodos de grandes precipitações, o transbordamento destas lagoas com conseqüente ruptura da estrada junto a vertente que dá para a planície de inundação do Rio Doce, fato já ocorrido anteriormente.

Figura 51. Expectativa de transbordamento das águas da lagoa do Sapo sobre a Moema Tinoco. Em direção Oeste localiza-se a vertente direita do Rio Doce



Fonte: START, 2008.

Como a planície de inundação do Rio Doce se encontra em um nível topográfico inferior ao das lagoas e da Av. Moema Tinoco, a ocorrência de um novo transbordamento dessas lagoas pode ocasionar enchentes e alagamentos na Av. Moema Tinoco, na comunidade de Gramorezinho, situado 1,5 km rio abaixo e ainda na comunidade da África situada no baixo curso do rio.

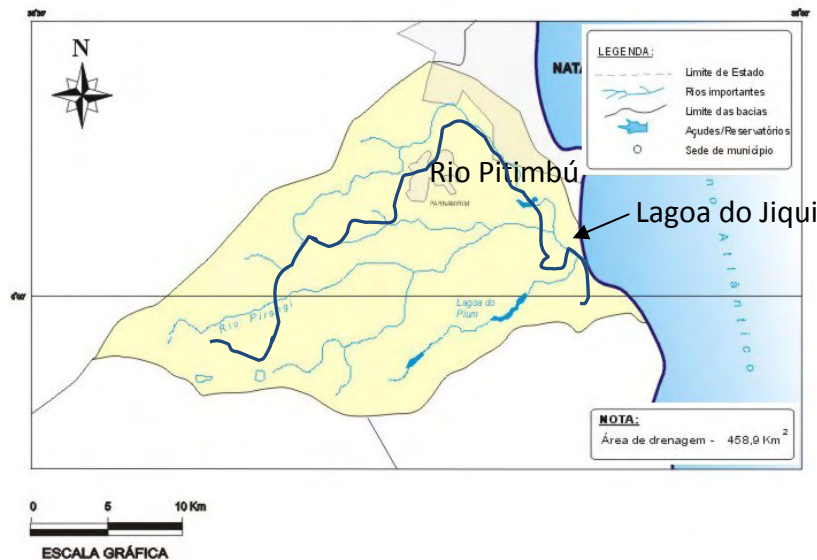
- **Bacia hidrográfica do Rio Pirangi**

A bacia hidrográfica do Rio Pirangi, localizada ao Sul/Oeste da cidade de Natal, possui segundo a SEMARH (2000), uma área de aproximadamente 458,9

Km², abrangendo os municípios de São José de Mipibú, Macaíba, Vera Cruz, Parnamirim, Natal e Nísia Floresta.

- **Sub-bacia do Rio Pitimbu**

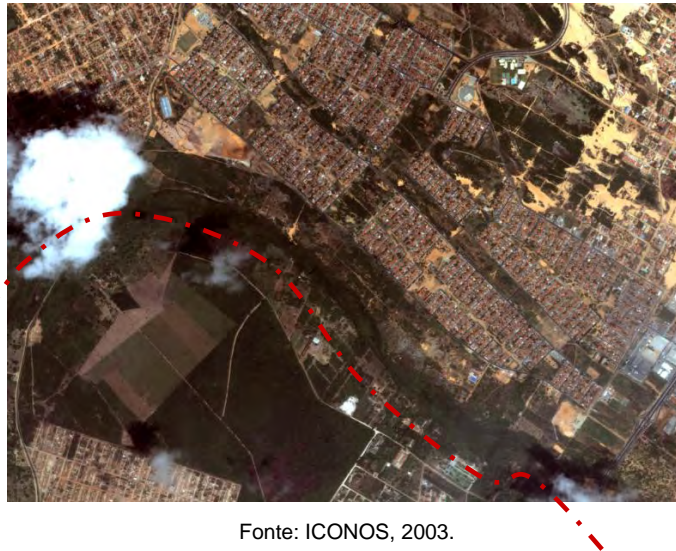
Figura 52. Bacia hidrográfica do Rio Pirangi



Fonte: Adaptado da SEMARH, 2000.

De toda a bacia hidrográfica do Pirangi, o rio que possui relevância para a drenagem de Natal, trata-se da sub-bacia do Rio Pitimbu. O Rio Pitimbu serve inclusive, em alguns trechos, como referência natural dos limites político-territorial entre os municípios de Macaíba, Parnamirim e Natal (Figura 53).

Figura 53. Trecho do Rio Pitimbu limitando os municípios de Natal e Parnamirim, Bairro de Pitimbu, Zona Oeste de Natal/RN



Fonte: ICONOS, 2003.

Ao longo desse canal fluvial, surge no município de Parnamirim a famosa Lagoa do Jiqui (Figura 54), que se situa numa área rebaixada do relevo encravada nos sedimentos da Formação Barreiras, sendo o rio e conseqüentemente a lagoa, alimentados por ressurgência das águas subterrâneas dessa formação geológica. Suas águas têm servido para o abastecimento de Parnamirim e parte da Zona Sul de Natal, mas em função da ocupação desordenada o rio apresenta problemas de poluição e assoreamento. Segundo Medeiros (2001, p. 20), parte do curso do rio Pitimbu encontra-se controlado pelo “*Graben*”¹⁶ Parnamirim”.

Costa (1970 apud Medeiros, 2001, p. 4), classificou os aluviões encontrados em pequenas quantidades margeando o Rio Pitimbu, como sedimentos clásticos de granulometria e litologia bastante variada, que ocorrem na forma de Areias Quartzosas finas a grossas, mal selecionadas, com seixos de quartzo arredondados, e, em alguns casos, como matéria orgânica, turfa e argila orgânica. Os sedimentos aluvionares das suas margens possuem coloração acinzentada e esbranquiçada, de granulometria fina a média.

Figura 54. Lagoa do Jiqui. Em destaque vermelho a Estação de captação d'água da CAERN, e que abastece 30% da Zona Sul da cidade do Natal

¹⁶ *Graben*: Parte rebaixada ou depressiva em relação ao relevo contíguo. Este rebaixamento pode ser devido ao rebaixamento do terreno por falha escalonada ou por elevação do terreno ao redor, constituindo um *Host*. (GUERRA e GUERRA, 2005, p. 326; 346).



Fonte: ICONOS, 2003.

- **Área de escoamento difuso e Oceano Atlântico**

Figura 55. Recorte do escoamento difuso do Litoral Leste com destaque para Natal



Fonte: SEMARH, 2000.

Grande parte do território de Natal situa-se sobre hidrografia de escoamento difuso, apresentando uma série de lagoas naturais e artificiais. Algumas lagoas dessa área foram soterradas no passado, cedendo lugar para ocupação urbana e muitas das atualmente existentes encontram-se contornadas pela malha urbana, tornando-se motivo de transtornos para a população nos períodos chuvosos.

Mesmo aquelas lagoas que estão fora da área de escoamento difuso, inseridas na área das outras bacias, tem passado por um contexto parecido, por efeito das intensas precipitações e impermeabilização do solo em área de relevo essencialmente plano.

A maioria dessas lagoas são classificadas como sub-bacias fechadas ou confinadas, separadas uma das outras por diversos interflúvios, não possuindo um sangradouro que permita seu escoamento nos períodos de cheia quando ocorrem intensas precipitações. As águas dessa área de escoamento difuso, são transportadas e descarregadas no Oceano Atlântico, principalmente por sub-superfície. Este fato somado a falta de um planejamento adequado de uso e ocupação do solo, provocam problemas de alagamento em diversos pontos da cidade, por tratar-se de um processo lento e muitas vezes existirem camadas semi-permeáveis e até impermeáveis, que dificultam a passagem das águas subterrâneas. Um agravante para a situação se deve a impermeabilização do solo e conseqüente aumento do escoamento superficial, surgimento de processos erosivos, que proporcionam cada vez mais extravasamentos das lagoas; corpos d'água receptores de toda a água precipitada mais os sedimentos e resíduos sólidos espalhados a montante pelas ruas e avenidas da cidade.

Figura 56. Distribuição das lagoas naturais e artificiais de Natal

“Nossa missão é servir com excelência, ética e eficiência, contando com servidores competentes e valorizados, primando todos pelo respeito ao cidadão e ao meio ambiente, contribuindo para fazer de Natal uma cidade cada vez mais humana, socialmente mais justa, solidária e sustentável, com a melhor qualidade de vida para toda a população”.



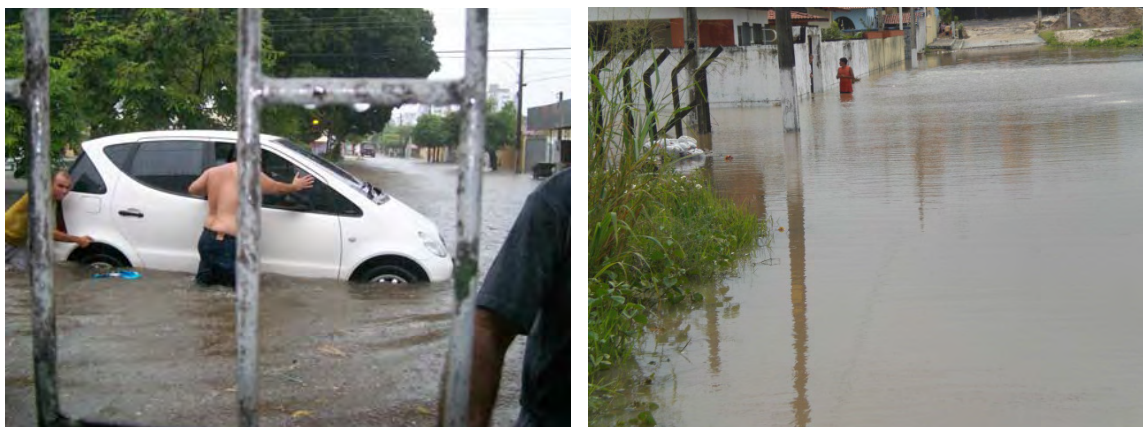
Fonte: SEMURB, 2003.

O Oceano Atlântico acaba sendo o receptor final de todas as águas do escoamento superficial e parte das águas sub-superficiais da cidade, que diretamente caem em suas águas ou indiretamente acabam se direcionando para os rios Doce, Potengi e Pitimbu, e daí seguindo para o mar. Exceção a regra se faz aquelas águas que ficam confinadas nas lagoas consideradas dentro de sub-bacias

fechadas, onde a maior parte dessas águas infiltram para os extratos inferiores do Barreiras e parte evapora.

Os piores transtornos para a população se fazem quanto à instalação de diversas edificações em áreas consideradas de risco, o que dá origem a problemas como o da invasão das águas em residências e estabelecimentos comerciais, além da situação caótica que é proporcionada no trânsito quando as ruas e avenidas ficam alagadas e não permitem a passagem de carros e pedestres.

Figura 57. À esquerda vê-se a Av. São José tomada pela água, à direita casas e ruas de Capim Macio alagados em decorrência do transbordamento das lagoas de drenagem localizadas no bairro



Fonte: Start, 2008.

Outros problemas que tornam mais crítica a situação é a deficiência na manutenção preventiva das estruturas do sistema de drenagem existente, a deterioração da estrutura antiga, a precariedade dos sistemas de bombeamento das lagoas de captação, a presença de grande quantidade de ligações clandestinas de esgotos sanitários e águas servidas ao sistema de galerias para escoamento das águas pluviais, que acaba congestionando o encanamento e danificando o sistema, como exemplo o rompimento da galeria em outros pontos da cidade, causando desarranjo em ruas e até mesmo dentro de propriedades privadas. Por fim, o acúmulo de matéria orgânica e sedimentos nas lagoas de captação ou recepção provocam a interferência na infiltração das águas no solo, além da degradação da

paisagem, odor, surgimento de vetores transmissores de doenças e poluição do aquífero subterrâneo.

- **Hidrologia Subterrânea**

Em relação ao sistema de águas subterrâneas, o município de Natal situa-se sobre o aquífero Dunas/Barreiras que constitui um sistema integrado e interdependente. O Aquífero Barreiras refere-se a uma seqüência siliciclástica, ou seja, formada por cascalhos, areias e argilas e representam a principal fonte potencial de água para Natal e região metropolitana; o Aquífero Dunas compreende as areias eólicas que recobrem grande parte da Planície Costeira e dos Tabuleiros Costeiros.

O aquífero Dunas/Barreiras se comporta como um sistema do tipo livre e seu nível potenciométrico flutua com as variações sazonais. Suas potencialidades estão condicionadas à infiltração direta das águas de chuva nas dunas e nas demais coberturas superficiais permeáveis. Segundo estudos de Medeiros (2001, p. 22), a partir do estuário do Potengi/Jundiaí em direção a cidade de Touros/RN (Norte), o aquífero Barreiras é constituído predominantemente por sucessões sedimentares arenosas que formam, juntamente com as dunas e os aluviões, um sistema hidráulico único, do tipo livre. Do estuário do Potengi/Jundiaí para o Sul até o limite com o Estado da Paraíba, a parte superior da Formação Barreiras apresenta camadas de sedimentos mais finas, intercaladas aos arenitos, o que lhe atribui, em grande parte, caráter semi-confinado.

O aquífero Dunas, também denominado aquífero livre ou freático apresenta boa capacidade de infiltração, armazenamento e circulação, podendo aflorar suas águas com cotas menor ou igual a 30 m (trinta metros) do nível do mar e em feições de tabuleiro costeiro em forma de bacia de acumulação de água e corredores interdunares. Extremamente importante como manancial subterrâneo em função da velocidade de escoamento que se renova sazonalmente, onde a espessura saturada varia em função do nível das águas subterrâneas. Nos períodos secos as dunas

permanecem insaturadas e nos chuvosos o nível hídrico sobe penetrando nos estrados dunares, em zonas de relevo mais baixo.

O aquífero Barreiras ou aquífero semi-confinado é formado por fácies inferiores da Formação Barreiras. Compreende fácies sedimentares de textura variável, ocorrendo desde arenitos finos a grossos e conglomeráticos sem intercalações de fácies de siltitos e argilitos, que aumentam a complexidade do sistema hidráulico. A utilização desse aquífero como manancial aumentou bastante nas últimas décadas devido à escassez de águas superficiais na cidade, que perderam na realidade a sua potabilidade.

Algumas condições tornam esse aquífero um potencial de armazenamento de água de boa qualidade. Destacam-se: elevadas precipitações pluviométricas, tipos de rochas e sedimentos, porosidade e permeabilidades altas, ampla área de recarga (DINIZ e MELO, 2004). Entretanto, o crescimento desordenado dos principais núcleos urbanos da metrópole comprometeram sobremaneira essas condições naturais, ocasionando déficits de recarga por impermeabilização do solo, rebaixamento do nível estático por incrementos no bombeamento e, principalmente, a infiltração de agentes contaminantes nitrito e nitrato, provenientes de fossas “sépticas”, devido à falta de um sistema de saneamento básico adequado que envolva toda a cidade. Outro fator contribuinte no comprometimento da qualidade do aquífero se remete a fiscalização insuficiente por parte dos órgãos ambientais oficiais na tentativa de coibirem a atuação de empresas e profissionais não qualificados para executar a instalação de poços hídricos.

Para atender a demanda crescente da população do município de Natal e sua região metropolitana, a concessionária CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – capta as águas da lagoa de Extremoz e do Jiqui, e mais recentemente tem havido necessidade de buscá-la cada vez mais distante, a exemplo da Lagoa do Bonfim no município de Nísia Floresta, que possui grande volume de água de excelente qualidade, mas em virtude disso, geram-se ônus elevados. Essa tem sido também a explicação para o crescimento da produção de águas minerais para venda em botijões no cinturão de cidades adjacentes a Natal,

dada a sua disponibilidade elevada e um mercado consumidor próximo e em ascensão.

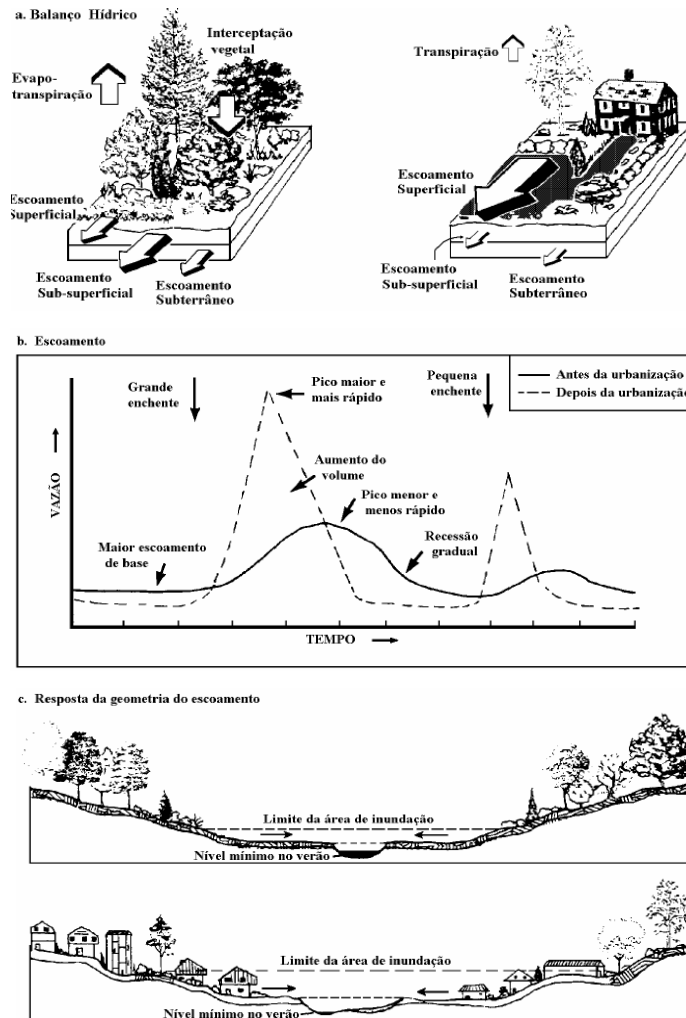
O aquífero Dunas/Barreiras vem sofrendo degradação a cada dia, principalmente na capital, devido à contaminação dos solos e conseqüentemente das águas por meio dos dejetos das fossas “sépticas”. Mesmo quando foi constatado no início da década de 80 que esse modelo de fossas era inviável para as características físicas de natal, o avanço de imóveis sem saneamento e o processo acelerado de expansão e especulação urbana fez com que os níveis de contaminação se concentrassem consideravelmente. A alta porosidade do solo e permeabilidade do aquífero permite a infiltração das substâncias ofensivas, iniciando-se o processo nas águas armazenadas nas dunas até atingir o aquífero semi-confinado e confinado do Barreiras.

- **Problemas freqüentes**

É evidente que a concentração de nitrato nos setores da cidade onde há mais habitação é maior, mas o potencial de contaminação aumenta à medida que ocorrem novas precipitações e chuvas mais intensas/prolongadas, de modo que os setores da cidade onde não há ocupação acabam sendo afetados. Este processo foi acelerado pela perfuração de poços sem controle técnico adequado e pela infiltração de outros agentes contaminantes como, por exemplo, os derivados de petróleo, infiltração direta das águas pluviais sem tratamento, lixões ilegais, cemitérios e agrotóxicos. Havendo assim uma obrigatoriedade de se fechar diversos poços e diminuindo o potencial de captação de água subterrânea na cidade.

Não é somente a potabilidade da água que fica comprometida, além disso, a balneabilidade de diversos pontos, como lagoas, rios e praias, têm sido reduzidas a cada dia, tornando-se um problema para a sociedade e afetando a qualidade da saúde pública e comprometendo a atividade turística, intensamente explorada no Litoral Oriental.

Figura 58. Simulação do efeito provocado por impermeabilização e aumento da vazão: a. Balanço Hídrico quando há retirada da cobertura vegetal; b. Aumento da vazão num curto período de tempo, proporcionando alagamentos; c. Edificação em áreas suscetíveis de alagamento, devido ao aumento do volume e do espelho d'água



Fonte: Manual de drenagem urbana. Prefeitura Municipal de Porto Alegre/RS, 2005.

Outro problema comum verificado em Natal, diz respeito aos alagamentos. Sabe-se que as inundações principais ocorrem nas áreas marginais aos principais canais fluviais, afetando principalmente as populações ribeirinhas, bem como estão relacionados aos fatores de urbanização, tais como aterramento de zonas de manguezais, de lagoas e de drenagens secundárias. Outros motivos impactantes para tal situação estão relacionados a impermeabilização do solo e a construção de rede de drenagem pluvial inadequada ao regime de chuvas, principalmente sem

levar em consideração os maiores picos de precipitação e as anormalidades climáticas que proporcionam chuvas excepcionais. É fato ainda o entupimento das bocas de lobo e da própria canalização como agravantes deste quadro.

Para Nunes (2000, p. 55), os índices pluviométricos registrados a várias décadas demonstram que a concentração de chuvas em determinados meses do ano, são a causa das enchentes nas lagoas de captação de águas pluviais em Natal. Além das lagoas, outros alagamentos ocorrem nas margens dos vales fluviais do Rio Doce, Potengi, Pitimbú e riacho das Quintas.

Nunes (2000, p. 56) diz ainda que as lagoas de captação de águas pluviais foram sendo construídas em inúmeros bairros, na medida em que a cada ano novos alagamentos nas áreas urbanas iam surgindo, na mesma proporção que a cidade ia crescendo sem que houvesse investimentos na construção de galerias de drenagem pluvial. O elevado grau de urbanização e impermeabilização de ruas e avenidas vem reduzindo drasticamente as áreas de infiltração, muito embora com uma quantidade de lagoas significante para uma cidade, elas não são mais suficientes para infiltrar toda a água da chuva.

Existe outra situação que merece destaque no município, que é a do assoreamento ocorrido nas lagoas e nos leitos dos rios Doce, Potengi e Pitimbu. As lagoas e alguns canais fluviais sofrem assoreamento pela descarga fluvial e pela migração das dunas e sedimentos, onde a areia é retrabalhada pelo vento e lançada contra os espelhos de água. No caso dos canais fluviais, ocorre a deposição de material arenoso proveniente de áreas a montante e que naturalmente depositam-se no baixo curso dos rios. O problema surge dos processos erosivos ocasionados pela destruição das matas ciliares, mudança artificial dos cursos fluviais e aumento do escoamento superficial com transporte de sedimentos que ocorrem no alto, médio e baixo curso dos rios, além do transporte de resíduos sólidos espalhados pelas áreas de drenagem.

Atualmente Natal tem como principais fatores de impacto no meio físico o comprometimento negativo dos recursos hídricos, os alagamentos, processos erosivos localizados e à degradação da paisagem por ocupação de áreas

legalmente protegidas, proporcionando assim um desconforto ambiental e inviabilizando o crescimento da cidade.

b) Análise Micro-regional

Dentre os impactos locais mais expressivos da ausência ou insuficiência/deficiência de um sistema de drenagem, os pontos de inundação revestem-se de relevância social de forma preponderante em um município, por diversos fatores: incômodos generalizados, danos materiais, psicológicos e ambientais gerados, riscos a saúde humana e às demais espécies animais e vegetais, dentre outros.

Para um diagnóstico mais preciso e objetivo voltado ao dimensionamento e adequação do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais, esses “pontos de estrangulamento” do sistema devem ser diagnosticados e tratados devidamente por medidas estruturais e não estruturais.

Ao tomar por base o regime de uma bacia hidrográfica, faz-se necessário nesse diagnóstico subdividir uma determinada bacia em sub-bacias de drenagem. O uso de uma escala mais aproximada, neste caso a sub-bacia, permite que os pontos de estrangulamento do sistema possam ser identificados e analisados individualmente e de forma mais precisa.

Vale recordar-se que durante a elaboração do primeiro Plano de Drenagem da Cidade do Natal (1973), a divisão das bacias de drenagem englobou apenas parte da Cidade, mais especificamente as zonas Leste e Oeste. Posteriormente, a classificação das bacias foi ampliada para todo o Município utilizando-se para isso, critérios adequados para bacias do Sistema de Esgotamento Sanitário de Natal, não sendo considerada, assim, a infra-estrutura existente de integração das sub-bacias de drenagem da Cidade.

No atual contexto do Plano de Drenagem foi feita a atualização da divisão das bacias de drenagem de Natal, unificando-se o sistema para o Município de Natal, tendo como critério de definição a delimitação de cada bacia de drenagem ao conjunto de terrenos que, num contexto integrado, são considerados como

geradores de escoamento para cada corpo d'água receptor final das águas precipitadas no Município.

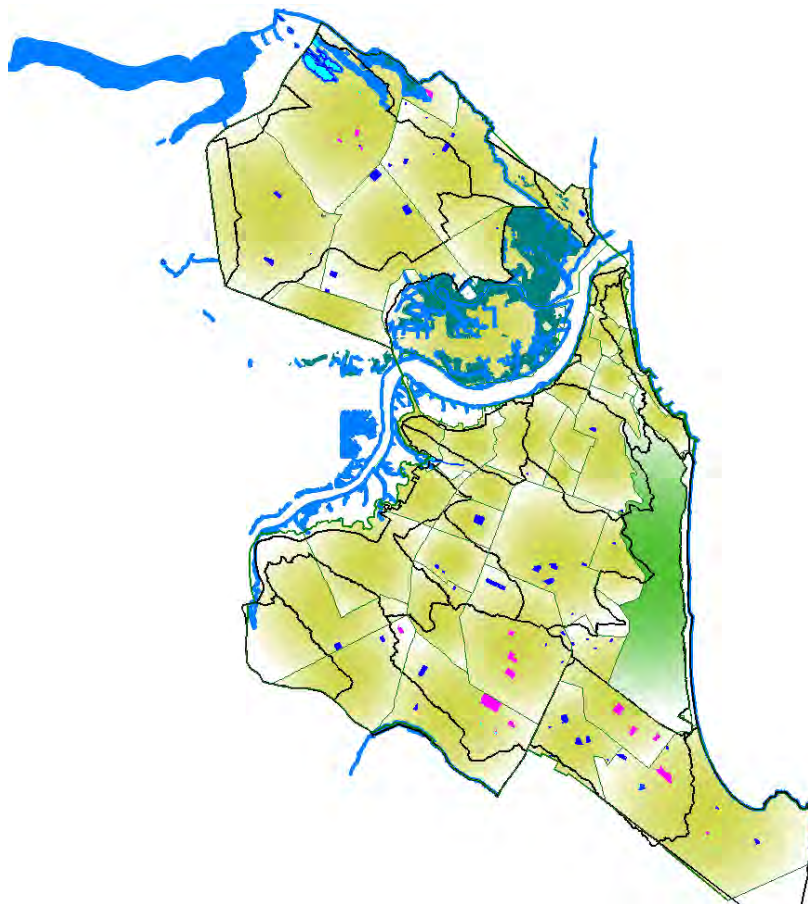
Dessa forma, neste Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas pluviais (PDDMA) foi identificado 20 bacias de drenagem no município de Natal, sendo 06 (seis) na Zona Norte e 14 (quatorze) nas Zonas Leste, Oeste e Sul, conforme Quadro 01 e Figuras 59 e 60 seguintes.

Quadro 01. Bacias de drenagem do Natal

BACIAS ZONA NORTE	Área em hectares	
	Abertas	Fechadas
I Rio Doce	617.5	
II Lagoa Azul	2.417.1	
III Lagoa de Extremoz	100.2	
IV Rio Golandim	181.5	
V Redinha	108.2	
VI Rio Potengi/Salinas	885.4	
Total	4.309.9	
BACIAS ZONA SUL/LESTE/OESTE	Abertas	Fechadas
VII Potengi/Rocas-Ribeira	376.3	
VIII Praias Urbanas	218.2	
IX Riacho do Baldo	714.8	
X Potengi/Quintas-Base Naval	304.1	
XI Parque das Dunas		1.194.0
XII Rio das Lavadeiras	1.264.8	
XIII Via Costeira	116.2	
XIV Rio Potengi/Felipe Camarão	712.6	
XV Lagoa da Jaquarari		431.8
XVI Rio Pitimbú	1.048.9	
XVII San Vale/Cidade Satélite		1.145.4
XVIII Rio Jundiá/Guarapes	398.0	
XIX Lagoinha		1.016.0
XX Praia de Ponta Negra	949.3	
Total Zona Sul/Leste/Oeste	6.103.2	3.787.2
Total Natal	10.413.1	3.787.2
Total Geral	14.200.3	

Fonte: PDDMA, 2008.

Figura 59. Bacias de Natal



Fonte: PDDMA, 2008.

Sendo assim, entende-se que o sistema de drenagem de Natal compreende dois setores territoriais separados pelo estuário do Rio Potengi: o Sistema de Drenagem da Zona Sul e o Sistema de Drenagem da Zona Norte.

No Sistema de Drenagem da Zona Sul, em relação às bacias abertas, são identificados como exutórios da drenagem pluvial:

- Praias urbanas
- Riacho das Rocas

- Riacho do Baldo
- Rio Potengi
- Rio das Quintas
- Rio Jundiá
- Rio Pitimbu

Por sua vez, as águas pluviais drenadas dentro das bacias fechadas, são direcionadas para lagoas artificiais, como:

- Lagoa do Preá e Potiguares
- Lagoa do Centro Administrativo
- Lagoa de Cidade da Esperança e São Conrado
- Lagoas de Capim Macio

No Sistema de Drenagem da Zona Norte de Natal, em relação às bacias abertas, observa-se que o direcionamento das águas pluviais drenadas no âmbito da bacia segue para aos seguintes exutórios:

- Rio Potengi
- Rio Doce
- Praia da Redinha

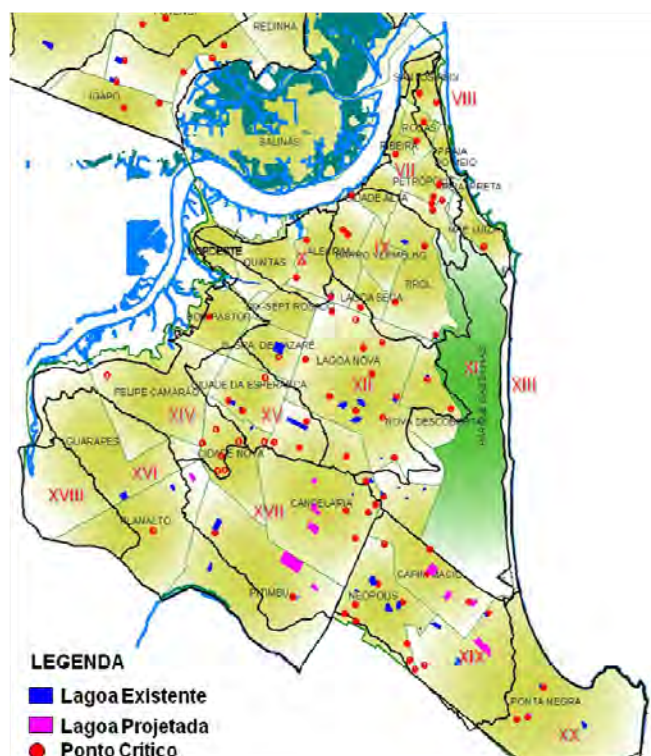
Para as bacias fechadas, a drenagem pluvial direciona o montante de suas águas para lagoas, como:

- Lagoa Primavera
- Lagoa Santarém
- Lagoa José Sarney
- Lagoa Azul
- Lagoa do Parque das Dunas

No ato do levantamento que permitiu a identificação das Bacias de Drenagem da cidade do Natal, bem como a delimitação das sub-bacias, foram registrados e

catalogados alguns pontos de estrangulamento do sistema de drenagem presente na cidade, bem como daquelas áreas cuja infra-estrutura de drenagem ainda não chegou, sendo estas acometidas por alagamentos anuais, quando não, por enchentes ocasionais. Estes pontos de estrangulamento do sistema são apresentados na Figura 60.

Figura 60. Pontos de inundação do sistema de drenagem de Natal



Fonte: LR Engenharia, 2008.

Com vistas à mitigação ou controle intensivo dos impactos geradores de prejuízos sociais e econômicos decorrentes dos alagamentos e enchentes ocasionais que acometem algumas áreas da cidade do Natal, a Prefeitura Municipal está construindo na Zona Norte da cidade, no bairro de Nossa Senhora da Apresentação, o Sistema integrado de Drenagem da Zona Norte, que depois de pronto interligará as Lagoas Primavera, Aliança, Soledade, Santarezinho e José Sarney com a Lagoa Azul através de dois túneis e canais. Nesta lagoa, o excedente chegará ao Rio Doce por meio de extravasor.

Por sua vez, na Zona Sul de Natal está sendo implantado o Sistema de Macro-Drenagem de Capim Macio, constituída por 05 (cinco) lagoas de drenagem interligadas por gravidade com uma lagoa natural situada na área do antigo Centro de Tradições Gaúchas – CTG, no bairro de Ponta Negra. Esta lagoa foi ampliada, a possibilitar uma capacidade hídrica ainda maior. Daí, o excedente deverá ser bombeado para uma área permeável situada na região conhecida como Lagoinha, Complexo de dunas e lagoas associadas situada na porção sul do conjunto Ponta Negra e decretada por força de lei como Zona de Proteção Ambiental (ZPA 05).

2.2.5. Síntese do Meio Físico da Cidade do Natal, por Zona Administrativa

O município de Natal apresenta-se com o seu estrato florestal de restinga, floresta estacional semi-decidual, manguezais e, de uma forma geral, a mata atlântica, suportada sobre a formação barreiras, paleocascalheiras, paelodunas, dunas, arenitos de praia, depósitos litorâneos, de mangues e aluvionares.

Em sua superfície, a Administração Municipal subdividiu o território em quatro Regiões Administrativas: Zona Norte, Zona Sul, Zona Leste e Zona Oeste, cujos bairros apresentam-se com características comuns de crescimento horizontalizado, ainda que na Zona Leste e Zona Sul verificam-se movimentos imobiliários de adensamentos através de verticalização das edificações voltadas à moradia e a atividade turística, como hotéis, pousadas e flats, especialmente nos bairros de Ponta Negra, Capim Macio, Tirol e Candelária.

a) Zona Oeste

A Zona Oeste é banhada por corpos receptores como o Rio Pontengi/Jundiaí, integrando-se em sua área estuarina com ocorrência de manguezais e vegetação de restinga, além de floresta estacional semi-decidual. Em seu interior correm os riachos da Prata e do Ouro, além do Rio das Quintas. De forma confinada apresenta as lagoas de São Conrado, da Esperança, do Horto, de Nova Cidade e do Planalto,

as quais apresentam importante função de recarga do aquífero barreiras em função de sua posição geográfica.

Figura 61. Zona Administrativa Oeste



Fonte: SEMURB. Mapas Aerofotogramétricos. 2007.

Os bairros de Quintas, Nordeste, Bom Pastor, Felipe Camarão e Guarapes são banhados pelo Rio Potengi e apresentam uma formação de manguezais sujeitos a pressões antrópicas de origem mecânica, com a supressão da essência florestal desse ecossistema, bem como de origem química, com a emissão de efluentes de

esgotos domésticos, industriais e de resíduos sólidos urbanos, com despejo de Lixo Doméstico Urbano e de Resíduos da Construção de Civil para criação de solos para ocupações irregulares, com edificações de baixo padrão construtivo, constituindo-se em áreas de risco social. Além dessas intervenções, verifica-se a ação física, com a construção de tanques de “tratamento” de efluentes de esgotos domésticos oriundos da ação de empresas “limpa-fossas”, assim como por alguns tanques de carnicultura e de equipamentos para atracação de barcos de marinha, em trecho de orla especial, esta situada no bairro Quintas. A orla aí verificada classifica-se como Classe B e Classe C, visto que apresenta trechos com manguezais ainda não deteriorados, com baixo grau de urbanização e, em outros trechos, apresenta urbanização consolidada com alto grau de antropização, denotando a orla Classe C.

Os bairros limítrofes à Zona Sul: Nossa Senhora de Nazaré, Governador Dix-sept Rosado e Cidade da Esperança, bem como o bairro Quintas limítrofe à Zona Leste, apresentam as mais elevadas taxas de impermeabilização, enquanto o bairro de Cidade Nova e o bairro de Planalto, limítrofes à Zona Sul, apresentem baixas taxas de impermeabilização, inclusive porque em Cidade Nova está inserida a ZPA 01 e ainda há vários lotes não ocupados e ocorrência de vazios urbanos.

Os bairros de Guarapes e Planalto apresentam-se como os menos densamente ocupados, logo, com as menores taxas de impermeabilização da Zona Oeste. Tanto Cidade Nova como Planalto tendem a elevar a referida taxa.

“Nossa missão é servir com excelência, ética e eficiência, contando com servidores competentes e valorizados, primando todos pelo respeito ao cidadão e ao meio ambiente, contribuindo para fazer de Natal uma cidade cada vez mais humana, socialmente mais justa, solidária e sustentável, com a melhor qualidade de vida para toda a população”.

Quadro 02. Síntese da Zona Oeste

ZONA ADMINISTRATIVA	GEOLOGIA	GEOMORFOLOGIA	PEDOLOGIA	HIDROLOGIA
ZONA OESTE DE NATAL	<p>- Formação Barreiras: Estrutura sedimentar composta por arenitos finos a médios, ou conglomeráticos, com intercalações de siltitos e argilitos, predominantemente associados a sistemas fluviais.</p> <p>- Paleocascalheiras: Paraconglomerados com seixos de quartzo, sílex e fragmentos líticos, matriz areno-argilosa e avermelhada.</p> <p>- Paleodunas: Areias bem selecionadas, amareladas, parcialmente consolidadas de origem marinha, bastante oxidada e recoberta por vegetação</p> <p>- Depósitos de Mangue: Areias finas, silte, argila e material orgânico lamoso.</p> <p>- Depósitos aluvionares: Areias, cascalhos e níveis de argila.</p>	<p>- Tabuleiros Costeiros: Relevo plano a suavemente ondulado associado a Formação Barreiras.</p> <p>- Planície Flúvio-marinha: Área de influência salina da água do mar em um rio de água doce.</p> <p>- Estuário: Forma de desaguadouro de um rio constituindo uma foz com um único canal sobre o mar.</p> <p>- Mangue: Terreno baixo, junto à costa, sujeito às inundações das marés.</p> <p>- Dunas: Depósitos sedimentares arenosos de origem recente, que adquiriram o aspecto de parabólicas em Natal.</p> <p>- Corredores Interdunares: Área situada entre dunas de topografia plana a suavemente côncava.</p> <p>- Lagoas: Depressão de forma variada cheia de água doce ou salgada.</p>	<p>- Areias Quartzosas marinhas: Solo de origem marinha, bastante arenoso, ácido, excessivamente drenado e profundo.</p> <p>- Areias Quartzosas distróficas: Solo bastante arenoso, ácido, excessivamente drenado e profundo.</p> <p>- Solo Aluvial: Encontrado nas várzeas dos rios, formando estratificações de areia, silte e argila; medianamente drenado.</p> <p>- Solo Indiscriminado de Mangue: Rico em matéria orgânica, silte, argila, enxofre, cálcio, magnésio; mal drenado e de cor escura.</p> <p>- Latossolo Vermelho-amarelo: Proveniente da Formação Barreiras, profundo, ácido, horizonte B latossólico, textura média a fina e bastante permeável.</p>	<p>- Aquífero Barreiras</p> <p>- Rio Potengi/Jundiá</p> <p>- Riacho da Prata</p> <p>- Riacho do Ouro</p> <p>- Riacho das Quintas</p> <p>- Lagoa São Conrado</p> <p>- Lagoa da Esperança</p> <p>- Lagoa do Horto</p> <p>- Lagoa Nova Cidade</p> <p>- Lagoa do Planalto</p>

b) Zona Leste

Figura 62. Zona Administrativa Leste



Fonte: SEMURB. Mapas Aerofotogramétricos. 2007.

LR ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

Rua Bel. Francisco Menezes de Mello, 89 – Ponta Negra - Natal RN
CEP 59.082-354 - Fone/Fax: (084) 3219-3827 - 9407 1489
CNPJ: 70.052.634/0001-73 Insc. Est.: 20.041.249-3

A Zona Leste é banhada pelos corpos receptores Rio Potengi, expressamente em sua área estuarina com ocorrência de manguezais e vegetação de restinga. Em seu interior corre o riacho do Baldo e tem grande parte banhada a Leste pelo Oceano Atlântico. De forma confinada apresenta as lagoas do Bum-bum e Manoel Felipe, sendo esta última um importante meio de redução de picos de precipitação pluvial, porém limitada a sua baixa capacidade de retenção em função da pequena área disponível. Considera-se também sua importância para a recarga do Aquífero Barreiras em função de sua posição geográfica.

Os bairros de Santos Reis, Ribeira, Cidade Alta e Alecrim são banhados pelo Rio Potengi e apresentam resquícios de formação de manguezais extremamente antropizados, apresentando diversos trechos onde ocorreu a supressão total dessa essência florestal especialmente nos trechos de orla especial, como o Porto de Natal, ainda que nas áreas de orla especial de instalações militares, esses trechos apresentam-se como orla Classe B, com médio estado de conservação. Verificam-se pressões antrópicas de origem mecânica, com a supressão da essência florestal desse ecossistema; de origem química, com a emissão de efluentes de esgotos domésticos, industriais, óleos e graxas da atividade portuária e de resíduos sólidos urbanos, com despejo de Lixo Doméstico Urbano e de Resíduos da Construção de Civil para criação de solos voltados às ocupações irregulares, com edificações de baixo padrão construtivo, constituindo-se em áreas de risco social (Paço da Pátria, Areado, Ocidental de Baixo); ações físicas, com a construção de equipamentos para atracação de barcos de marinha, em trecho de orla especial, esta situada no bairro Quintas. A orla aí verificada classifica-se como Classe B, visto que apresenta trechos com manguezais semi-antropizados, em orla especial com baixo grau de urbanização e, em outros trechos, apresenta-se com urbanização consolidada com alto grau de antropização, denotando orla Classe C.

O bairro do Alecrim, limítrofe à Zona Oeste, apresenta elevadas taxas de impermeabilização, ainda que em sua feição Noroeste tenha interface com o ambiente do rio, com resquícios do ecossistema manguezal, ocorrendo aproximadamente o mesmo com os demais bairros banhados pelo Rio Potengi

(Santos Reis, Ribeira e Cidade Alta). Os bairros de Tirol, Petrópolis, Rocas e Praia do Meio, também apresentam elevadas taxas de impermeabilização, salvo alguns vazios urbanos e áreas institucionais e militares, fato este mais expressivo no bairro do Tirol por sua interface com a Unidade de Conservação da Natureza Parque das Dunas e instalações militares do 16º Regimento de Infantaria, das instalações centrais da marinha e da aeronáutica.

Em Santos Reis a baixa taxa de impermeabilização é observada apenas nas áreas militares da orla e na ZPA 07, onde está situado a fortaleza dos Reis Magos, entretanto, em sua área urbanizada, o adensamento é muito intenso, inclusive com grandes áreas de interesse social, como verificado nas comunidades de Brasília Teimosa, Vietnã e o conjunto Santos Reis, ocorrendo o mesmo padrão de ocupação com os bairros de Rocas, Areia Preta, Mãe Luiza, ainda que nestes últimos, ocorram enclaves de nobreza incrustados nesses bairros.

De uma forma geral, a Zona Leste constitui-se como um dos mais adensados, logo, com as maiores taxas de impermeabilização do município, talvez por ser um dos bairros mais antigos e com históricos de ocupações sob uma grande diversidade de políticas urbanas executadas na cidade.

Os bairros de Mãe Luiza, Petrópolis e Tirol, por suas adjacências ao Parque das Dunas e por suas características topográficas em boa parte de seus territórios, apresentam condições adequadas para recarga dos aquíferos Dunas e Barreiras e para o destino final do excedente das chuvas, tanto para o corpo receptor do Rio Potengi, como para o Oceano Atlântico, evidentemente, tomando-se todas as precauções necessárias à emissão desses efluentes nesses corpos d'água.

Outro ponto a ser observado diz respeito à orla dos bairros de Mãe Luiza, Areia Preta, Praia do Meio e Santos Reis, visto que a intensa energia das marés vem provocando um intenso processo de erosão costeira, resultando em danos ao viário e a infra-estrutura sanitária existente nessas frações do território decorrentes da força de arrebentação das ondas da energia das marés. Na praia de Areia Preta, foram construídos espigões cujo objetivo inicial era de contenção do processo

“Nossa missão é servir com excelência, ética e eficiência, contando com servidores competentes e valorizados, primando todos pelo respeito ao cidadão e ao meio ambiente, contribuindo para fazer de Natal uma cidade cada vez mais humana, socialmente mais justa, solidária e sustentável, com a melhor qualidade de vida para toda a população”.

erosivo. Entretanto, o projeto careceu de melhores estudos não apresentando a efetividade necessária para a contenção do processo erosivo.

Quadro 03. Síntese da Zona Leste

ZONA ADMINISTRATIVA	GEOLOGIA	GEOMORFOLOGIA	PEDOLOGIA	HIDROLOGIA
ZONA LESTE DE NATAL	<p>- Formação Barreiras: Estrutura sedimentar composta por arenitos finos a médios, ou conglomeráticos, com intercalações de siltitos e argilitos, predominantemente associados a sistemas fluviais.</p> <p>- Dunas: Depósitos holocênicos de sedimentos quartzosos, cor creme, parcialmente consolidadas, de origem marinha e recoberta por vegetação.</p> <p>- Depósitos Litorâneos: Areias finas a grossas, com níveis de cascalho, associadas às praias atuais e dunas móveis.</p> <p>- Arenitos de Praia: Arenitos e conglomerados com cimento carbonático, definindo cordões de <i>beach rocks</i>.</p> <p>- Depósitos de Mangue: Areias finas, silte, argila e material orgânico lamoso.</p>	<p>- Tabuleiros Costeiros: Relevo plano a suavemente ondulado associado a Formação Barreiras.</p> <p>- Planície Flúvio-marinha: Área de influência salina da água do mar em um rio de água doce.</p> <p>- Planície Litorânea: Área concentrada entre o mar e a terra que sofre ações marinhas.</p> <p>- Praia: Faixa litorânea coberta por sedimentos arenosos de largura variável.</p> <p>- Estuário: Forma de desaguadouro de um rio constituindo uma foz com um único canal sobre o mar.</p> <p>- Mangue: Terreno baixo, junto à costa, sujeito às inundações das marés.</p> <p>- Falésia: Escarpa erodida peça ação do mar, originando uma feição abrupta no litoral.</p> <p>- Enseadas e Pontas: Enseada é uma reentrância da costa aberta para o mar. E Ponta são extremidades salientes da costa.</p> <p>- Beach Rocks Arenitos na linha de costa importantes para proteção das praias contra o efeito das ondas.</p> <p>- Dunas: Depósitos sedimentares arenosos de origem recente, que adquiriram o aspecto de parabólicas em Natal. Muitas apresentam-se recobertas por vegetação.</p> <p>- Terraço Costeiro: Superfície horizontal ou levemente inclinada, constituída por depósito sedimentar, ou superfície topográfica modelada pela erosão marinha.</p> <p>- Lagoas: Depressão de forma variada cheia de água doce ou salgada.</p>	<p>- Areias Quartzosas marinhas: Solo de origem marinha, bastante arenoso, ácido, excessivamente drenado e profundo.</p> <p>- Areias Quartzosas distróficas: Solo bastante arenoso, ácido, excessivamente drenado e profundo.</p> <p>- Solo Indiscriminado de Mangue: Rico em matéria orgânica, silte, argila, enxofre, cálcio, magnésio; mal drenado e de cor escura.</p>	<p>- Oceano Atlântico</p> <p>- Aquífero Dunas</p> <p>- Aquífero Barreiras</p> <p>- Rio Potengi/Jundiá</p> <p>- Riacho do Baldo</p> <p>- Lagoa do Bum Bum</p> <p>- Lagoa Manoel Felipe</p>

c) Zona Sul

Figura 63. Zona Administrativa Sul



Fonte: SEMURB. Mapas Aerofotogramétricos. 2007.

A Zona Sul é banhada em sua feição Nordeste pelo corpo receptor do Oceano Atlântico, em orla marítima com forte apelo turístico, variando em sua área urbanizada em orla Classe C e, na área do pontal de Ponta Negra, posterior à duna Morro do Careca em direção à base militar de lançamento de foguetes Barreira do Inferno, como orla Classe A.

Em seu interior corre o rio Pitimbu, outro corpo receptor, o qual tem relevante importância para o abastecimento de água do município de Natal, abastecendo a Lagoa do Jiqui, uma das diversas lagoas da Zona Sul, a qual tem suas águas utilizadas para diluição dos elevados níveis de nitrato encontrado como elemento contaminante no aquífero Barreiras e no aquífero Dunas, de onde são captadas boa parte das águas de abastecimento da cidade.

A Zona Sul é uma área com intensa atividade imobiliária, apresentando um eixo de adensamento que parte da Zona Leste e adentra a seu território pelos bairros de Lagoa Nova, Candelária e Nova Descoberta, articulados aos bairros de Capim Macio, Neópolis e Ponta Negra. Essa forte ocupação imobiliária muito estimulada pelo setor de turismo, bem como pelo processo de macrocefalia metropolitana (fenômeno que ocorre nas diversas regiões metropolitanas do país, segundo Milton Santos; 2005), está limitado a frações ambientalmente protegidas: Parque das Dunas, área de entorno do Morro do Careca, Lagoinha e a ZPA 01.

Dessa forma a Zona Sul apresenta elevadas taxas de impermeabilização no eixo de adensamento e, nas áreas ambientalmente protegidas, diversas áreas de recarga e de descarga das águas precipitadas.

Essas características fazem da Zona Sul de Natal uma região muito propícia ao manejo de águas pluviais, onde o nível do lençol freático tem apresentado pontos de surgência, especialmente quando da ocorrência de picos de precipitação pluviométrica, os quais tendem a retomar os seus níveis originais após as perdas por percolação, evaporação e evapotranspiração da água do solo. Atualmente o sistema de abastecimento de água gerido pela Companhia de Águas e Esgotos do RN – CAERN, mantém “de inverno a verão” o mesmo mecanismo de coleta,

tratamento e distribuição de água para abastecimento público da população de Natal.

Mas é importante considerar que os efeitos danosos da variação do nível do lençol freático poderia ser objeto de manejo, visto que a coleta do rio Pitimbu poderia ser aliviada nos períodos de elevada disponibilidade de água no solo, com o conseqüente aparecimento de pontos de surgência e os resultantes pontos de alagamento. Com o estabelecimento de sistemas de captação de água, estrategicamente distribuídos nas áreas de maior acúmulo de água, seja próximo aos corpos receptores (lagoas) seja em locais de grande saturação do solo e surgência do lençol freático (baixadas), o nível do lençol freático poderia ser manejado de tal sorte que evitasse os recorrentes casos de alagamento de ruas e estabelecimentos habitacionais, de indústria, comércio e serviços. Essa ação mitigadora dos efeitos danosos, sócio-econômicos e ambientais, decorrentes dos picos de precipitação, necessita ser considerados no Plano de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de Natal, especialmente com a crescente impermeabilização por que vem passando essa Região Administrativa.

Corroborando com essa preocupação, o bairro de Pitimbu, no extremo Noroeste da Zona Sul, vem se apresentando como um novo eixo de ocupação, através da expansão imobiliária, conseqüentemente, verificando-se uma crescente taxa de impermeabilização em seus limites territoriais, no entanto, sem a devida implantação dos sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais correspondente, o que sugere um indicativo de problemas futuros de novos pontos de alagamentos e de prejuízos causados por enchentes em picos de precipitação pluviométrica.

Quadro 04. Síntese da Zona Sul

ZONA ADMINISTRATIVA	GEOLOGIA	GEOMORFOLOGIA	PEDOLOGIA	HIDROLOGIA
ZONA SUL DE NATAL	<p>- Formação Barreiras: Estrutura sedimentar composta por arenitos finos a médios, ou conglomeráticos, com intercalações de siltitos e argilitos, predominantemente associados a sistemas fluviais.</p> <p>- Paleodunas: Areias bem selecionadas, amareladas, parcialmente consolidadas de origem marinha, bastante oxidada e recoberta por vegetação</p> <p>- Dunas: Depósitos holocênicos de sedimentos quartzosos, cor creme, parcialmente consolidadas, de origem marinha e recoberta por vegetação.</p> <p>- Depósitos Litorâneos: Areias finas a grossas, com níveis de cascalho, associadas às praias atuais e dunas móveis.</p> <p>- Arenitos de Praia: Arenitos e conglomerados com cimento carbonático, definindo cordões de <i>beach rocks</i>.</p> <p>- Depósitos aluvionares: Areias, cascalhos e níveis de argila.</p>	<p>- Tabuleiros Costeiros: Relevo plano a suavemente ondulado associado a Formação Barreiras.</p> <p>- Planície Litorânea: Área concentrada entre o mar e a terra que sofre ações marinhas.</p> <p>- Praia: Faixa litorânea coberta por sedimentos arenosos de largura variável.</p> <p>- Falésia: Escarpa erodida peça ação do mar, originando uma feição abrupta no litoral.</p> <p>- Enseadas e Pontas: Enseada é uma reentrância da costa aberta para o mar. E Ponta são extremidades salientes da costa.</p> <p>- Beach Rocks Arenitos na linha de costa importantes para proteção das praias contra o efeito das ondas.</p> <p>- Dunas: Depósitos sedimentares arenosos de origem recente, que adquiriram o aspecto de parabólicas em Natal. Muitas apresentam-se recobertas por vegetação.</p> <p>- Corredores Interdunares: Área situada entre dunas de topografia plana a suavemente côncava.</p> <p>- Terraço Costeiro: Superfície horizontal ou levemente inclinada, constituída por depósito sedimentar, ou superfície topográfica modelada pela erosão marinha.</p> <p>- Terraços de abrasão: Superfície erodida próximo as falésias, sobre a linha de costa, apresentando arenitos ferruginosos.</p> <p>- Lagoas: Depressão de forma variada cheia de água doce ou salgada.</p>	<p>- Areias Quartzosas marinhas: Solo de origem marinha, bastante arenoso, ácido, excessivamente drenado e profundo.</p> <p>- Areias Quartzosas distróficas: Solo bastante arenoso, ácido, excessivamente drenado e profundo.</p> <p>- Solo Aluvial: Encontrado nas várzeas dos rios, formando estratificações de areia, silte e argila; medianamente drenado.</p> <p>- Latossolo Vermelho-amarelo: Proveniente da Formação Barreiras, profundo, ácido, horizonte B latossólico, textura média a fina e bastante permeável.</p>	<p>-Oceano Atlântico</p> <p>- Rio Pitumbu</p> <p>- Aquífero Barreiras</p> <p>- Lagoa Centro Administrativo</p> <p>- Lagoa do Ceí</p> <p>- Lagoa do Preá</p> <p>- Lagoa dos Potiguares</p> <p>- Lagoa de Mirassol</p> <p>- Lagoa da Integração</p> <p>- Lagoa Parque das Pedras</p> <p>- Lagoa Bairro Latino</p> <p>- Lagoas Cidade Jardim</p> <p>- Lagoas de Capim Macio</p> <p>- Lagoa do Marinas</p> <p>- Lagoa do Xavante</p> <p>- Lagoa dos Caipós</p> <p>- Lagoa do Jiqui</p> <p>- Lagoa do Makro</p> <p>- Lagoa do Socyte</p> <p>- Lagoa do Pirangi</p> <p>- Lagoa da COHAB</p> <p>- Lagoa do Alagamar</p> <p>- Lagoa da Aeronáutica.</p>

d) Zona Norte

Figura 64. Zona Administrativa Norte



Fonte: SEMURB. Mapas Aerofotogramétricos. 2007.

A Zona Norte é banhada em sua feição Sul-Sudeste pelo corpo receptor do rio Potengi e em sua feição Leste pelo Oceano Atlântico. Parte de sua orla marítima com frações ecossistêmicas de manguezal em bom estado de preservação, no bairro Redinha é classificado como orla Classe A, enquanto em direção Leste a orla passa a ambiente fortemente antropizado, particularmente a partir das áreas lindeiras à ponte Newton Navarro, quando passa a orla Classe C, com total supressão dos manguezais e início de ambiente praiial com formação de dunas. Nesse trecho da orla ocorre intenso processo erosivo, interatuante à dinâmica estuarina do Rio Potengi, ao fluxo de embarcações e pequeno, médio e grande porte, estas, em função da atividade portuária.

Anteriormente o processo erosivo era mais ameno. Entretanto, após o rebaixamento de rocha submersa na barra do rio, denominada Pedra da Bicuda, das obras da ponte Newton Navarro, da ampliação dos tanques de carcinicultura e da expansão de ocupações irregulares sobre as áreas frágeis das margens fluviais, o processo erosivo ampliou sua intensidade nas margens da praia do bairro da Redinha. No período subsequente à construção dos espigões de pedra na orla marítima do bairro de Areia Preta na Zona Leste de Natal, sentiu-se uma intensificação do fluxo de energia de marés sobre a orla da Redinha, no entanto, não há estudos que comprovem ainda a correlação dos fatos.

Outro fato observado, com o rebaixamento da Pedra da Bicuda, refere-se à redução da velocidade e intensidade de escoamento das águas fluviais sobre o mar, sendo atribuída a isso, a redução do transporte de sedimentos arenosos trazidos pelo rio, resultando na interrupção da dinâmica costeira de alimentação das dunas de Genipabu, cartão postal do estado internacionalmente conhecida por suas belezas naturais.

Ao Norte, a Região está limitada à Unidade de Conservação da Natureza denominada APA de Genipabu, reconhecida por suas raras belezas cênico-paisagísticas, limitada em com a Zona Norte de Natal em sua feição Oeste como o rio Doce, o qual transpassa os bairros de Lagoa Azul e Redinha, tendo o seu leito situado em grande parte na Zona de Proteção Ambiental da Lagoa Azul – ZPA 09.

Os bairros Redinha e Salinas (e uma fração dos bairros Potengi e Igapó) são fracamente adensados, constituindo-se em áreas de descarga hídrica e em interface com a área estuarina do Rio Potengi. Entretanto, ainda que apresentem atributos naturais suficientes e necessários à sua preservação, essas áreas têm sido fortemente agredidas em suas Áreas de Preservação Permanente, principalmente os Manguezais, expondo a orla estuarina aos processos erosivos decorrentes da dinâmica do Rio e àqueles decorrentes do fluxo de massa da litosfera por escoamento superficial, com formação de voçorocamentos e por erosão laminar. Esses bairros apresentam as menores taxas de impermeabilização.

Também com baixas taxas de impermeabilização, os bairros de Lagoa Azul e Nossa Senhora da Apresentação apresentam boas condições de recarga do aquífero Barreiras. Apresentam corpos receptores de fundamental importância para a concepção do sistema de drenagem da Zona Norte.

Entretanto, os impactos associados e os riscos de contaminação dessas coleções devem ser observadas com muito critério por constituírem-se em elevado risco para a população de todo o município, ainda que os mesmos possam ser mitigados. Nesse contexto situa-se a área do complexo lacustre de Lagoa Azul, conformado principalmente pelas lagoas do Preá, do Sapo e Azul, especialmente por apresentarem as seguintes condições:

- Situam-se como corpos hídricos de uma Zona de Proteção Ambiental (ZPA 09);
- Constituem-se em fontes de suprimento para diversas espécies aladas da APA de Genipabu;
- Funcionam como corpos de amortecimento de picos de vazão decorrentes de picos de precipitação pluviométrica, reduzindo os efeitos danosos de vazão;
- São fontes alimentadoras do nível freático de estabilização do fluxo de água do Rio Doce;

– São fontes de abastecimento de água para as populações agrícolas residentes na ZPA – 09, as quais utilizam as águas do sistema lacustre para irrigação de parcela das hortas ali cultivadas, prevalecendo o sistema de irrigação por aspersão tradicional.

Dessa maneira constituem-se como elementos fundamentais a serem considerados como áreas de risco ambiental para a recepção de efluentes advindos do sistema de drenagem urbana. Na faixa localizada entre o sistema lacustre da lagoa Azul e o rio Doce, onde concentra-se a maior parte da produção hortícola, estará sendo recoberta com pavimentação asfáltica a via de interligação da BR 101 com a Av. Moema Tinôco, a qual serve como eixo de ligação à ponte Newton Navarro e, no aspecto regional, constitui-se em alternativa de interligação do sistema aeroviário do Aeroporto de São Gonçalo do Amarante com o sistema portuário do Porto de Natal.

A tendência de forte fluxo de veículos através dessa via aumenta a preocupação quanto aos mecanismos de proteção ambiental para o sistema lacustre e para a ZPA 09, especialmente quanto ao transporte de cargas perigosas e o risco de derramamentos e conseqüente contaminação das coleções hídricas e do solo, ao risco de atropelamentos de pessoas e de espécimes da fauna, como também no que se refere à pressão imobiliária e fluxos migratórios espontâneos sobre a Zona de Proteção Ambiental, o que coloca em risco o equilíbrio ecossistêmico de toda a área, bem como também eleva o risco sanitário em relação à segurança alimentar na produção, distribuição e consumo de hortaliças produzidas no local.

Diversas medidas mitigadoras devem ser consideradas nessa região, especialmente aquelas referentes a captação e distribuição de água garantidamente de boa qualidade destinada à irrigação, evitando o consumo direto do corpo hídrico do sistema lacustre. Por outro lado, para recepção das primeiras águas de chuvas, recomenda-se um reservatório preliminar para depuração dos elevados índices de contaminantes em uma lagoa preliminar. Passado um determinado tempo (a ser dimensionado) o efluente poderia ser direcionado para o corpo receptor (sistema lacustre), visto que a maior carga de contaminantes e poluentes já estaria retida na

lagoa de retenção inicial. Esse processo reduz sobremaneira o risco de contaminação do sistema lacustre, visto que além de reduzir a carga inicial altamente contaminante e poluente, também permite intervenções emergenciais em atendimento a sinistros e acidentes, principalmente com cargas químicas e poluentes. Outras medidas mitigadoras serão discutidas mais adiante.

Quadro 05. Síntese da Zona Norte

ZONA ADMINISTRATIVA	GEOLOGIA	GEOMORFOLOGIA	PEDOLOGIA	HIDROLOGIA
ZONA NORTE DE NATAL	<p>- Formação Barreiras: Estrutura sedimentar composta por arenitos finos a médios, ou conglomeráticos, com intercalações de siltitos e argilitos, predominantemente associados a sistemas fluviais.</p> <p>- Paleocascalheiras: Paraconglomerados com seixos de quartzo, sílex e fragmentos líticos, matriz areno-argilosa e avermelhada.</p> <p>- Paleodunas: Areias bem selecionadas, amareladas, parcialmente consolidadas de origem marinha, bastante oxidada e recoberta por vegetação</p> <p>- Depósitos Litorâneos: Areias finas a grossas, com níveis de cascalho, associadas às praias atuais e dunas móveis.</p> <p>- Depósitos de Mangue: Areias finas, silte, argila e material orgânico lamoso.</p> <p>- Depósitos aluvionares: Areias, cascalhos e níveis de argila.</p>	<p>- Tabuleiros Costeiros: Relevo plano a suavemente ondulado associado à Formação Barreiras.</p> <p>- Planície Flúvio-lacustre: Sistema associado de rio e lagoa, onde a última forma-se ao longo da calha fluvial.</p> <p>- Planície Flúvio-marinha: Área de influência salina da água do mar em um rio de água doce.</p> <p>- Planície Litorânea: Área concentrada entre o mar e a terra que sofre ações marinhas.</p> <p>- Praia: Faixa litorânea coberta por sedimentos arenosos de largura variável.</p> <p>- Estuário: Forma de desaguadouro de um rio constituindo uma foz com um único canal sobre o mar.</p> <p>- Mangue: Terreno baixo, junto à costa, sujeito às inundações das marés.</p> <p>- Dunas: Depósitos sedimentares arenosos de origem recente, que adquiriram o aspecto de parabólicas em Natal.</p> <p>- Superfície de Deflação: Superfície plana ou levemente ondulada onde predomina a retirada de sedimentos por erosão eólica.</p> <p>- Lagoas: Depressão de forma variada cheia de água doce ou salgada.</p>	<p>- Areias Quartzosas marinhas: Solo de origem marinha, bastante arenoso, ácido, excessivamente drenado e profundo.</p> <p>- Areias Quartzosas distróficas: Solo bastante arenoso, ácido, excessivamente drenado e profundo.</p> <p>- Solo Aluvial: Encontrado nas várzeas dos rios, formando estratificações de areia, silte e argila; medianamente drenado.</p> <p>- Solo Indiscriminado de Mangue: Rico em matéria orgânica, silte, argila, enxofre, cálcio, magnésio; mal drenado e de cor escura.</p> <p>- Latossolo Vermelho-amarelo: Proveniente da Formação Barreiras, profundo, ácido, horizonte B latossólico, textura média a fina e bastante permeável.</p>	<p>- Oceano Atlântico</p> <p>- Aquífero Barreiras</p> <p>- Rio Doce</p> <p>- Rio Potengi/Jundiá</p> <p>- Lagoa do Sapo</p> <p>- Lagoa José Sarney</p> <p>- Lagoa Visconde de Ouro Preto</p> <p>- Lagoa Dr. Carneiro Ribeiro</p> <p>- Lagoa Parque das Dunas</p> <p>- Lagoa D. Pedro I</p> <p>- Lagoa do Santarenzinho</p> <p>- Lagoa Panatis</p> <p>- Lagoa Acaraú</p> <p>- Lagoa Aliança</p> <p>- Lagoa Jardim Progresso</p> <p>- Lagoa Parque dos Coqueiros</p> <p>- Lagoa da Redinha</p> <p>- Lagoa Jardim das Flores</p>

3. MEIO BIOLÓGICO

3.1. Caracterização Geral do Município de Natal

De acordo com o Plano Diretor de Natal (Lei Complementar nº 082/07) e disposto no Art. 45, o Sistema de Áreas Verdes do Município de Natal é composto pelo conjunto dos espaços livres formados por parques, praças, verdes complementares ou de acompanhamento viário, espaços destinados a áreas verdes nos planos de loteamentos e condomínios, jardins públicos e jardins privados com vegetação de porte arbóreo, áreas verdes situadas ao longo de orlas marítimas, lacustres e fluviais, áreas de preservação permanente, bem como de unidades de conservação de proteção integral ou de uso sustentável existentes na malha urbana. Esse sistema é de fundamental importância para a manutenção dos ecossistemas e para a composição da paisagem, dando suporte a toda comunidade biótica bem como na manutenção microclimática local, consequentemente possibilitando boa qualidade de vida.

Dentre os espaços existentes, as áreas de maior importância e expressão vegetal, formadas em sua maioria por vegetação remanescente, estão as ZPA's (Zona de Proteção Ambiental) e as Unidades de Conservação Municipais (UC), que visam a proteção, manutenção e recuperação dos aspectos ambientais, ecológicos, paisagísticos, históricos, arqueológicos, turísticos, culturais, arquitetônicos e científicos do município (Art. 17 do Plano Diretor de Natal).

As duas Unidades de Conservação da Natureza instituídas no município de Natal são da categoria de Proteção Integral, e estão inseridas dentro de ZPA's, sendo elas o Parque Estadual das Dunas de Natal, constituinte da ZPA 02; e a UC Parque da Cidade “Dom Nivaldo Monte”, inserida na ZPA-01. Ambas as Unidades de Conservação municipal garantem, sozinhas, quase 2 mil hectares de cobertura vegetal ao município de Natal.

A Lei complementar Nº 07/1994, que instituiu o Plano Diretor de Natal (revisado e substituído pela Lei Complementar Nº 082/2007), estabeleceu no Macro-zoneamento da cidade do Natal a figura das Zonas de Proteção Ambiental, tendo sido criadas 10 ZPA's, a constar: ZPA - 01 - Campo dunar do Pitimbu, Candelária e Cidade Nova, ZPA - 02 - Parque estadual Dunas de Natal e área de Tabuleiro Litorâneo adjacente ao Parque (Av. Eng. Roberto Freire), ZPA - 03 - Área entre o rio Pitimbu e Av. dos Caiapós (Conjunto

Habitacional Cidade Satélite), ZPA-04 - Cordões de Dunas do Guarapes, ZPA-05 - Associação de dunas e lagoas do bairro de Ponta Negra (Região de Lagoinha), ZPA-06 - Morro do Careca e dunas associadas, ZPA-07 - Forte dos Reis Magos e seu entorno, ZPA-08 - Estuário do rio Potengi e manguezal, ZPA-09 - Complexo de lagoas e dunas ao longo do rio Doce, ZPA-10 - Encostas dunares adjacentes ao farol de Mãe Luiza.

O Plano Diretor de Natal de 1994 estabelecia que todas as ZPA's deveriam ser regulamentadas por legislação própria, que após a realização de estudos dos atributos físicos e ambientais de cada área, definiria as regras de ocupação para cada um destes espaços urbanos.

Das 10 ZPA's, apenas metade foi regulamentada por lei específica: ZPA-01 (Lei Nº 4.664/1995), ZPA-02 (Decreto Nº 7.538/1979), ZPA-03 (Lei Nº 5.273/2001), ZPA-04 (Lei Nº 4.912/1997) e ZPA-05 (Lei Nº 5.565/2004). As demais ZPA's ainda não regulamentadas estão protegidas pela Lei Complementar Nº 082/2007 que instituiu o novo Plano Diretor da Cidade do Natal, e que restringe o uso do solo, proibindo novas ocupações e loteamentos nestas áreas enquanto não sejam realizadas as devidas regulamentações.

De modo amplo, seguindo a classificação do RadamBrasil (V. 23), as regiões fitoecológicas que fazem-se presentes no município são as Floresta Estacional Semidecidual e Decídua, e a Estepe (Caatinga). Seguindo ainda o RadamBrasil, encontramos também as Áreas de Formações Pioneiras representadas por uma vegetação arbórea (mangue), arbustiva e herbácea, distribuídas em área de influência fluvio-marinha e, “Restinga” arbórea, arbustiva e herbácea das dunas e praias.

O clima predominantemente semi-árido, que engloba cerca de 60% do Rio Grande do Norte, faz com que as florestas estejam restritas a uma pequena extensão ao longo do litoral oriental e a pequenos relictos no topo das serras interioranas. Com base em informações do IBGE (2004), a Floresta Estacional Semidecidual compreende formação florestal que, em função da composição de espécies e da localização geográfica, compõe o bioma Mata Atlântica. Nesta formação florestal é comum que 20 a 50 % das árvores percam as folhas no período seco do ano.

Em relação à Natal, a formação florestal da Floresta Estacional Semidecidual ocupa uma grande porção do território do município, iniciando-se no litoral e adentrando

rumo ao interior. Em seguida, há uma área de transição à caatinga, criando uma área de tensão ecológica onde ocorrem os contatos entre diferentes tipos de vegetação.

A estepe (caatinga), é a vegetação mais característica do Estado, chegando a abranger 80% do território norte-rio-grandense. Como plantas características desse ecossistema se pode citar a jurema preta (*Mimosa hostilis*), o marmeleiro (*Cydonia oblonga*), juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart), espécies do gêneros *Piptadenia*, *Parapiptadenia* e *Anadenanthera*, todas elas da família Mimosoideae.

O bioma de Caatinga tem como características dominantes as folhas pequenas, muitas vezes providas de espinhos e com poucas plantas com órgão de reserva subterrâneo (xilopódio), e ainda é demarcado por longo período de estiagem, às vezes com chuvas torrenciais eventuais e dois períodos secos entremeados de época chuvosa. Apesar de não ser caracterizado por completo, se pode notar a presença, na zona de transição com a Floresta Estacional Semidecidual dos tabuleiros costeiros, em Natal, um pouco da composição florística do Bioma de Caatinga, como as suculentas cactáceas dos gêneros *Cereus* e *Pilosocereus*.

Sobre a Floresta Estacional Decídua, sua composição de espécies indica uma posição fitogeográfica intermediária entre os biomas da Floresta Atlântica e da Caatinga (CESTARO, 2005). No Nordeste Brasileiro essa região não apresenta grandes áreas contínuas, estando sempre localizada entre a Floresta Atlântica e da Caatinga (RadamBrasil v.23).

As áreas de Formações Pioneiras são aquelas arenosas de praias marinhas e fluvio-marinhas, constituindo-se áreas instáveis devido à sedimentação causada pela deposição aluvial e/ou marítima. O manguezal, enquanto uma dessas formações pioneiras se trata de uma formação vegetal de influência fluvio-marinha, com vegetação perenifólia, cuja vegetação fica situada principalmente nos estuários, em suas porções alagadiças e sujeitas à influência da maré. A importância dos Manguezais está na expressiva quantidade de peixes e crustáceos que vivem em suas águas (Anuário 2006). Essa formação possui um grande potencial de regeneração.

Segundo o RadamBrasil (V. 23 pag. 509) as espécies mais comuns que compõem a cobertura vegetal dos manguezais ao longo do litoral Nordestino são: o mangue-verdadeiro (*Rhizophora mangle* L.), que apresenta raízes escora (é a espécie adaptada a

resistir ao impacto das ondas); mangue-canoé (*Avicennia schaueriana* Stap. Lechm.), que ocorre nas áreas mais protegidas sobre os terrenos mais salinos; e o mangue-manso (*Laguncularia racemosa* L.), que ocorre nas áreas mais abrigadas e onde os terrenos não se encontram tão salinos. Cestaro (2005) cita ainda a ocorrência, na escala do Estado do RN, o *Conocarpus erecta* (mangue-ratinho ou mangue-botão), que ocorre nos limites externos do manguezal sobre solo firme e isoladamente em colônias puras ou com indivíduos isolados sobre rochas na orla marítima. Em Natal essa formação vegetal encontra-se abundantemente ao longo do estuário dos Rios Potengi/Jundiáí (Figura 59).

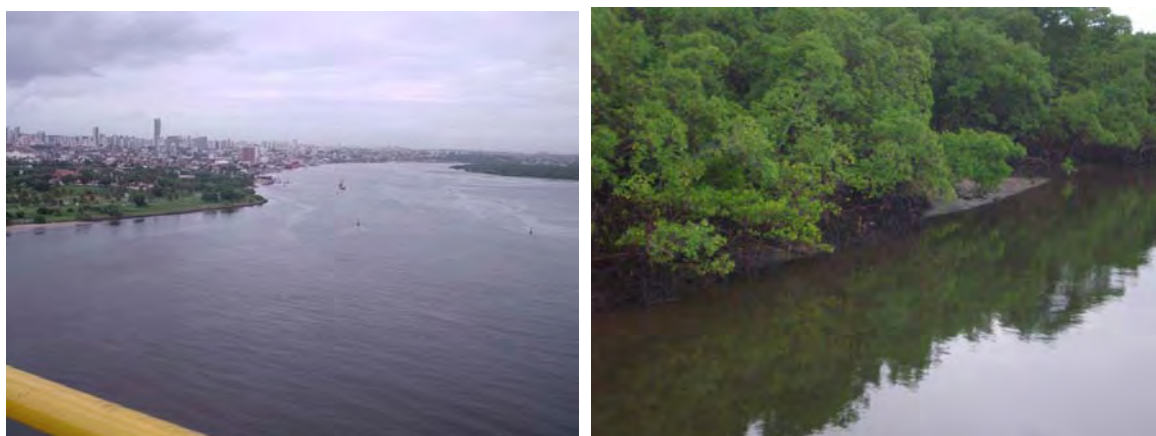


FIGURA 65. Estuário do Rio Potengi/Jundiáí. Em segundo plano vê-se os mangues

Fonte: Start, 2008

Outra Formação Pioneira é a restinga, própria do litoral, de influência marinha reveste praias e dunas (Formações Pioneiras da Planície Costeira, segundo Cestaro), ocorrem numa estreita faixa ao longo de todo o litoral norte-rio-grandense, com exceção das áreas ocupadas por manguezais e falésias.

Nessa região os solos são quase totalmente desestruturados, extremamente pobres em nutrientes e excessivamente drenados. Estrutura-se em três fisionomias: arbórea, arbustiva e herbácea. A arbórea é constituída de arvoretas e árvores de baixo porte em pouca quantidade, com copas desenvolvidas e irregulares. Exemplos de espécies que a representam são: *Anacardium occidentale* (cajuero) e *Coccoloba* sp. (coaçu). A arbustiva caracteriza-se por dominância de caméfitas sobre um espaço herbáceo-graminóide descontínuo, tendo como espécie representativas *Chrysobalanus icaco* (guajiru) e *Ximenia americana* (ameixa). Por fim a fisionomia herbácea, que se

localiza mais próxima ao mar onde o solo geralmente é apresenta altos teores de sal e a ação da erosão eólica é mais intensa (o que dificulta o desenvolvimento de espécies arbustivas e arbóreas), onde são encontradas espécies como a *Ipomoea pes-caprae* (salsa-da-praia) e *Paspalum vaginatum* (capim-da-praia). Embora não se tenha uma avaliação precisa, tudo indica que a velocidade de crescimento dessa vegetação é muito baixa, o que a torna extremamente vulnerável a intervenções. São áreas que, apesar de protegidas por lei, vêm sofrendo uma destruição rápida e irreversível.



FIGURA 66. À frente representação de restinga herbácea e ao fundo manguezal seguido de edificações

Fonte: Start, 2008.

Há ainda as Áreas de Tensão Antrópica (ATA), representadas por atividades agrícolas. Estas áreas ocorrem de maneira indiscriminada em todas as formas de relevo, contudo é nos planaltos que adquire maior expressividade. No município de Natal, tais áreas são mais comuns ou restritas à Zona Norte.

Apesar da variedade de formações vegetais apresentada, o Art. 3º do Decreto nº 750/93, resume todas as formações em Mata Atlântica, deliberando da seguinte forma: considera-se pertencente ao Bioma Mata Atlântica as formações florestais e ecossistemas associados inseridos na faixa de domínio da Mata Atlântica, com as respectivas delimitações estabelecidas pelo Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE 1988 – Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta

Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, manguezais, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encraves florestais do Nordeste.

Há áreas verdes de menor expressão quando comparadas, por exemplo, às Unidades de Conservação (UC), como os jardins públicos e privados, praças, pequenos parques e de acompanhamento viário. Essas áreas verdes por sua vez, também são de grande importância para o equilíbrio ecológico: na fauna, ajuda no controle de vetores; à flora, contribui no controle da biodiversidade; ajuda no controle da poluição atmosférica e sonora, amenização do clima com absorção de parte de raios solares, sombreamento e ventilação, entre outros benefícios.

A composição florística entre ruas e avenidas da capital é predominantemente composta por espécies de hábitos arbóreos, arbustivos, subarbustivos e gramíneos (Figura 61).



FIGURA 67. Composição florística entre ruas e avenidas na cidade do Natal

Fonte: Start, 2008.

Nos canteiros centrais, praças e demais áreas verdes municipais, são encontradas plantas de pequeno, médio e grande porte. As de pequeno porte, na fase adulta, atingem 4 a 6 metros de altura com uma copa de cerca de 2,5 m de raio, as de médio porte

alcançam 6 a 8m de altura e copa com 4 a 5 m de raio, e as de grande porte ultrapassam os 8 m de altura e o raio de copa superior a 5 m.

Atualmente tem sido desenvolvido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo – SEMURB da Prefeitura Municipal do Natal um projeto de arborização para toda a cidade, no qual serão utilizadas espécies como:

TABELA 03. Espécies vegetais Nativas da região Nordeste para fase inicial do Plano de arborização. Nome científico/nome popular

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	Catingueira
<i>Lophantera lactescences</i>	Lanterneira
<i>Sapindus saponaria</i>	Sabão-de-macaco
<i>Tabebuia caraiba</i>	Craibeira
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Angico
<i>Caesalpinia enchinata</i>	Pau-Brasil
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Ipê-rosa
<i>Caesalpinia férrea</i>	Jucá
<i>Bauhinia forficata</i>	Mororó

Fonte: Horto Pitimbu/PMN.

3.2. Regiões Administrativas

A Cidade do Natal é subdividida em quatro Regiões Administrativas, criadas pela Lei Ordinária nº 3.878/89: Zona Sul, Zona Norte, Zona Leste e Zona Oeste. Neste tópico, o meio biótico será tratado na escala dessas Zonas, assim, especificando melhor as características da cidade. As Zonas apresentam características peculiares quanto aos ecossistemas, como manguezal, dunas, Mata Atlântica, dentre outras.

Atualmente a Cidade do Natal conta com 151 áreas verdes e 172 praças, distribuídas irregularmente pelas quatro Regiões Administrativas. Para exemplificar isso, pode-se destacar que a Zona Sul possui mais da metade do total de áreas verdes do município (51 %), enquanto que as Zonas Leste (5%) e Oeste (8%) não possuem 1/5 deste total (Tabela 04).

TABELA 04. Praças e áreas verdes do Município de Natal - 2004

REGIÃO	BAIRROS	AREAS VERDES	%	PRAÇAS	%
Norte	07	54	35	44	25
Sul	07	78	51	57	33
Leste	12	07	05	58	33
Oeste	10	12	08	13	07
TOTAL	36	151	100	172	100

Fonte: SEMURB, 2004.

3.2.1. Meio Biótico Zona Sul



FIGURA 68. Região Administrativa Sul
 Fonte: SEMURB, 2006.

A Zona Sul é das regiões a que apresenta maior área coberta por vegetação da cidade do Natal, conseqüentemente, maior diversidade de espécies, nessa região a uma grande variação de ecossistemas.

A composição florística da Zona Sul da Cidade do Natal caracteriza-se por exemplares típicos da Mata Atlântica e de seus ecossistemas associados, como dunas, restingas e vegetação típica de tabuleiros litorâneos. A extensão e biodiversidade dos dois últimos ecossistemas citados acima foram arduamente afetadas pela expansão imobiliária. Os exemplares remanescentes da Mata Atlântica juntamente com espécies exóticas, formam a composição florística mais comum na região.

Para coibir maior supressão da flora, devido à expansão imobiliária nesta porção do território municipal, foram criadas duas UC's (Unidades de Conservação) nesta região administrativa, uma estadual e uma municipal. O Parque Estadual das Dunas de Natal, criado pelo Decreto Estadual Nº 7.237/1977, situado na área oriental do município, é peça integrante da Zona de Proteção Ambiental 02 (ZPA-2), enquanto que o Parque Municipal Dom Nivaldo Monte, criado pelo Decreto Municipal Nº 8.078/2006, e integrante da ZPA 01.

Com uma área de 1.172 hectares de mata nativa, o Parque Estadual das Dunas de Natal apresenta vegetação primária, representada 80% por Mata de Dunas Litorânea e 20% por Mata de Tabuleiro Litorâneo, constituindo parte integrante da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica Brasileira. Na Mata de duna litorânea ou Mata atlântica, foram reconhecidas 355 espécies nativas, inclusive algumas raras ou ameaçadas de extinção (IDEMA, 2008; Carvalho, 2001).



FIGURA 69. Parque Estadual das Dunas de Natal – ZPA 02

Fonte: IDEMA, 2008.

Nas áreas costeiras há uma paisagem descoberta e clara, que forma um cenário onde o principal elemento é o revestimento vegetal composto por arbustos e algumas gramíneas; já na região que se caracteriza como tabuleiro litorâneo, apresenta uma paisagem aberta, sobre um relevo de topografia mais plana e uma cobertura vegetal formada por um estrato herbáceo e por arbustos de porte médio e árvores esgalhadas, cujas copas raramente se tocam. Nas regiões que melhor caracterizam as áreas de Mata Atlântica, há uma paisagem fechada de massa vegetal densa com predominância de estrato arbóreo de elevado grau de cobertura, onde as copas se tocam de forma contínua formando um teto natural.

Por sua vez, o Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte, que se encontra mais ao sul do município, apresenta uma área de 62,4 hectares localizados entre os bairros de Candelária (Zona Sul) e Cidade Nova (Zona Oeste), sendo peça integrante da ZPA 01. Criado com o objetivo de preservar uma das principais áreas de recarga de águas subterrâneas da capital potiguar¹⁷, o parque é composto principalmente por exemplares característicos da Mata Atlântica e dos tabuleiros litorâneos. Segundo a SEMURB (2008), as Matas de tabuleiros são classificadas como Floresta Estacional de terras baixas, visto

¹⁷ 70% do abastecimento de água da Cidade do Natal é derivada de poços.

que ocorrem em altitude de até 100 m acima do nível do mar, e pelo fato de quase metade de suas espécies arbóreas perderem suas folhas durante a estação seca.



FIGURA 70. ZPA 01 e o Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte

Fonte: Prefeitura Municipal do Natal, 2008.

Na Zona Sul da Cidade do Natal encontram-se ainda mais duas Zonas de Proteção Ambiental (ZPA): a ZPA-05 e a ZPA-03. Ambas zonas tem como objetivo primordial promover a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental da cidade do Natal (Alonso, 2004).

A ZPA-05 constitui um complexo de dunas e lagoas interdunares associados, situado no bairro de Ponta Negra (Região de Lagoinha), ocupando uma área de pouco mais de 140 hectares recoberta por uma vegetação típica dos tabuleiros litorâneos e espécies da Mata Atlântica (Figura 65).



FIGURA 71. Vista aérea da ZPA 05 – Complexo de Dunas e Lagoas de Lagoinha

Fonte: Start, 2008.

A ZPA-03 abrange uma área situada entre o Rio Pitimbu e Av. dos Caiapós (Conjunto Habitacional Cidade Satélite), ao sul da cidade do Natal. Parte da bacia hidrográfica do Rio Pitimbu, com solo fértil nas margens, apresenta um relevo composto por feições de terraços e vertentes com dunas sobrepostas. A cobertura vegetal é típica dos tabuleiros litorâneo, algumas gramíneas e resquícios de vegetação pioneira correspondente à Mata Atlântica.

3.2.2. Meio Biótico Zona Leste

A Região Administrativa Leste de Natal, está subdividida em 12 bairros e possui o menor número de áreas verdes da cidade (apenas 07 das 151 registradas). Em contra partida, um terço do total de praças do município encontram-se nessa região. De acordo com o plano de arborização elaborado pela SEMURB, pode-se encontrar nessas praças as seguintes espécies: *Caesalpinia pyramidalis* (Catingueira), *Lophantera lactescences* (Lanterneira), *Sapindus saponaria* (Sabão-de-Macaco), *Tabebuia caraiba* (Craibeira), *Piptadenia gonoacantha* (Angico), *Caesalpinia enchinata* (Pau-brasil), *Tabebuia impetiginosa* e (Ipê-rosa).

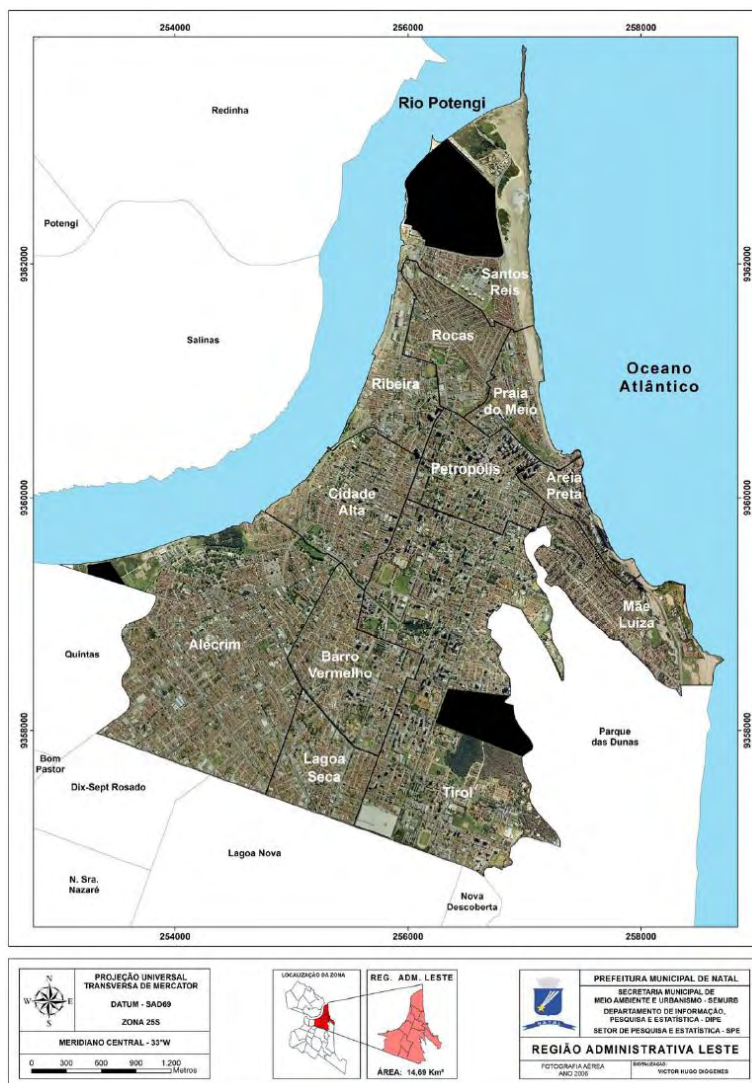


FIGURA 72. Região Administrativa Leste

Fonte: SEMURB, 2006.

As áreas verdes presentes nessa zona, são compostas por exemplares típicos da Mata Atlântica, Restingas e Tabuleiro Litorâneo – ecossistemas exclusivamente litorâneos. A região mais continental, ou mais interiorana, dessa zona é praticamente desprovida de áreas verdes contando com apenas poucos exemplares nativos, encontrados nas praças e logradouros privados.

Pode ser citada como principal área com cobertura vegetal a região que abrange os bairros de Tirol e Mãe Luiza, onde esta contida o Parque Estadual dunas do Natal, que possui uma vegetação bem característica de Mata Atlântica, podendo ser dividida em

extratos. O extrato superior é chamado de dossel (20-30m), que é composto pelas árvores mais altas, adultas, que recebem toda a intensidade da luz solar que chega na superfície dessa região. As copas destas árvores formam uma espécie de mosaico, devido à diversidade de espécies, como exemplo pode ser citado o *Lucuma dukei* (golti-trubá), *Tabebuia roseoalba* (peroba), *Syagrus coronata* (catolé) entre muitas outras.

As árvores do interior da mata fazem parte do extrato arbustivo, formado por espécies arbóreas que vivem toda a sua vida sombreadas pelas árvores do dossel. O extrato herbáceo é formado por plantas de pequeno porte que vivem próximas ao solo, como é o caso de arbustos, ervas, gramíneas, musgos, selaginelas e plantas jovens que irão compor os outros extratos quando atingirem a fase adulta. A luminosidade é pouca no interior da mata, por ser filtrada pelo dossel. As plantas dos extratos inferiores normalmente possuem folhas maiores, para aumentar a superfície de captação de luz. A perda de folhas, dirigindo um maior gasto de energia para o crescimento do caule e este, sendo fino e longo, também parece ser uma estratégia para a planta alcançar o dossel e conseqüentemente, mais luz.

A zona de abrangência das restingas é composta por uma vegetação que recebe grande influência marinha, presente ao longo do litoral. Essa cobertura vegetal tem como característica depender mais da natureza do solo, ou seja, seu tipo e composição do que do clima em si. Ocorre em forma de mosaico em áreas com dunas e cordões arenosos, apresentando variação de estrato tendendo do herbáceo, arbustivo ao arbóreo, porém, este último encontrado mais no interior desta vegetação.

Também denominada de "vegetação de ante-duna", as restingas ocupam a faixa logo após a área de domínio das marés, sendo constituída por "elementos pioneiros" (plantas psamófitas-halófitas). Como espécies características, predominam: a salsa-da-praia ou batateira-da-praia (*Ipomoea pes-caprae* ssp. *brasiliensis*), petúnia da praia (*Petúnia litoralis*), a grama-da-praia (*Paspalum* sp.) e o capotiraguá (*Phyloxerus portucaloides*), sendo esta última a espécie dominante da vegetação herbácea.

TABELA 05. Vegetação predominante

Nome científico	Nome popular	Tipo de vegetação	Altura que chega
<i>Cortaderia selowiana</i>	capim navalha	Floresta Ombrófila Densa	0,4 a 1 m
<i>Cyatopodium aliciares</i>	orquídea rabo-de-tatu	Floresta Ombrófila Densa	0,4 a 1 m
<i>Ibatia quinquelobata</i>	jitirana	Floresta Ombrófila Densa	0,4 a 1 m
<i>Anthurium affine</i>	antúrio	Floresta Ombrófila Densa	0,4 a 1 m
<i>Aechmea ligulata</i>	xinxo	Floresta Ombrófila Densa	0,4 a 1 m
<i>Hancornia speciosa</i>	mangabeira	Floresta Ombrófila Densa	4 a 10 m
<i>Guettarda angelica</i>	angélica	Floresta Ombrófila Densa	0,4 a 1 m
<i>Eugenia crenata</i>	camboim	Floresta Ombrófila Densa	4 a 10 m
<i>Solanum paniculatum</i>	jurubeba roxa	Floresta Ombrófila Densa	4 a 10 m
<i>Byrsonimia crassifolia</i>	murici	Floresta Ombrófila Densa	4 a 10 m
<i>Dioclea grandiflora</i>	mucuna	Floresta Ombrófila Densa	0,4 a 1 m
<i>Simaba trichilioides</i>	cajarana	Floresta Ombrófila Densa	4 a 10 m
<i>Eugenia speciosa</i>	ubaia-doce	Floresta Ombrófila Densa	4 a 10 m
<i>Cecropia sp</i>	embaúba	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Chamaecrista bahiea</i>	pau-ferro	Floresta Ombrófila Densa	4 a 10 m
<i>Piptadenia moniliformes</i>	catanduba	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Digitaria langiflora</i>	Capim-rasteiro	Floresta Estacional Semidecidual	0,4 a 1 m
<i>Myrcia lundiana</i>	araçá-cheiroso	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Sebastiania corniculata</i>	milona-roxa	Floresta Est. Semidecidual	4 a 10 m
<i>Ximenia americana</i>	ameixa	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Tecoyena brasiliensis</i>	jenipapo-bravo	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Maytenus impressa</i>	pau-mondé	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Hymenaea courbaril</i>	jatobá	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Myrcia multiflora</i>	pau-mulato	Floresta Ombrófila Densa	4 a 10 m

<i>Vitex polygama</i>	maria preta	Floresta Ombrófila Densa	4 a 10 m
<i>Combretum laxum</i>	cipó-bugi	Floresta Ombrófila Densa	4 a 10 m
<i>Eugenia nanica</i>	murta-branca	Floresta Ombrófila Densa	4 a 10 m
<i>Roupala cearensis</i>	castanheira	Floresta Ombrófila Densa	4 a 10 m
Nome científico	Nome popular	Tipo de vegetação	Altura que chega
<i>Bauhinia cheilantha</i>	mororó	Floresta Ombrófila Densa	4 a 10 m
<i>Anseis pickelii</i>	pau-candeia	Floresta Ombrófila Densa	4 a 10 m
<i>Manilkara aff amazonica</i>	maçaranduba	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Lecythis pisonis</i>	sapucaia	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Polypodium martonianum</i>	samambaia	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Vanilla chamissonis</i>	orquídea baunilha	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Tetracera breyniana</i>	cipó-de-brocha	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Cobretum laxum</i>	cipó bugi	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Apuleia leiocarpa</i>	jitaí	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Philodendrom imbé</i>	imbé	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Bowdichia virgiliodes</i>	sucupira	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Clausia nemorosa</i>	pororoca	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Syagrus coronata</i>	catolé	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Maytenus impressa</i>	paumondê	Floresta Estacional Semidecidual	4 a 10 m
<i>Caesalpineia echinita</i>	pau-brasil	Floresta Ombrófila Densa	10 a 15 m
<i>Tabebuia roseoalba</i>	peroba	Floresta Ombrófila Densa	10 a 15 m
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	pau d'arco roxo	Floresta Ombrófila Densa	10 a 15 m
<i>Inga fagifolia</i>	pau d'óleo	Floresta Ombrófila Densa	10 a 15 m
<i>Ficus nymphaeifolia</i>	gameleira	Floresta Estacional Semidecidual	10 a 15 m
<i>Lucuma dukei</i>	golti-trubá	Floresta Estacional Semidecidual	10 a 15 m

3.2.3. Meio Biótico Zona Oeste

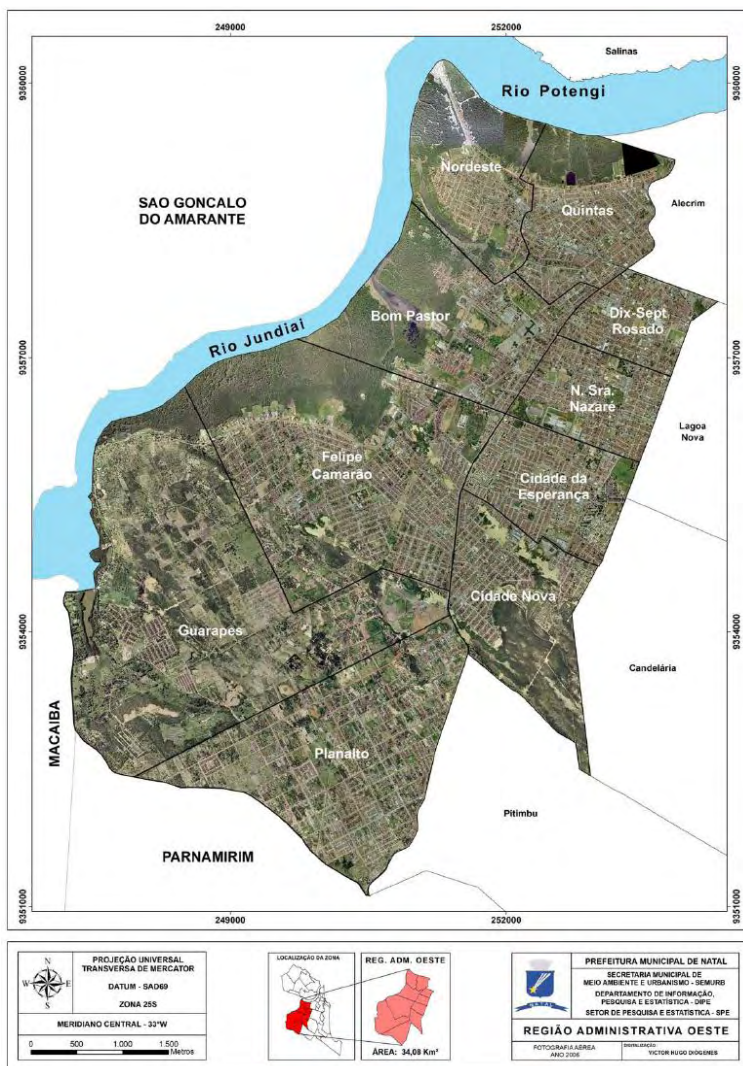


FIGURA 73. Região Administrativa Oeste

Fonte: SEMURB, 2006.

A região Administrativa Oeste, possui uma rica diversidade vegetal que abrange uma grande extensão do território da Cidade do Natal, onde no processo de zoneamento

do município, esta porção ficou contemplada com a criação de três Zonas de Proteção Ambiental: ZPA 01, campo de dunas de Candelária, Pitimbu e Cidade Nova; ZPA 03, Rio Pitimbu; e ZPA 04, cordões dunares dos Guarapes. Estas últimas estão inseridas nos bairros de Planalto e Felipe Camarão e apresentam uma vegetação bem característica de áreas de dunas com uma cobertura vegetal arbórea e de mangue (Felipe Camarão).

Nestas áreas, a vegetação arbórea está representada por numerosas populações de espécies da família Myrtaceae (*Myrcia*, *Eugenia*, *Psidium*), *Caesalpinia echinata*, *Curatella americana*, *Simarouba* sp, *Tapirira guianensis*, *Andira nitida*, *Byrsonima gardneriana*, *Schinus terebinthifolius*.

As moitas ou micro-florestas (IDEC,1994) apresentam elementos atípicos de tabuleiro ou savana, porque tanto floristicamente quanto ecologicamente formam pequenas florestas. Devido à sua fragilidade, havendo qualquer alteração no ambiente transformam o tabuleiro em mata secundária. Nesse ambiente encontram-se espécies características de floresta tropical pluvial do Nordeste, de formação arbustivo-arbóreas como *Pithecolobium avaremotemo* Mart. *Protium heptaphyllum* L. (amescla), *Ouratea fieldingiana* Engl., *Bysonima cydoniaefolia* Juss., *Hymenaea* sp (jatobá), *Inga* sp, *Anacardium occidentale* L. (cajueiro), *Tabebuia avellanadae* Mart. (ipê roxo), *Hirtella ciliata* Mart. & Zucc., *Hancornia speciosa* Gomes (mangaba). *Tocoyena brasiliensis* (Rubiaceae), *Crysoalanus icaco* L. (guajiru), e *Guetarda* sp (angélica), *Curatella americana* L., *Bowdichia virgilioides* Kunth in HBK. Estas constituem árvores e arbustos isolados, envolvidos com estrato herbáceo que caracterizam o tabuleiro típico, ocorrendo no topo da Formação Barreiras que em algumas áreas formam clareiras. Indo em direção mais ao Norte desta porção do território, encontra-se uma vegetação característica de manguezal. Foi estimado que esse tipo de cobertura vegetal está bem evidente nos bairros de Felipe Camarão e dos Guarapes onde a área de mangue esta em cerca de 20% de todo o bairro, já no bairro de Bom Pastor a área é bem maior cerca de 40% e no bairro Nordeste fica em torno de 30%.

Nesta Zona Administrativa, os manguezais estão situados sobre um relevo plano, apresentando um substrato argilo-arenoso, com vegetação tropical típica paludosa de mangue, onde predominam espécies obrigatórias como “mangue vermelho” *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae) espécie dominante, “mangue branco” *Laguncularia*

racemosa, (Combretaceae) denotando uma baixa salinidade no interior do estuário, *Conocarpus erecta* L. (Combretaceae).

Como foi constatado em visita a campo pode se perceber que a área em estudo não apresenta tantos danos como as demais áreas administrativas, em relação à conservação de sua cobertura vegetal referente a mangue.

Para Bigarella, (1979), o valor que atualmente é dado aos manguezais, deve-se ao conhecimento disponível sobre sua elevada produtividade de matéria orgânica, um elo fundamental para as cadeias alimentares economicamente importantes. As atividades antrópicas nas áreas de mangue, como a retirada de madeira, pesca e caça predatória, têm grande efeito destruidor sobre a fauna e flora local, além de desequilibrar o ecossistema marinho. Tudo isso fica bem nítido em incidentes que acarretam algum desequilíbrio ambiental, podendo ser citado como exemplo à mortandade de peixes bem como a diminuição significativa da área de mangue no município de Natal.

3.2.4. Meio Biótico Zona Norte

Devido suas características geográficas peculiares, na Zona Norte do Natal é encontrada uma vegetação com características diferentes das demais regiões administrativas que formam a cidade. A fração Sul – Leste da Zona Norte é coberta pelos manguezais que constituem o estuário do Rio Potengi (ecossistema costeiro de transição entre ambientes terrestres e marinhos).

Esta importante mata de mangues constitui a Zona de Proteção Ambiental (ZPA-08), que em sua maioria localiza-se no bairro de Salinas e com parte no bairro da Redinha. O manguezal que caracteriza esta ZPA constitui um ecossistema litorâneo de grande importância sócio-econômico e ambiental para esta região da cidade, visto ser este ecossistema uma importante fonte produtora de alimentos às comunidades pesqueiras da região, e local de reprodução de espécies da fauna marinha. Os mangues aí presentes constituem ainda um remanescente da mata pioneira que recobre toda área de influência marinha.



FIGURA 74. Região Administrativa Norte

Fonte: SEMURB, 2006.

Como principais espécies vegetais arbóreas consideradas obrigatórias nos manguezais desta zona, estão *Rhizophora mangle* L. (mangue-vermelho), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. (mangue-manso, branco ou rajadinho), *Avicennia germinans* (L.) Stearn (canoé, mangue-preto ou síriba) e *Conocarpus erecta* L. (mangue-ratinho ou botão). Em áreas de campos salgados observam-se a presença constante da “samambaia de mangue” *Acrostichum aureum* L. (Pteridaceae), gramínea *Spartina* sp e “chanana” *Turnera ulmifolia* L. (Turneraceae) e a halófita “breda-da-praia” *Sesuvium portulacastrum* L (Aizoaceae), *Sporobolus* sp, que estão geralmente associadas a algum

tipo de impacto sofrido, permitindo ser utilizadas como bioindicadoras. A maioria dos vegetais na região de mangue é sensível aos metais pesados e a substâncias tóxicas quando estes ultrapassam concentrações acima daquelas normalmente encontrado em solos, causando o seu desaparecimento (Ross, 1994; Markert, 1998).

A mata de mangues em Natal vem sofrendo paulatinamente com grandes atividades promotoras de degradação ambiental, seja desde a emissão *in natura* no rio de efluentes domésticos (esgotos) produzidos na cidade, até a supressão quase que total de seus representantes vegetais para dar lugar à construção de tanques de carcinicultura, fatores esses que são altamente impactantes, tanto para a flora como para fauna. Sabe-se que os manguezais são filtros biológicos de elementos orgânicos decorrentes de dejetos, porém em grandes quantidades a capacidade de assimilar esses elementos decresce.

Na porção mais ao Norte desta Região Administrativa da cidade, encontra-se uma cobertura vegetal diferente da observada no litoral, onde domina o bioma de manguezal, visto tratar-se de uma área com maior diversidade de espécies vegetais.

Na área que abrange os bairros de Pajuçara e Lagoa Azul localiza-se outra Zona de Proteção Ambiental, a ZPA-09, formada por um complexo de dunas e lagoas ao longo do rio Doce, cujo domínio é do Bioma de Restinga, caracterizado por apresentar uma cobertura vegetal mais densa e aberta, com espécies vegetais apresentando folhas rijas e resistentes, com coloração verde intenso e um sistema radicular adaptado, com grande poder de fixação ao solo e com caules retorcidos.

Segundo Tinoco et. al. (2008, p. 78), dentre as espécies pioneiras encontradas na área da ZPA 09, destacam-se as gramíneas (*Ammophila arenaria*), *Spartina spp* e o Pinheirinho (*Polygala cyparissias*), que se adapta aos solos de dunas já estabilizados. Os autores destacam ainda que “*posteriormente, surgem as espécies estrato arbustivo e arbóreo permitindo uma distribuição homogenia do ecossistema*”.

Na margem do Rio Doce, na comunidade de Gramorezinho, desenvolve-se uma forte atividade agrícola de hortifrutigranjeiros, cuja produção agrícola é totalmente voltada ao abastecimento dos principais mercados da cidade do Natal.

A característica geográfica desta porção do território municipal permite o desenvolvimento de uma cobertura vegetal que apresenta variações em decorrência

principalmente do relevo, do movimento dunar e de exposição às correntes eólicas e a grande radiação solar. Devido a influências desses fatores, o porte vegetal é predominantemente herbáceo e arbustivo, cujas características são definidas a seguir:

I - Formação Herbácea

Essa vegetação adquire funções estabilizadoras iniciais nas áreas de pós-praia e campo de dunas, na fixação do substrato arenoso, contribuindo nos processos de pedogênese, através do aporte de matéria orgânica e da retenção de umidade no substrato (Vicente da Silva 1998).

As Herbáceas são espécies pioneiras que predominam nas formações dos estratos não-inundável, inundável e no inundado (alagado). Estas condições podem ser sazonais, possibilitando uma dinâmica maior entre as espécies. Nestas formações encontramos o capim-de-areia(*Panicum recemosun*), capim-barba-de-bode (*Sporobolus virginicus*), salsa de praia (*Ipomoea pes-caprae*), e demais espécies.

• Formação Arbustiva

A vegetação arbustiva está sempre agregada a formações de encosta, entrelaçadas às herbáceas e geralmente apresentando estruturas com caules tortuosos bastante adaptados às condições do solo arenoso e aos ventos.

As comunidades típicas destas zonas costeiras medem aproximadamente 3 metros de altura e apresentam em suas formações moitas, surgindo comunidades gregárias e simbióticas. Alguns representantes são bastante conhecidos da população como, mangaba (*Hancornia speciosa*), jurema preta (*Mimosa tenuiflora* Willd), camboim (*Protium brasiliense* Baudt), e outras famílias botânicas como às xerófilas (cactáceas, bromeliáceas) do bioma caatinga convivendo harmoniosamente com as demais espécies.

• Formação Arbórea

Dentre as espécies arbóreas vê-se o domínio das formações com dossel fechado, com árvores de 8 a 10 metros de altura, troncos com aproximadamente 15cm de diâmetro. A floresta arbórea abriga uma diversidade de plantas como as epífitas (orquídeas, bromélias, samambaias, líquens), Ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa*), Sucupira (*Pterodon emarginatus Vogue*), Gameleira (*Ficus catappifolia*).

Tinoco et.al. (2008, p. 82) chama a atenção ainda a outro fator importante à ser considerado: é quanto a dinâmica que este tipo de vegetação exerce para os diversos tipos de animais, “[...] oferecendo aos mesmos abrigo, alimentação, nidificação e repouso. Em um contexto geral todos eles se beneficiam principalmente as aves”.

4. MEIO ANTRÓPICO

4.1. Caracterização Geral do Município do Natal

O município do Natal, de acordo com a contagem do IBGE de 2007, possui uma população total 774.230 habitantes distribuídos geograficamente em quatro regiões administrativas (Norte, Sul, Leste e Oeste), das quais a mais populosa é a Zona Norte, com 244.743 habitantes e 42,43 hab/ha. Em seguida, a segunda região administrativa da cidade quanto a população é a Zona Oeste, com 195.584 habitantes e 57,21 hb/ha, em terceiro lugar a Zona Sul com um total 155.882 habitantes, por fim, a região administrativa menos populosa da cidade, porém a mais densa, é a Zona Leste, com 116.106 habitantes e 79,17 hab/ha.

Tabela 06. Distribuição da população por Região Administrativa

REGIÃO	ÁREA TOTAL (HÁ)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE DEMOGRÁFICA (hab/ha)
NORTE	5.768,66	244.743	42,43
SUL	3.995,96	155.882	39,01
LESTE	1.466,49	116.106	79,17
OESTE	3.418,87	195.584	57,21

Fonte: SEMURB, Natal 2003 - conheça melhor a nossa cidade.

Distribuídas pelas quatro regiões do município existem ainda, de acordo com a Lei Municipal Nº 082, de 21 de junho de 2007, e que estabelece o Plano Diretor de Natal, dez Zonas de Proteção Ambiental – ZPA cujo um dos objetivos é a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental de mananciais hídricos, tais como lagoas e rios. Além de preservação da vegetação nativa, exemplares de Mata Atlântica e restinga, bem como preservação das Dunas e tabuleiros.

O maior número de zonas de proteção ambiental está na Zona Sul de Natal, onde é encontrada a maior parte do território da ZPA-1 – entre os bairros de Candelária e Pitimbu; a ZPA-3, que está localizada na divisa entre os municípios de Natal e Parnamirim, no bairro do Pitimbu, e as ZPA-5 e ZPA-6, localizadas no bairro de Ponta Negra. Além da ZPA-2 que se limita em sua maior fração com os bairros de Nova Descoberta, Capim Macio e Ponta Negra.

Quadro 06. Distribuição das ZPA´s da Zona Sul

ZPA	LOCALIZAÇÃO	ABRANGÊNCIA
ZPA-1	Candelária	Campo dunar do Pitimbu
ZPA-2	Limites com Nova Descoberta, Capim Macio e Ponta Negra	Parque Estadual Dunas de Natal e área de Tabuleiro Litorâneo adjacente ao Parque (Av. Eng. Roberto Freire)
ZPA-3	Pitimbu	Área entre o rio Pitimbú e Av. dos Caiapós (Conj. Habitacional Cidade Satélite)
ZPA-5	Ponta Negra	Associação de dunas e lagoas do bairro de Ponta Negra (Região de Lagoinha)
ZPA-6	Ponta Negra	Morro do Careca e dunas associadas

Fonte: SEMURB – conheça melhor a nossa cidade Natal. 2003.

As Zonas de Proteção Ambiental encontradas na Zona Oeste são: parte da ZPA-1, localizada no bairro de Cidade Nova; a ZPA-4, que abrange parte do território de três bairros (Felipe Camarão, Guarapes e Planalto), e a ZPA-8, cuja extensa área abrange também parte da Zona Norte, compreendendo o estuário do Rio Potengi nas duas margens. Na região Oeste, a ZPA-8 perpassa por cinco bairros, quais sejam: Quintas, Nordeste, Bom Pastor, Felipe Camarão e Guarapes.

Quadro 07. Distribuição das ZPA´s na Zona Oeste de Natal

ZPA	LOCALIZAÇÃO	ABRANGÊNCIA
ZPA-1	Cidade Nova	Campo dunar do Pitimbu
ZPA-4	Felipe Camarão, Guarapes e Planalto	Cordões de Dunas do Guarapes
ZPA-8	Quintas, Nordeste, Bom Pastor, Felipe Camarão e Guarapes	Estuário do Rio Potengi e Manguezal

Fonte: SEMURB – conheça melhor a nossa cidade Natal. 2003.

Na maior Região administrativa da cidade – Zona Norte – são encontradas apenas duas Zonas de Proteção Ambiental. São elas a ZPA-8, que contempla os bairros situados na margem esquerda do Rio Potengi (Salinas e Redinha); e a ZPA-9, que compreende os bairros de Lagoa Azul, Pajuçara e Redinha.

Quadro 08. Distribuição das ZPA´s da Norte

ZPA	LOCALIZAÇÃO	ABRANGÊNCIA
ZPA-8	Salinas e Redinha	Estuário do Rio Potengi e Manguezal
ZPA-9	Lagoa Azul, Pajuçara e Redinha	Complexo de lagoas e dunas ao longo do Rio Doce

Fonte: SEMURB – conheça melhor a nossa cidade Natal. 2003.

Por fim, a região administrativa Leste é atendida por três Zonas de Proteção Ambiental, a citar a ZPA-7, localizada no bairro de Santos Reis; parte da ZPA-2, que margeia os bairros de Tirol e Mãe Luiza; e a ZPA-10, localizada no bairro de Mãe Luiza, limitando-se pela Via Costeira.

Quadro 09. Distribuição das ZPA´s da Leste

ZPA	LOCALIZAÇÃO	ABRANGÊNCIA
ZPA-2	Limites de Tirol e Mãe Luiza	Parque Estadual Dunas de Natal e área de Tabuleiro Litorâneo adjacente ao Parque
ZPA-7	Santos Reis	Forte dos Reis Magos e seu entorno
ZPA-10	Mãe Luiza	Encostas dunares adjacentes ao farol de Mãe Luiza

Fonte: SEMURB – conheça melhor a nossa cidade Natal. 2003.

A caracterização do município através da localização de suas zonas especiais, a exemplo das ambientais, contribui significativamente para a compreensão da modificação

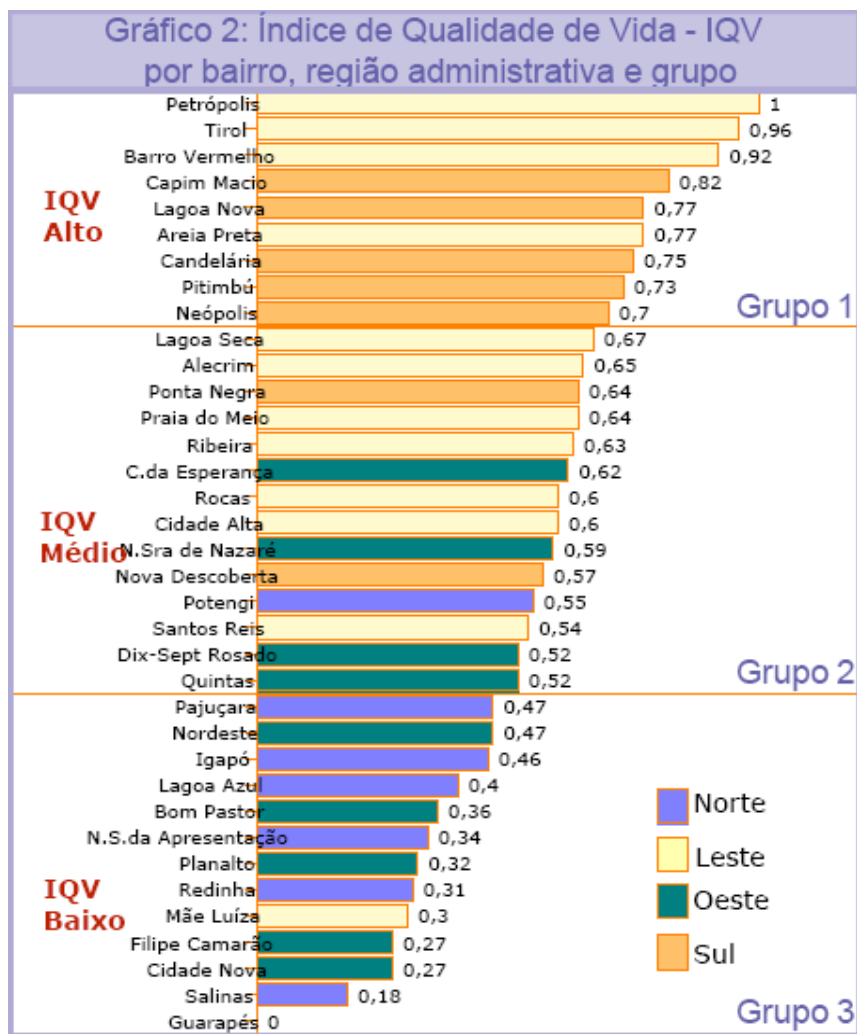
do ambiente pela ação humana, considerando aspectos tais como: degradação, poluição e contaminação ambiental. Isto porque, em geral, essas zonas de proteção são criadas exatamente com o intuito de resguardar as áreas ambientalmente frágeis e que estão sendo ocupadas e modificadas pela atuação das pessoas que habitam em seu entorno, normalmente, não é a regra, composta por indivíduos de renda muito baixa ou sem renda.

Além das Zonas de Proteção Ambiental, para fins de estudo da ação antrópica no município do Natal, faz-se *mister* conhecer também as Áreas Especiais de Interesse Social – AEIS¹⁸, traçadas pelo Plano Diretor em vigência, visto que essas são áreas em que, via de regra, apresentam todos os problemas ligados a ocupação do território de forma desordenada.

De acordo com a publicação da SEMURB – Natal 2003: conheça melhor a nossa cidade -, existem 70 favelas em Natal (20 na região Norte, 11 na região Sul, 17 na região Leste e 22 na região Oeste); totalizando uma população de 65.122 pessoas vivendo em assentamentos subnormais no município do Natal. Naturalmente as duas regiões que apresentam menor número de favelas são as mesmas a apresentarem o melhor Índice de Qualidade de Vida – IQV, segundo estudo de Barroso (2003), conforme se pode observar na Figura 76 que apresenta um gráfico do Índice de Qualidade de Vida – IQV por bairro e zona administrativa da cidade do Natal.

¹⁸ Áreas que se configuram a partir da dimensão sócio-econômica e cultural da população, com renda familiar predominante de até 3 (três) salários-mínimos, definida pela Mancha de Interesse Social (MIS), e pelos atributos morfológicos dos assentamentos.

Figura 75. Gráfico de IQV por bairros, em Natal - 2003



Fonte: SEMPLA. Mapeando a qualidade de vida em Natal, 2003.

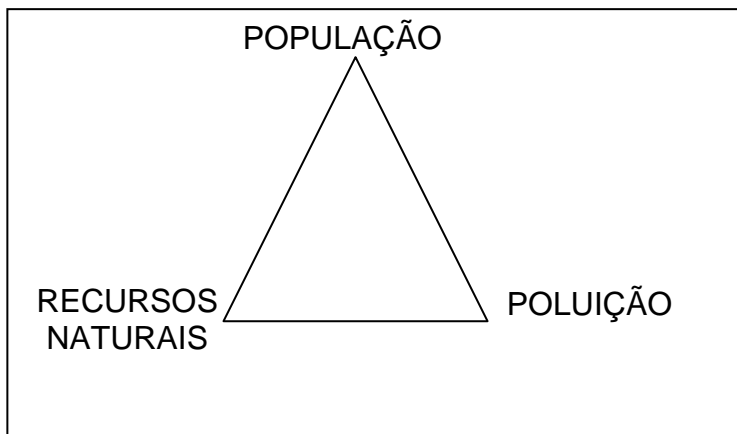
Em Natal, a dinâmica de ocupação não é diferente da diagnosticada na maioria das capitais brasileiras, onde a população mais carente se estabelece nas áreas periféricas ou consideradas de risco, ocupando margens de rios e lagoas, bem como topos de morros e suas encostas, em geral, áreas estas sem infra-estrutura de saneamento básico, coleta de lixo, etc. Esta situação corrobora para a proliferação de vetores, à contaminação das águas, supressão de vegetação nativa e mata ciliar, etc, dando origem ao que (BRAGA *et al* , p. 2) consideram como um dos elementos responsáveis pela chamada crise ambiental, ou seja, a poluição.

O autor considera ainda outros elementos, tais como a própria população e os recursos naturais largamente explorados, aqui compreendidos como:

- População – O conjunto de habitantes de um território, de um país, de uma região, de uma cidade, etc¹⁹;
- Recursos Naturais: qualquer insumo de que os organismos, as populações e os ecossistemas necessitam para a sua manutenção²⁰ e;
- Poluição: a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos²¹.

Todos estes fatores intrínsecos conformam um triângulo relacional, expresso na figura abaixo:

Figura 76. Relação entre os principais componentes da Crise Ambiental



Fonte: Introdução à Engenharia Ambiental, 2005.

Diante da abordagem de que a Crise Ambiental é resultado de uma associação entre população, recursos ambientais e poluição, parece imperioso caracterizar o Meio Antrópico do Município do Natal a partir dos impactos prioritariamente observados no entorno das Zonas de Proteção Ambiental – ZPA's, classificando-os em degradação, poluição ou contaminação ambiental, onde:

¹⁹ Novo Dicionário Aurélio.

²⁰ BRAGA *et al.* Introdução à engenharia ambiental – 2ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

²¹ LEI N° 6.938/81 - Política Nacional do Meio Ambiente, Art 3º, III.

- Degradação é qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais, ou alteração adversa da qualidade ambiental;
- Poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos; e
- Contaminação é a presença, num ambiente, de seres patogênicos, que provocam doenças, ou substâncias, em concentração nociva ao ser humano.

O Meio Antrópico do Município do Natal também deve ser caracterizado a partir da dinâmica de ocupação e dos problemas detectados nos chamados assentamentos precários ou subnormais, onde em Natal, de acordo com o *Relatório Final de Cadastro de Assentamentos Subnormais* elaborado pela Fundação Apolônio Salles e apresentado à SEMTAS em 2004, os maiores problemas ambientais detectados nos sessenta e cinco assentamentos pesquisados estão diretamente ligados à falta de saneamento básico, com a presença de esgotos a céu aberto, percentual muito elevado de fossas negras, ausência ou precariedade de coleta de lixo, grande incidência de processos erosivos provocados por construções em locais inadequados e pela ausência ou ocupação irregular de áreas destinadas a drenagem natural das águas pluviais, planícies de inundação.

4.2. Meio Antrópico Zona Sul

Formada por sete bairros (Lagoa Nova, Nova Descoberta, Candelária, Capim Macio, Pitimbu, Neópolis e Ponta Negra) a Zona Sul de Natal é a terceira região mais populosa do município, com uma densidade demográfica de 39,01 hab/ha e população total de 155.882 habitantes, sendo o bairro de Nova Descoberta o mais denso com 79,66 hab/ha e o de Candelária o menos denso com 23,96 hab/ha. Ainda de acordo com o censo de 2000, o bairro mais populoso da Zona Sul é Lagoa Nova com 35.569 residentes.

Os bairros da Zona Sul reconhecidos pelo atual Plano Diretor como zonas adensáveis são Lagoa Nova e Nova Descoberta, ou seja, respectivamente o mais populoso e o mais denso. No que diz respeito às condições de moradia, a Zona Sul de Natal é a que apresenta as melhores condições, ocupando o terceiro lugar no número de domicílios improvisados e último lugar na média de moradores por domicílio, em torno de 3,81 pessoas por domicílio.

Tabela 07. Distribuição da população por bairros da Zona Sul de Natal

BAIRRO	ÁREA TOTAL (Ha)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE DEMOGRÁFICA (Hab./ha)	MÉDIA DE MORADORES POR DOMICÍLIO
Lagoa Nova	766,16	35.569	46,43	3,76
Nova Descoberta	156,67	12.481	79,66	3,85
Candelária	779,80	18.684	23,96	3,88
Capim Macio	438,13	20.522	46,84	3,58
Pitimbu	739,57	22.985	31,08	4,04
Neópolis	408,47	22.041	53,96	3,84
Ponta Negra	707,16	23.600	33,37	3,76
TOTAL	3.995,96	155.882	39,01	3,81

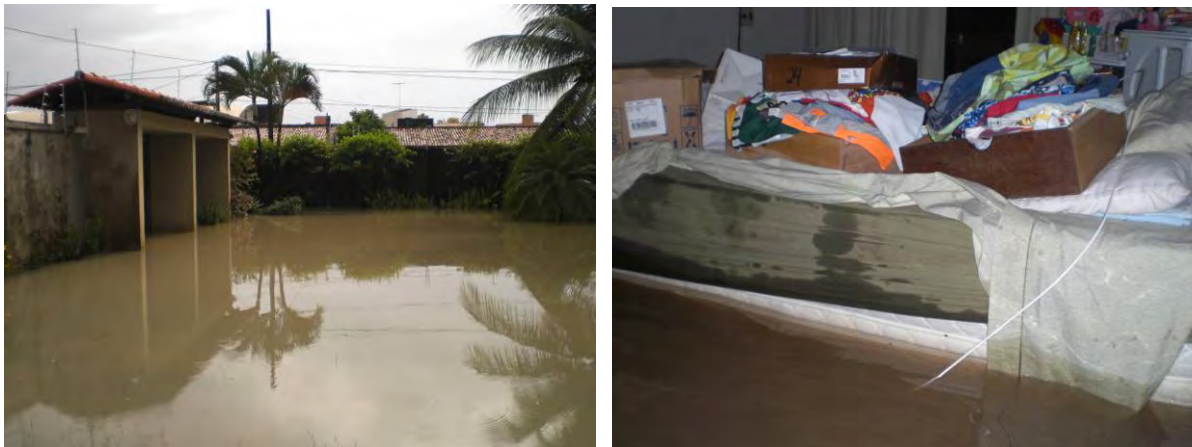
Fonte: SEMURB, Natal 2003 - conheça melhor a nossa cidade.

Associando-se a quantidade e a qualidade das intervenções antrópicas dentro da região administrativa sul de Natal, podem-se apreender aspectos determinantes para a qualidade ambiental da região e que refletem em toda a cidade.

As intervenções de ordem urbanística resultam, quase sempre, em inúmeros problemas ambientais, tais como as periódicas inundações em períodos chuvosos, como é o caso do bairro de Capim Macio, que mesmo sobre intervenção de projeto de drenagem recente, nas últimas chuvas ocorridas entre abril e agosto do ano de 2008, resultou na inundação de dezenas de residências com seus moradores, tido perdido praticamente todos os seus bens móveis.

As inundações resultam de um somatório de ações que juntas contribuíram enormemente para a não infiltração das águas da chuva, o não escoamento dessas águas para os locais de deságüe natural, etc.

Figura 77. Casa invadida pelo transbordamento das águas de uma lagoa de drenagem em construção no bairro de Capim Macio, abril/2008



Fonte: Start Consultoria, abr/2008.

Mas, Capim Macio não é o único bairro a sofrer com as águas das chuvas na Zona Sul. O bairro de Lagoa Nova também é tomado por constantes alagamentos que acometem a cidade do Natal, especialmente no entorno da antiga lagoa que deu nome ao bairro e que foi totalmente aterrada para ceder lugar ao Centro Administrativo da capital Potiguar. No local, as inundações são freqüentes e a lagoa temporariamente transborda as suas águas para o entorno causando transtornos para os moradores e passantes dos bairros adjacentes. O bairro de Neópolis, nas proximidades da lagoa de Pirangi, também em períodos de grandes chuvas, tem as ruas e avenidas tomadas pelas águas da lagoa.

Outro aspecto a ser considerado numa avaliação de impactos ambientais oriundos da ação antrópica na Zona Sul de Natal, diz respeito à ocupação parcial e irregular do campo de dunas hoje ocupado pelo Conjunto Sanvale. Contrariando a premissa de que em geral as áreas de risco são ocupadas apenas pela população de baixa renda, no Sanvale podem-se encontrar situações como a ilustrada na Figura 80, onde uma casa, longe de pertencer a um munícipe de baixa renda, foi construída muito próxima à borda de uma depressão natural e atualmente, encontra-se sob ameaça de desmoronamento devido aos deslocamentos de matéria provocados pelas últimas chuvas.

Figura 78. Da esquerda para a direita, imagens de depressão natural no Sanvale, encosta da depressão e casa edificada no topo da encosta com risco de desabamento



Fonte: Visita Técnica à Região Sul de Natal, Start, agosto/2008.

Ainda na região Sul de Natal, numa vista a partir do Parque da Cidade “Dom Nivaldo Monte”, tendo como pano de fundo a ZPA-2 pode-se observar o uso indevido de áreas ambientalmente frágeis. Vê-se que, para não terem suas casas desmoronadas juntamente com o material carreado pelas fortes chuvas, moradores adotaram o aterro como alternativa paliativa. Na Figura 81, se pode observar, além do aterro irregular, um caminhão coletor de entulho depositando Resíduos Sólidos da Construção Civil em terreno particular dentro da área da ZPA 01.

Figura 79. Aterro no Conjunto Sanvale para proteção de casas; e caminhão coletor de entulho depositando RCC em terreno particular. Foto tirada do Parque da Cidade



Fonte: Visita Técnica à Região Sul de Natal, Start, agosto/2008.

Além de todos os aspectos já mencionados, algo que merece destaque na Zona Sul é a ZPA-3, localizada no bairro de Pitimbu, que diz respeito ao leito do Rio Pitimbú, de extrema importância especialmente para a Zona Sul de Natal, por fazer parte da bacia do Rio Pirangi que tem suas águas distribuídas para boa parte da população dessa região. O Rio Pitimbú tem passado por um forte processo de degradação devido à retirada da mata ciliar do seu entorno, o que favorece a intensos processos de assoreamento da calha do rio, bem como da contaminação por material nitrogenado decorrente da carga orgânica que chega ao rio por meio de ligações clandestinas de esgoto doméstico, ocasionado pelo adensamento populacional na região sem a infra-estrutura adequada necessária para comportar o aumento dos lançamentos de esgotos feitos diretamente no rio.

Figura 80. Fotografias que registram o intenso processo de assoreamento do Rio Pitimbu na altura da BR 101, vizinho à construção de um grande empreendimento residencial



Fonte: Start Consultoria, 2008.

É notório que todos os impactos ambientais mencionados estão diretamente ligados a ação humana no entorno das áreas ambientalmente frágeis e que no município de Natal, são protegidas pela criação das ZPA's.

Na Zona Sul, além da ZPA-3, a ZPA-5 que corresponde à região de Lagoinha (Associação de Dunas e Lagoas do bairro de Ponta Negra), tem sofrido pressões de todas as naturezas, principalmente por parte dos grandes construtores que vislumbram erguer vistosos condomínios verticais com vistas a atender uma demanda estrangeira que tem realizado pesados investimentos em Natal.

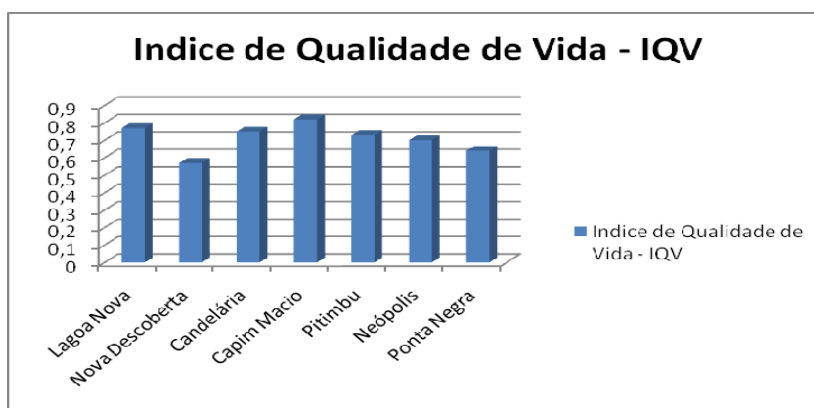
A região de Lagoinha representa uma importante área de infiltração e recarga do aquífero, e a liberação de construções sem projetos adequados pode representar um dos maiores impactos em se tratando de recursos hídricos/hidrológicos para a Zona Sul de Natal, com repercussão para grande parte da cidade.

Ainda no bairro de Ponta Negra, outra área protegida e que se tornou alvo das construtoras é ZPA-6, Morro do Careca e Dunas Associadas, que tem sido espremida em meio às construções erguidas nas suas proximidades, resultando em supressão de vegetação, diminuição da área de abrangência do morro, bem como do seu declive. Mas, a responsabilidade não se deve apenas aos grandes investidores, os próprios moradores do bairro têm a sua parcela de culpa, pois os impactos observados na área não se restringem apenas aos relacionados à degradação ambiental do Morro do Careca, esgotos de águas servidas lançados na praia, originados tanto das residências, quanto

dos equipamentos turísticos, bem como o grande volume de resíduos sólidos encontrados na faixa de praia conferem a Ponta Negra um aspecto de abandono e degradação ambiental em estágio avançado.

Um fato curioso é que apesar dos bairros da zona sul apresentar-se em posição privilegiada no que concerne à qualidade de vida da população (BARROSO, 2003), com 92,0% dos seus bairros apresentando IQV alto (Figura 83), é também a zona que apresenta um dos piores resultados em se tratando de esgotamento sanitário, com apenas 5,01% das residências atendida pelo sistema público de coleta e tratamento de efluentes líquidos domésticos, de acordo com levantamento feito pela SEMURB, a partir de dados do censo de 2000 e de dados da SEMOV.

Figura 81. Gráfico do Índice de Qualidade de Vida nos bairros da Zona Sul de Natal



Fonte: Elaboração própria baseado na Publicação “mapeando a qualidade de vida em Natal”.

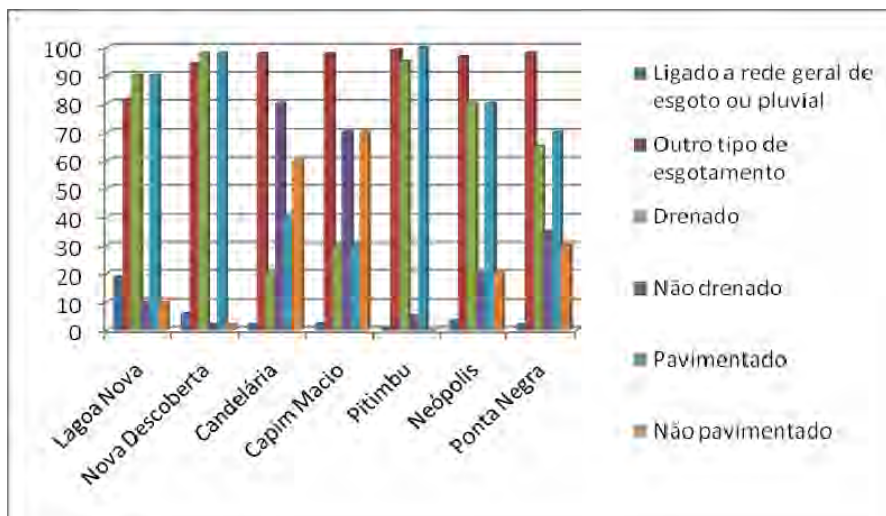
Com relação à pavimentação e drenagem na Zona Sul de Natal, a situação da região é considerada razoável, com uma média de 72,57% das ruas pavimentadas e 68,29% saneada, significando dizer que, principalmente com relação à drenagem, a região não deveria enfrentar tantos problemas de alagamentos e inundações.

Tabela 08. Percentuais de esgotamento, drenagem e pavimentação nos bairros da Zona Sul de Natal

BAIRRO	REDE GERAL DE ESGOTO OU PLUVIAL (%)		DRENAGEM (%)		PAVIMENTAÇÃO (%)	
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Lagoa Nova	18,67	81,33	90	10	90	10
Nova Descoberta	5,86	94,14	98	2	98	2
Candelária	2,13	97,87	20	80	40	60
Capim Macio	2,28	97,72	30	70	30	70
Pitimbu	0,84	99,16	95	5	100	00
Neópolis	3,33	96,67	80	20	80	20
Ponta Negra	1,98	98,02	65	35	70	30
TOTAL	5,01	94,99	68,29	31,71	72,57	27,43

Fonte: Elaboração própria com dados da SEMURB, Natal 2003 - conheça melhor a nossa cidade.

Figura 82. Gráfico dos percentuais de esgotamento, drenagem e pavimentação nos bairros da Zona Sul de Natal



Fonte: Elaboração própria com dados da SEMURB, Natal 2003 - conheça melhor a nossa cidade.

Além disso, no entorno dos bairros de Ponta Negra e Capim Macio, destaca-se a existência de quatro lagoas de captação duas das quais são aproveitadas na sua formação natural.

Figura 83. Lagoa de Drenagem Construída na

Figura 84. Lagoa natural conhecida como

antiga área do CTG



Lagoinha, ZPA 05



Fonte: Start Consultoria, ago/2008.

Figura 85. Lagoas de captação do sistema de drenagem de Capim Macio/Ponta Negra, Zona Sul de Natal



Fonte: Start Consultoria, ago/2008.

Isto posto, pode-se inferir que parte desses transtornos possivelmente têm sido agravados em decorrência de ações humanas que somadas aos fatores naturais são capazes de potencializar os desastres.

Figura 86. Foto tirada de área próxima a Lagoinha. Desmatamento de duna para construção de residência



Fonte: START, ago/2008.

4.3. Meio Antrópico Zona Leste

A zona Leste de Natal compreende doze bairros (Santos Reis, Rocas, Ribeira, Praia do Meio, Cidade Alta, Petrópolis, Areia Preta, Mãe Luiza, Alecrim, Barro Vermelho, Tirol e Lagoa Seca); duas ZPA's inteiras – ZPA -7 e ZPA-10, e um grande percentual da ZPA -2 (Parque das Dunas); além de 17 assentamentos subnormais do tipo 1.

Limitada ao Norte pelo estuário do Rio Potengi e ao Leste com o Oceano Atlântico, a Região Administrativa Leste de Natal apresenta uma dinâmica peculiar. Sendo a mais antiga do município e com usos territoriais bastante distintos, podendo ser verificado a larga exploração comercial, voltada para os mais variados tipos de comércio, além do uso residencial atendendo a uma demanda da população mais carente, especialmente nas áreas mais baixas e que se limitam com o rio e com o mar; e de uma população de poder aquisitivo mais elevado nos bairros mais altos, principalmente estabelecidos no Tirol e Petrópolis. A exceção a essa regra fica por conta dos grandes espigões erguidos no bairro de Areia Preta, onde na parte posterior dos prédios encontram-se casas antagonicamente com padrão arquitetônico mais simples e humilde.

Figura 87. Visão panorâmica de parte da Zona Leste de Natal



Fonte: Start Consultoria, ago/2008.

Uma breve análise da ação antrópica na região Leste de Natal permite inferir que há uma forte ligação entre essa ação e as atividades sócio-econômicas desenvolvidas nos bairros que integram esta região administrativa, bem como a qualidade das intervenções nas áreas protegidas inseridas na região.

Nos bairros ribeirinhos, especialmente Santos Reis, Rocas e Ribeira onde a população residente aproxima-se de 20.000 pessoas e a densidade chega a quase 80 hab/ha, as condições de moradia são bastante precárias e as residências apresentam uma média de 4,06 moradores por domicílio. A atividade pesqueira ainda largamente utilizada como meio de subsistência da população local, divide espaço com a atividade portuária e outras atividades comerciais.

A população residente nestes bairros, visivelmente carentes, enfrenta problemas das mais diversas ordens, tais como a precariedade de serviços básicos como educação, saúde, saneamento básico, infra-estrutura de uma forma geral; e por sua vez, contribui imensamente com os impactos ambientais negativos identificados no entorno, particularmente, da ZPA-8, com o despejo de esgoto direto no estuário do Rio Potengi, contribuição através de algumas atividades, para o assoreamento de trechos do rio, ocupação indevida das margens do rio com construção de residências precárias, poluição

e degradação dos mangues pelo depósito de resíduos sólidos e dejetos resultantes de suas atividades diárias.

Tabela 09. Distribuição da população por bairros da Zona Leste de Natal

BAIRRO	ÁREA TOTAL (Ha)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE DEMOGRÁFICA (Hab/ha)	MÉDIA DE MORADORES POR DOMICÍLIO
Santos Reis	161,07	6.820	42,34	4,53
Rocas	66,10	10.525	159,23	4,10
Ribeira	60,50	2.110	34,88	3,54
Praia do Meio	48,93	4.193	85,69	3,62
Cidade Alta	94,10	6.692	71,12	3,60
Petrópolis	77,63	5.105	65,76	3,30
Areia Preta	30,57	2.652	86,75	3,77
Mãe Luiza	96,93	16.058	165,67	4,43
Alecrim	309,37	32.356	104,59	3,71
Barro Vermelho	94,70	8.145	86,01	3,74
Tirol	366,76	14.799	40,35	3,56
Lagoa Seca	59,83	6.651	111,16	3,86
TOTAL	1.466,49	116.106	79,17	3,83

Fonte: SEMURB, Natal 2003 - conheça melhor a nossa cidade.

Nos bairros tradicionalmente comerciais da Zona Leste, Alecrim e Cidade Alta, os problemas enfrentados dizem respeito prioritariamente ao elevado índice de impermeabilidade do solo, além da grande quantidade de resíduos sólidos jogados direto nas ruas e avenidas, pela própria população residente, somada aquela que frequenta os bairros, tanto para trabalhar quanto para consumir os produtos oferecidos pelo grande comércio popular. Como resultado dessas atividades pode-se mencionar o entupimento dos bueiros e bocas de lobo pelo lixo e conseqüente alagamento dos bairros em períodos de chuvas constantes.

Da mesma forma, os bairros de Barro Vermelho e Lagoa Seca enfrentam problemas de alagamento nos períodos de chuva devido ao elevado índice de impermeabilidade do solo, especialmente o bairro de Lagoa Seca, que foi todo edificado, num local onde anteriormente existia uma lagoa, daí a origem do nome, e que em períodos de chuvas mais intensas, ressurgem dando espaço às inundações localizadas.

Nos bairros lindeiros (Praia do Meio e Areia Preta), os impactos ambientais negativos causados pela ação antrópica não são diferentes dos impactos mencionados anteriormente. O diferencial é que não apenas observam-se esgotos sendo despejados direto nas praias, oriundos das residências mais carentes, bem como são observadas ações que estão em desacordo com os padrões urbanísticos e ambientais, decorrentes dos grandes edifícios ali construídos, residência das pessoas mais abastadas da cidade, resultando na poluição das águas das praias urbanas, tornando-as impróprias para banho. Deve-se levar em consideração ainda o fato de que tais construções estão sendo erguidas nas encostas das dunas adjacentes ao Farol de Mãe Luiza, uma área pertencente a Zona de Proteção Ambiental 10.

No bairro do Tirol, nos limites da ZPA-2 - Parque das Dunas, os impactos causados pela população são menos visíveis, considerando que existe uma vasta faixa amparada pela área de abrangência do exército, e onde a população civil não tem acesso. Entretanto, o mesmo não se pode dizer da Lagoa Manoel Felipe, também no bairro do Tirol, que antigamente era utilizada como fonte de água para abastecimento público. Atualmente, além de ter a sua área limitada pela ocupação urbana, a Lagoa Manuel Felipe encontra-se com suas águas impróprias para utilização devido a grande quantidade de esgotos lançados direto no manancial resultando em mortandade de peixes e exalação de odores incômodos à população.

Juntamente com a Lagoa Manoel Felipe, o canal do Baldo foi, durante muitos anos, a principal fonte de abastecimento d'água da população natalense, tendo hoje o seu curso totalmente retificado e deteriorado, limitando-se a um córrego que transporta as águas poluídas da lagoa e de todos os canais que nele deságuam para o estuário do Potengi.

Figura 88. Vista panorâmica da Lagoa Manoel Felipe, Tirol



Figura 89. Canal do Baldo



Fonte: Start Consultoria, ago/2008.

Já no bairro de Mãe Luiza, os impactos são facilmente percebidos através das construções irregulares em áreas limítrofes ao Parque das Dunas, que por vezes invadem as dunas da Unidade de Conservação Estadual com supressão total da vegetação nativa, indispensável à manutenção da biodiversidade local.

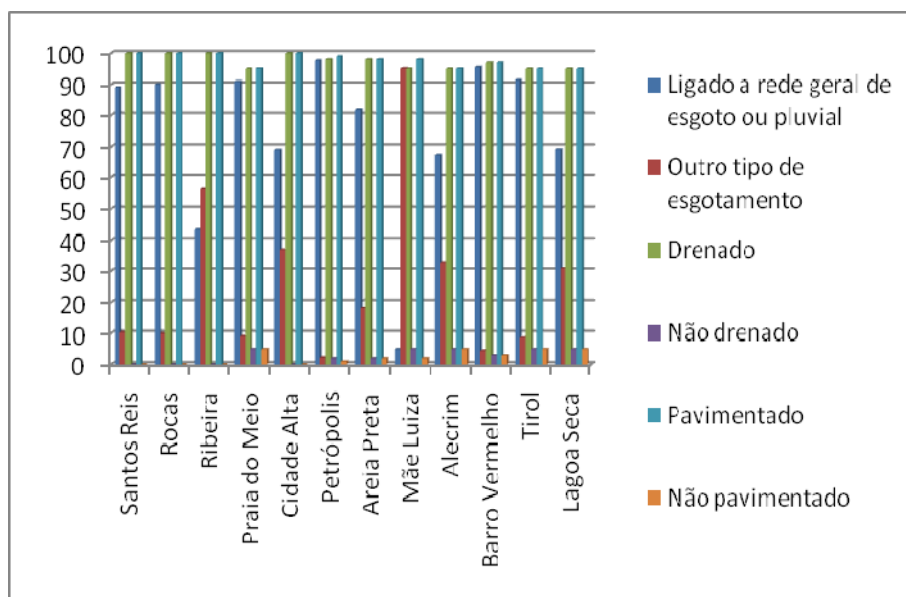
A leitura das informações referentes aos esgotamentos sanitários, drenagem e pavimentação dos bairros da Zona Leste de Natal, fornece resultados que em certa medida parecem contraditórios, especialmente em períodos chuvosos, quando a grande maioria dos bairros sofrem com os problemas de alagamentos. A zona Leste é a região de Natal que apresenta o maior percentual de domicílios ligados a rede geral de esgoto, além do maior percentual de drenagem e pavimentação, podendo este último ser considerado um fator agravante, visto que a pavimentação promove a impermeabilização parcial e total do solo, com redução das áreas permeáveis, o que impede a rápida infiltração das águas das chuvas e favorece a ocorrência de *run off*.

Tabela 10. Percentuais de esgotamento, drenagem e pavimentação nos bairros da Zona Leste de Natal

BAIRRO	REDE GERAL DE ESGOTO OU PLUVIAL (%)		DRENAGEM (%)		PAVIMENTAÇÃO (%)	
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Santos Reis	89,10	10,3	100	00	100	00
Rocas	90,10	9,9	100	00	100	00
Ribeira	43,37	56,63	100	00	100	00
Praia do Meio	90,96	9,04	95	5	95	5
Cidade Alta	69,04	36,96	100	00	100	00
Petrópolis	97,73	2,27	98	2	99	1
Areia Preta	81,83	18,17	98	2	98	2
Mãe Luiza	4,94	95,06	95	5	98	2
Alecrim	67,27	32,73	95	5	95	5
Barro Vermelho	95,48	4,52	97	3	97	3
Tirol	91,43	8,57	95	5	95	5
Lagoa Seca	69,14	30,86	95	5	95	5
TOTAL	66,58	26,25	97,33	2,67	97,67	2,33

Fonte: Elaboração própria com dados da SEMURB, Natal 2003 - conheça melhor a nossa cidade.

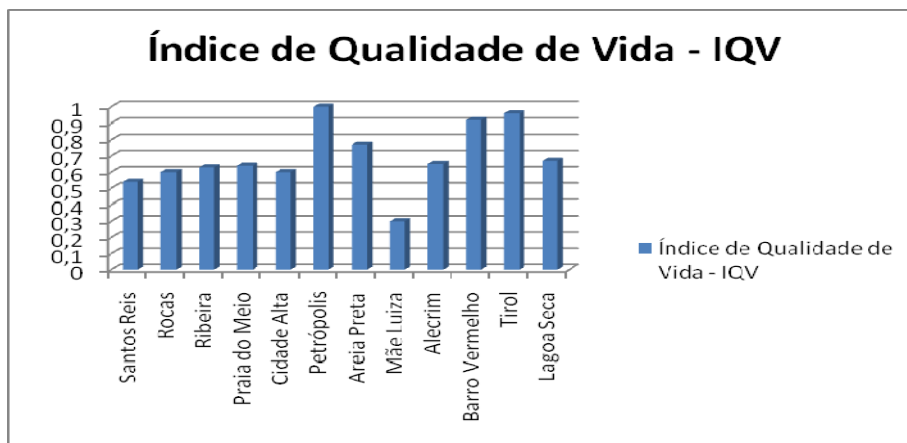
Figura 90. Gráfico dos percentuais de esgotamento, drenagem e pavimentação nos bairros da Zona Leste de Natal



Fonte: Elaboração própria com dados da SEMURB, Natal 2003 - conheça melhor a nossa cidade.

Outro aspecto que parece contraditório, principalmente considerando que a maior concentração de pessoas está justamente distribuída entre os bairros mais pobres da região é o fato da Zona Leste apresentar o maior IQV, segundo Barroso (2003).

Figura 91. Índice de Qualidade de Vida, por bairros da Região Administrativa Leste



Fonte: Elaboração própria baseado na Publicação “mapeando a qualidade de vida em Natal”

4.4. Meio Antrópico Zona Oeste

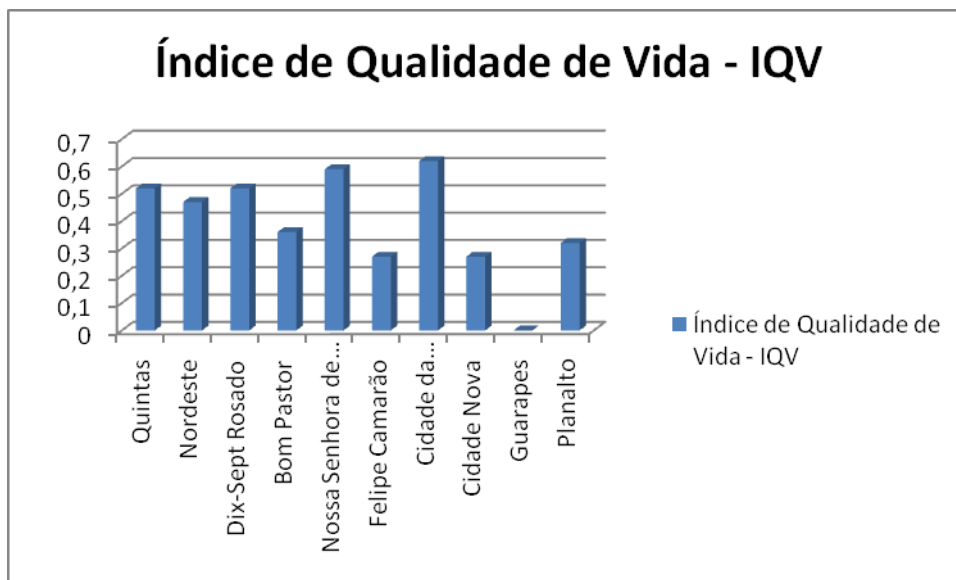
Dos dez bairros (Quintas, Nordeste, Dix-Sept Rosado, Bom Pastor, Nossa Senhora de Nazaré, Felipe Camarão, Cidade da Esperança, Cidade Nova, Guarapes e Planalto) que integram a Zona Oeste de Natal, o bairro de Dix-Sept Rosado é o mais denso com 144,93 hab/ha e o menos denso é Guarapes, com uma média de 10,81 hab/ha. Do ponto de vista socioeconômico, os bairros da região Oeste da capital norte-riograndense são os mais carentes. As condições de moradia na grande maioria dentre os dez bairros são bastante precárias, apresentando as maiores médias de moradores por domicílio (variando de 3,99 à 4,30 com média geral de 4,12 moradores por domicílio). É na Zona Oeste também que residem as pessoas com os piores índices de qualidade de vida – IQV – segundo Barroso (2003) e onde encontram-se o maior número de assentamentos subnormais, são 22.

Tabela 11. Distribuição da população por bairros da Zona Oeste de Natal

BAIRRO	ÁREA TOTAL (HÁ)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE DEMOGRÁFICA (HAB/HÁ)	MÉDIA DE MORADORES POR DOMICÍLIO
Quintas	212,47	29.751	140,02	3,99
Nordeste	233,23	11.436	49,03	4,10
Dix-Sept Rosado	111,37	16.141	144,93	4,04
Bom Pastor	319,90	17.984	56,22	4,06
Nossa Senhora de Nazaré	142,40	15.623	109,71	4,01
Felipe Camarão	663,40	45.907	69,20	4,24
Cidade da Esperança	182,90	20.235	110,63	4,24
Cidade Nova	273,07	15.778	57,78	4,09
Guarapes	778,42	8.415	10,81	4,30
Planalto	501,71	14.314	20,53	4,15
TOTAL	3.418,87	195.584	57,21	4,12

Fonte: SEMURB, Natal 2003 - conheça melhor a nossa cidade.

Figura 92. Índice de Qualidade de Vida, por bairros da Região Administrativa Oeste



Fonte: Elaboração própria baseado na Publicação “mapeando a qualidade de vida em Natal”

As Zonas de Proteção Ambiental existentes na Zona Oeste de Natal são as ZPA – 4, que abrange os bairros de Felipe Camarão, Guarapes e Planalto; a ZPA – 8, que

margem o estuário do Rio Potengi, cruzando os bairros das Quintas, Nordeste, Bom Pastor, Felipe Camarão e Guarapes; e parte da ZPA-1, que adentra o bairro de Cidade Nova e Nova Cidade.

Do ponto de vista ambiental, as áreas compreendidas por ZPA's nesta região são consideradas extremamente frágeis, visto serem constituídas por complexos de cordões dunares fixos/semi-fixos e importantes áreas de recarga do aquífero subterrâneo, daí a necessidade de proteção, especialmente se estão inseridas em regiões periféricas, onde *a priori* as populações são mais carentes e a infra-estrutura básica é quase inexistente.

O bairro de Cidade Nova é um exemplo típico das características mencionadas acima, compreendendo parte da ZPA-1, o bairro é formado basicamente por favelas, onde nas vielas de acesso aos diversos locais do bairro, os esgotos a céu aberto dividem espaço com as pessoas e os resíduos produzidos são incorporados aos barracos (vide Figura 95).

Figura 93. Barraco construído de papelão e restos de outros materiais em área de abrangência da ZPA-1 e grande quantidade de resíduos sólidos



Fonte: Visita Técnica à Região Oeste de Natal, Start, agosto/2008.

Em Cidade Nova, as moradias subnormais surgem a todo instante junto às encostas das dunas que fazem parte da ZPA – 01, aonde a supressão da cobertura

vegetal vai dando lugar à construção de casas, ruelas e calçadas, recebendo definitivamente o aval da prefeitura como incentivo as construções irregulares.

Figura 94. Moradias subnormais crescem sob as dunas da ZPA – 01, gerando um forte contraste com a área protegida, que aos poucos vai sendo degradada



Fonte: Visita Técnica à Região Oeste de Natal, Start, agosto/2008.

Outro fato peculiar na Zona Oeste de Natal, resultante da ação imprudente do homem foi observado em diversas construções erguidas junto ao muro que protege uma lagoa de captação de águas pluviais construída na comunidade pela SEMOV. Nesta localidade, os moradores se utilizaram das vigas do muro como suporte à construção de suas próprias casas. Da mesma maneira foi observado no Campo Dunar dos Guarapes, ZPA - 04.

Não menos importantes do que os aspectos destacados, estão os impactos causados a ZPA – 08 e seu entorno, onde os maiores problemas, sem sombra de dúvidas estão associados ao lançamento de esgotos e detritos, tanto industriais quanto residenciais nas águas do Rio Potengi. Ademais, a ação da população limítrofe ao rio tem causado o assoreamento de algumas áreas, retirada da mata ciliar, destruição do mangue, etc.

Apesar de considerado inexpressivo por Medeiros (2001), o Riacho das Quintas, durante muitos anos deteve o *status* de corpo d'água de grande importância naquela comunidade. Lá as mulheres retiravam água para fins de consumo humano, dessedentação, uso doméstico e também para lavar suas roupas. Entretanto, a ocupação das margens do riacho, limitando o espaço ocupado pelas suas águas e poluição

completa por despejo de esgotos e deposição de lixo tornaram os riacho das quintas num grande esgoto a céu aberto.

Figura 95. Imagens da Lagoa de Captação no bairro de Cidade Nova, onde as vigas de sustentação do muro do entorno da lagoa foram utilizadas também para dar sustentação às casas construídas coladas ao muro



Fonte: Visita Técnica à Região Oeste de Natal, Start, agosto/2008.

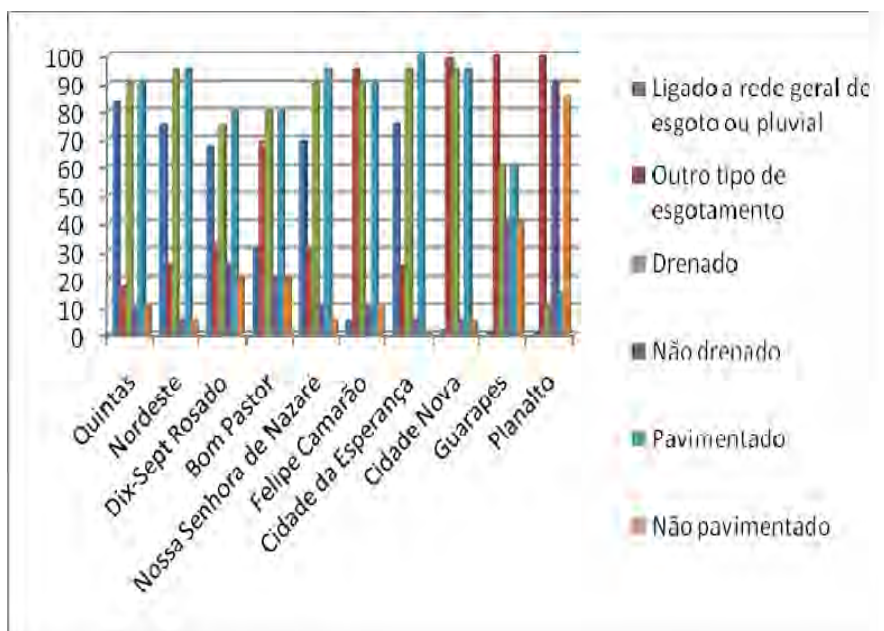
Contraditoriamente à realidade encontrada na maioria dos bairros da Zona Oeste de Natal, esta foi à região que apresentou o segundo melhor percentual tanto de quantidade de domicílios ligados a rede geral de esgotamento, significando que 40,85% dos esgotos da região Oeste estão sendo lançados na rede geral com a perspectiva de tratamento; os percentuais de drenagem e pavimentação também ficaram em segundo lugar dentre os melhores índices.

Tabela 12. Percentuais de esgotamento, drenagem e pavimentação nos bairros da Zona Oeste de Natal

BAIRRO	REDE GERAL DE ESGOTO OU PLUVIAL (%)		DRENAGEM (%)		PAVIMENTAÇÃO (%)	
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Quintas	83,07	16,93	90	10	90	10
Nordeste	75,16	24,84	95	5	95	5
Dix-Sept Rosado	67,45	32,55	75	25	80	20
Bom Pastor	30,94	69,06	80	20	80	20
Nossa Senhora de Nazaré	69,10	30,9	90	10	95	5
Felipe Camarão	5,00	95	90	10	90	10
Cidade da Esperança	75,65	24,35	95	5	100	00
Cidade Nova	1,30	98,70	95	5	95	5
Guarapes	0,36	99,64	60	40	60	40
Planalto	0,50	99,50	10	90	15	85
TOTAL	40,85	59,15	78	22	80	20

Fonte: Elaboração própria com dados da SEMURB, Natal 2003 - conheça melhor a nossa cidade.

Figura 96. Gráfico dos percentuais de esgotamento, drenagem e pavimentação nos bairros da Zona Oeste de Natal



Fonte: Elaboração própria com dados da SEMURB, Natal 2003 - conheça melhor a nossa cidade.

4.5. Meio Antrópico Zona Norte

A população de 244.743 habitantes residentes na Zona Norte de Natal está desigualmente distribuída pelos sete bairros, legalmente reconhecidos pela Lei Nº 4.328/94 (Lagoa Azul, Pajuçara, Potengi, Nossa Senhora da Apresentação, Redinha, Igapó e Salinas) que por sua vez estão subdivididos por uns sem-números de loteamentos e muitos conjuntos habitacionais. O número de habitantes da Zona Norte confere a ela o título da região mais populosa da capital norte-riograndense. Com relação à densidade demográfica, a Zona Norte ocupa apenas o terceiro lugar, com uma densidade demográfica de 42,43 hab/ha, ficando atrás das Zonas Leste e Sul, respectivamente. O bairro mais populoso da Zona Norte é Nossa Senhora da Apresentação com 56.522 residentes e o bairro mais denso é Igapó com 125,30 hab/ha.

Tabela 13. Distribuição da população por bairros da Zona Natal

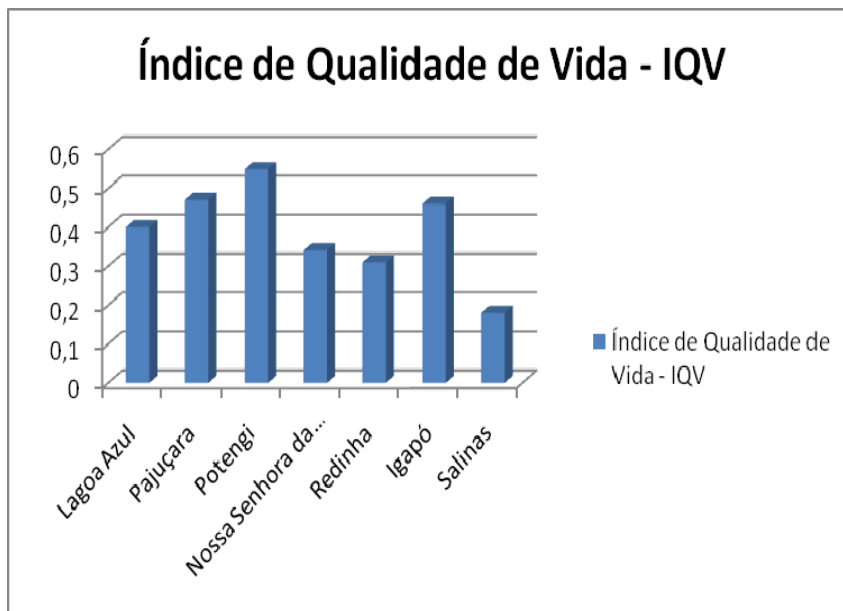
BAIRRO	ÁREA TOTAL (HÁ)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE DEMOGRÁFICA (HAB/HÁ)	MÉDIA DE MORADORES POR DOMICÍLIO
Lagoa Azul	1.299,90	50.413	38,78	4,12
Pajuçara	776,43	42.130	54,26	4,01
Potengi	824,31	56.259	68,25	4,13
Nossa Senhora da Apresentação	1.026,40	56.522	55,07	4,03
Redinha	786,86	11.504	14,62	4,38
Igapó	215,73	27.032	125,30	3,97
Salinas	839,03	883	1,05	4,35
TOTAL	5.768,66	244.743	42,43	4,08

Fonte: SEMURB, Natal 2003 - conheça melhor a nossa cidade.

É também na zona Norte encontram-se, juntamente com alguns bairros da zona Oeste, os piores IQV's do município. Dos sete bairros que constituem esta zona administrativa da cidade do Natal, 06 (seis) apresentaram IQV inferior a 0,5; essa informação é ratificada pela quantidade de favelas existentes nesta região: são 20 assentamentos subnormais distribuídos prioritariamente entre os bairros de Lagoa Azul,

Nossa Senhora da Apresentação e Redinha, os quais apresentaram consecutivamente IQV de 0,4; 0,34 e 0,31.

Figura 97. Índice de Qualidade de Vida, por bairros da Região Administrativa Norte



Fonte: Elaboração própria baseado na Publicação “mapeando a qualidade de vida em Natal”

No zoneamento da Zona Norte, foram criadas duas Zonas de Proteção Ambiental, quais sejam a ZPA – 08, que margeia o Estuário do Rio Potengi e as salinas da margem esquerda do rio, além dos bairros de Igapó e Salinas; e a ZPA – 09, que cruza os bairros de Lagoa Azul, Pajuçara e Redinha, compreendendo um complexo de Lagoas e Dunas ao longo do Rio Doce.

Considerando-se, para efeito de avaliação dos impactos antrópicos na Zona Norte, as intervenções observadas no entorno das ZPA’s, pode-se inferir que os diferentes usos adotados no entorno das duas Zonas podem igualmente causar grandes impactos. Num âmbito mais restrito, à população local, e numa visão mais ampla à população das demais regiões da capital.

No entorno da ZPA-8, no lado Norte da cidade, a degradação ambiental pode ser vista por qualquer observador que olha para o Rio Potengi, da altura do supermercado Atacadão em direção aos bairros ribeirinhos da Zona Leste. Neste trecho o traçado do rio apresenta-se completamente diferente de outrora; os tanques utilizados para a criação de

camarão não disfarçam a ação impiedosa do homem no estuário do recurso hídrico mais importante da cidade (Figura 100). Isso sem mencionar o desmatamento e poluição dos mangues.

Figura 98. Vista parcial dos tanques de carcinocultura localizados próximo ao conjunto Panorama, bairro de Salinas



Fonte: Start Pesquisa, out/2008

O maior exemplo de crime ambiental enfrentado pelo Rio Potengi e conhecido pelos natalenses aconteceu em 2007 e resultou do lançamento descontrolado de esgotos *in natura* por uma empresa imunizadora de fossas, matando, segundo estimativas do órgão ambiental do estado, cerca de 40 mil toneladas de peixes e crustáceos, o que findou por suspender durante muito tempo a atividade pesqueira artesanal, meio de sobrevivência de centenas de ribeirinhos.

Na ZPA – 09, mais precisamente no bairro de Lagoa Azul, numa comunidade conhecida como Gramorezinho, o solo tem sido destinado já há algum tempo ao plantio de hortaliças e demais hortifrutigranjeiros, que provem o sustento de grande parte das famílias que vivem no local e dão conta de abastecer três grandes redes de supermercados da cidade, além de pequenos mercadinhos da própria região. O que pode representar um risco, em caso de utilização de agrotóxicos, pois o risco de infiltração e

transporte pelo Rio Doce é bastante elevado, como atesta o Relatório de Avaliação Ambiental da Av. Moema Tinoco (SEMOV, 2008).

Não se pode deixar de mencionar que interligado ao sistema hídrico do Rio Doce, existe uma série de lagoas naturais, especialmente as Lagoas de Pajuçara e Gramoré que apresentam seus fluxos hidrológicos ligados àquele rio, e que são de extrema importância para a recarga do aquífero associado às dunas da região. Contudo, a vida nessas lagoas encontra-se absolutamente ameaçada devido à ocupação desordenada de suas margens por construções de residências e o lançamento de efluentes advindos das indústrias do Distrito Industrial de Natal, alterando as condições dessas lagoas.

Figura 99. Invasões das margens e lançamento de esgotos são dois dos principais problemas ambientais que acometem a qualidade das águas da Lagoa Azul



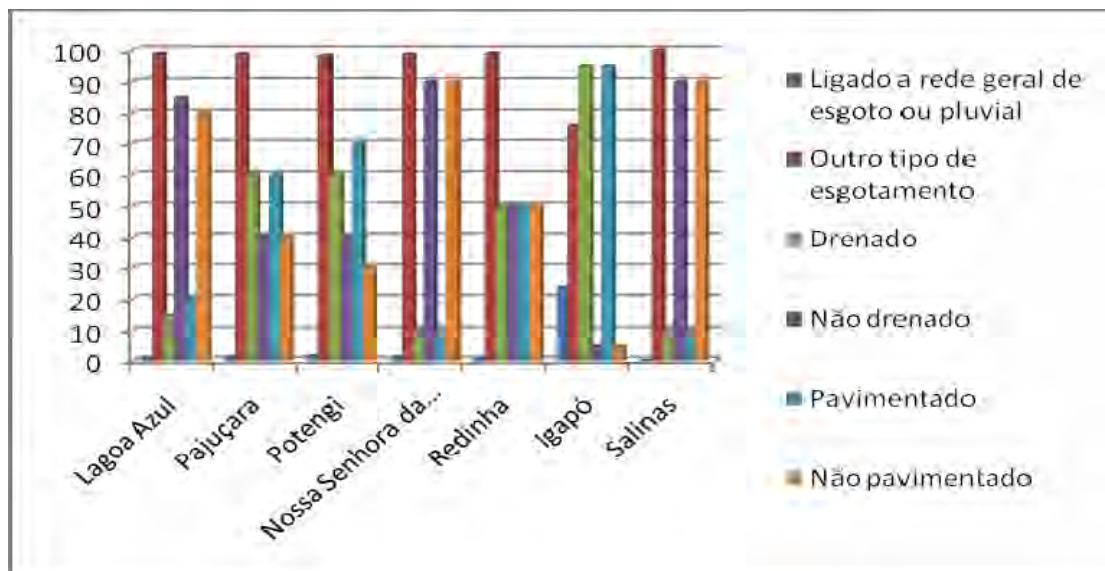
Fonte: Start Pesquisa, out/2008

Tabela 14. Percentuais de esgotamento, drenagem e pavimentação nos bairros da Zona Norte de Natal

BAIRRO	REDE GERAL DE ESGOTO OU PLUVIAL (%)		DRENAGEM (%)		PAVIMENTAÇÃO (%)	
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Lagoa Azul	1,01	98,99	15	85	20	80
Pajuçara	1,19	98,81	60	40	60	40
Potengi	1,62	98,38	60	40	70	30
Nossa Senhora da Apresentação	1,25	98,75	10	90	10	90
Redinha	1,0	99,0	50	50	50	50
Igapó	23,86	76,14	95	5	95	5
Salinas	0,00	100	10	90	10	90
TOTAL	4,28	95,72	42,86	57,14	45	55

Fonte: Elaboração própria com dados da SEMURB, Natal 2003 - conheça melhor a nossa cidade.

Figura 100. Gráfico dos percentuais de esgotamento, drenagem e pavimentação nos bairros da Zona Norte de Natal



Fonte: Elaboração própria com dados da SEMURB, Natal 2003 - conheça melhor a nossa cidade.

É importante destacar ainda, que além dos impactos observados nas proximidades das ZPA's, na Zona Norte os impactos mais visíveis estão todos diretamente ligados às áreas de assentamento subnormais, a exemplo do assentamento José Sarney, no

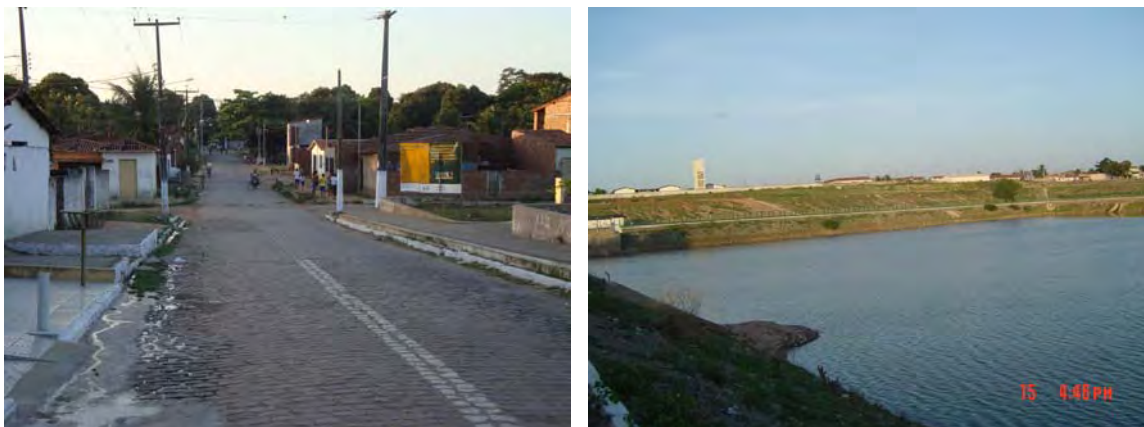
Potengi, onde ainda consta a placa registrando os trabalhos de pavimentação e drenagem às margens da lagoa, que com as chuvas ocorridas no mês de agosto de 2008, fizeram a lagoa transbordar alagando dezenas de casas construídas na área de abrangência. Ressalta-se ainda o fato destas casas terem sido construídas em local impróprio visto que é uma área característica de inundações.

Figura 101. No mês de Julho de 2008, a Lagoa José Sarney transbordou e inundou diversas ruas do bairro de Pajussara, invadindo casas e gerando muitos prejuízos



Fonte: Start Pesquisa, ago2008

Figura 102. Em outubro do mesmo ano, a equipe do PDDMA retornou à Lagoa José Sarney, que recuou suas águas à um nível seguro e dentro de seus limites



Fonte: Start Pesquisa, out/2008

5. ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

5.1. Impactos Ambientais na Zona Norte

O Meio Físico é um conjunto de subsistemas ambientais diferentes entre si, interligados por fluxos complexos constituindo um sistema em seqüência e em relativo equilíbrio dinâmico. Na condição de um sistema, o Sistema Natural está em constante mecanismo de retroalimentação (feedback) de suas variáveis, sempre objetivando seu equilíbrio²².

O homem atua neste Sistema com um elemento desagregador, devido sua capacidade de influenciar nas trocas de fluxos energéticos entre os sistemas e os subsistemas entre si. Esta intervenção antrópica sobre as trocas de fluxos energéticos dos sistemas e subsistemas findam por dificultar os processos de retroalimentação entre os elementos constituintes de cada subsistema, gerando impactos diretos sobre a qualidade ambiental do meio.

Na Zona Norte de Natal, fonte deste estudo, são encontrados um conjunto interligado de subsistemas, os quais constituem sistemas em si mesmo: Sistema Lacustre, Sistema Dunar, Sistema Fluvial, Sistema Flúvio marinho, Sistema Biótico, Sistema Climático etc. Cada um destes subsistemas é constituinte de um ecossistema de grande fragilidade ambiental, do qual o homem é agente preponderante na transformação da paisagem e o maior prejudicado pelos passivos por ele gerados.

As intervenções humanas na área *in situ* têm gerado uma série de impactos de ordem direta e indireta ao meio físico, comprometendo a qualidade dos meios bióticos e abióticos que subsistem nestes sistemas.

Com base na definição elaborada neste Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas pluviais (PDDMA), a Zona Norte de Natal foi subdividida, para fins de análise, em 06 (seis) Sub-bacias de drenagem, que terão seus impactos ambientais aqui descritos em separado e analisados considerando as interligações dos subsistemas que a constituem.

²² Para Christofolletti (1980, p.07), o conceito de equilíbrio significa que “materiais, processos e a geometria do modelado, compõem um conjunto auto-regulador, sendo que toda forma é o produto do ajustamento entre materiais e processos”.

Tabela 15. Sub-bacias de drenagem identificadas no levantamento do Núcleo Gestor do PDDMA

Bacias		Área (ha)	
		Abertas	Fechadas
I	Rio Doce	617,5	
II	Lagoa Azul	2.417,1	
III	Lagoa de Extremoz	100,2	
IV	Rio Golandim	181,5	
V	Redinha	108,2	
VI	Rio Potengi/Salinas	885,4	
Total Zona Norte		4.309,9	

Fonte: PDDMA, 2008.

5.1.1. Bacia de Drenagem do Rio Doce

Esta Bacia compreende toda a área da Zona de Proteção Ambiental 09 – Rio Doce, que abrange parte dos bairros de Pajussara e Lagoa Azul além das comunidades ribeirinhas da África e Gramorezinho, constituindo uma das áreas de maior conflito sócio-ambiental da Zona Norte de Natal.

Apesar de sua relativa importância no que compete à irrigação para produção de alimentos na comunidade de Gramorezinho e Pajussara, a bacia hidrográfica do Rio Doce tem sofrido, como a grande maioria das bacias hidrográficas do estado, com os mais diversos tipos de impacto gerados pela ocupação humana desordenada de seus vales e pela falta de cuidado com as práticas agrícolas ali adotadas.

Bastos e Freitas (2007, p.24) admitem que “o desenvolvimento da sociedade organizada e da agricultura sempre esteve vinculada ao controle da água, especialmente para a irrigação”, e concluem dizendo que “[...] as intervenções nesses sistemas são efetuadas de forma inadequada em todo o mundo, principalmente no que diz respeito ao uso do solo”.

São diversos os benefícios econômicos e sociais que explicam a interferência humana nos ciclos hidrológicos, além de ser relativamente simples realizar modificações de grande porte que afetem imensamente o funcionamento do sistema como um todo (BASTOS; FREITAS, 2007, p.24).

A utilização indiscriminada de fertilizantes e agrotóxicos pelos agricultores locais, associados à existência de currais e pocilgas em suas margens, tem possibilitado as águas do Rio Doce receber uma carga muito grande de nutrientes. Esta carga orgânica extra nas águas do Rio Doce provoca um rápido desenvolvimento de plantas aquáticas (especialmente macrófitas), inicialmente de cianobactérias, ou “algas verde azuis”, as quais produzem substâncias tóxicas que podem afetar a saúde do homem e podem causar a mortalidade de animais e intoxicações, caracterizando assim, um ambiente tipicamente eutrofizado (TUNDISI, 2005, p.67-81).

A eutrofização de um corpo hídrico é o resultado do enriquecimento das águas com nutrientes de plantas, principalmente fósforo e nitrogênio que são despejados neste corpo hídrico de forma dissolvida ou particulada, e são transformados em partículas orgânicas e matéria viva vegetal pelo metabolismo das plantas.

Figura 103. A intensa descarga de nutrientes no Rio Doce tem contribuído para um processo de eutrofização das águas do rio, cuja rápida reprodução de macrófitas é um exemplo



Fonte: Start Consultoria, 2008.

Tundisi (2005, p. 70) lista quais são os principais efeitos da eutrofização em um corpo hídrico superficial ou subterrâneo, nos quais foram verificados, *in loco*, o florescimento de algas e crescimento intenso de plantas aquáticas (especialmente as

macrófitas), deterioração dos valores recreacionais do rio no trecho estudado e acentuada queda da biodiversidade e no número de espécies de plantas e animais.

O uso de agrotóxicos e fertilizantes nas culturas de hortifrutigranjeiros situadas as margens do Rio Doce, além de contribuir com o desenvolvimento dos processos de eutrofização de suas águas, promovem o comprometimento gradativo da qualidade dos solos da região, alterando suas características físico-químicas, comprometendo a continuidade e qualidade da produção agrícola, e a saúde da população produtora e da consumidora.

A ocupação antrópica da área de domínio das Planícies Fluvial e de Inundação, como é o caso da comunidade da África e de Gramorezinho, além dos prejuízos de ordem social (fruto de fenômenos de inundação decorrente das enchentes nos períodos de grandes precipitações), contribui sobremaneira para a poluição das margens do Rio Doce e para os processos de eutrofização de suas águas, devido ao intenso despejo de lixo e efluentes domésticos.

Aliado a todos os problemas já relatados, soma-se o constante processo de assoreamento do canal fluvial, decorrente dos processos erosivos gerados pela supressão da vegetação existente nas vertentes que antecedem a mata ciliar do rio, que por sua vez também foi parcialmente e/ou totalmente suprimida, bem como do escoamento (*runoff*) superficial originária da via carroçável existente (Figura 106).

A supressão da cobertura vegetal, sobretudo nas vertentes dos rios e lagoas naturais, como a do Sistema Lacustre Pajussara/Gramorezinho, possibilita uma redução na capacidade de infiltração dos solos nos períodos de grandes precipitações, desta forma favorecendo ao aumento no *runoff* e da densidade da água de drenagem. A elevação na capacidade abrasiva das águas precipitadas sob a superfície do solo saturado, aliado ao aumento no escoamento superficial junto às vertentes, possibilita a ocorrência de processos erosivos, onde o resultado é a formação de grandes ravinas e voçorocas e de desbarrancamentos dos taludes (Figura 107).

Figura 104. Supressão parcial e/ou total da vegetação sobre as vertentes possibilita aumento do escoamento superficial e ocorrência dos processos erosivos, com a abertura de sulcos e ravinas



Fonte: Start Consultoria, 2008.

Figura 105. Processos erosivos como a voçoroca (em primeiro plano) e o desbarrancamento ou escorregamento de taludes (segundo plano), permite o carreamento de toneladas de sedimentos para dentro do leito do canal fluvial do Rio Doce, provocando perda de solos e assoreamento do rio



Fonte: Start Consultoria, 2008.

Guerra (2005, p.187), dissertando sobre *Processos Erosivos, Impactos Ambientais e Conservação dos Solos*, faz algumas considerações pertinentes referentes aos impactos gerados pela erosão dos solos, sobretudo, em áreas objeto deste trabalho;

A erosão causa, quase sempre, uma série de problemas ambientais, em nível local ou até mesmo em grandes áreas. Por exemplo, o material que é erodido de uma bacia hidrográfica pode causar o assoreamento de rios e reservatórios. Além disso, as partículas transportadas pela água, em uma área agrícola, podem estar impregnadas de defensivos agrícolas e contaminar as águas dos rios. O desmatamento e a erosão dos solos podem provocar o desaparecimento de mananciais, bem como acentuar os efeitos das inundações (GUERRA, 2005, p.187).

Araújo, Almeida e Guerra (2007, p.77) argumentam que os processos erosivos superficiais são a resultante de três forças que podem atuar em conjunto ou separadamente, sendo elas as forças de arrasto, de impacto ou de tração, que agem em partículas individuais na superfície do solo. Os autores consideram o vento e a água como os principais agentes de erosão, sendo a gravidade a principal força condutora do movimento de massa.

O Quadro 10 traz um resumo dos principais impactos diretos e indiretos gerados na área de domínio da Planície Fluvial e Planície de Inundação em decorrência das atividades humanas desenvolvidas na área.

Quadro 10. Resumo dos impactos sobre a Planície Fluvial e Planície de Inundação

Unidade (*)	Processo sobre o meio físico	Impactos Diretos	Impactos Indiretos
Planície Fluvial – Planície de Inundação	Atividade hortifrutigranjeira	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da cobertura vegetal por supressão de mata ciliar; • Ocupação dos solos de aluvião; • Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos e fertilizantes; • Ocorrência de processos erosivos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Assoreamento do canal fluvial com possível ocorrência de enchentes; • Eutrofização das águas do Rio Doce com conseqüente mortandade de peixes e da fauna associada; • Comprometimento das características físico-químicas do solo;
	Edificação próxima ao canal fluvial com impermeabilização do solo;	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da cobertura vegetal por supressão de mata ciliar; • Ocorrência de processos erosivos; • Mudanças microclimáticas; 	<ul style="list-style-type: none"> • Assoreamento do canal fluvial com possível ocorrência de enchentes; • A diminuição de área permeável favorece a ocorrência de enchentes. • Modificação da qualidade físico-química da água do corpo hídrico receptor; • Formação de ilhas de calor.
	Deposição de lixo e emissão de efluentes em Canal Fluvial.	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da capacidade de escoamento da calha de drenagem do Rio Doce; • Atração de roedores e outros vetores de doenças; • Contaminação da biota flúvio-lacustre e aumento de populações bióticas específicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do risco de inundações; • Maior índice de ocorrência de doenças de veiculação hídrica e por contato com roedores e suas excretas; • Desequilíbrio biótico no sistema flúvio-lacustre.
	Retirada de areia para comércio ilegal e uso em edificações.	<ul style="list-style-type: none"> • Degradação das dunas locais; • Produção de buracos e crateras 	<ul style="list-style-type: none"> • Perda da qualidade cênico-paisagística do local; • Produção de locais atratores de depósitos de lixo e de resíduos de construção; • Perda da biodiversidade; • Proliferação de vetores de doenças infecto-contagiosas.

As dunas constituintes do cordão dunar marginal ao sistema lacustre de Pajussara e Gramoré atuam como filtros das águas precipitadas na área da bacia, e que findam por

abastecer as lagoas constituintes deste sistema lacustre. A vegetação que recobre estas dunas tem por finalidade fixar os sedimentos ali depositados, garantir a umidade e suprir a capa de húmus dos solos, além de evitar a ocorrência de *detachment* (trabalho de remoção) destes solos, seja pela ação erosiva da água das chuvas (através de *runoff*), seja por ação dos ventos.

Com o fim de ampliar a área agricultável próximo ao sítio Gramoré, frações de terra marginais a Av. Moema Tinôco, junto às dunas, tiveram sua cobertura vegetal removida para dar lugar ao cultivo de hortaliças. Apesar da diferença de cota entre a Av. Moema Tinôco e a franja das dunas, o cultivo das hortaliças se dá em nível, tomando por base a cota mais alta da Av. Moema Tinoco (Figura 108).

Associado ao uso de agrotóxicos nesta fração de solo próxima da Lagoa do Caboclo e de outras duas pequenas lagoas aflorantes situadas nas feições SE e NW da área cultivada, o projeto de capeamento asfáltico da Av. Moema Tinôco prevê em seu projeto de drenagem promover o destino de parte da drenagem da Av. Moema Tinôco mediante a construção de dois *rápidos* (calhas de drenagem). O projeto dos *rápidos* não contempla, no entanto, dissipadores de energia nem caixas de passagem e o efluente da rodovia é drenado *in natura* para os corpos receptores, elevando o risco de contaminação no sistema lacustre, do solo e dos produtos agrícolas do local.

Figura 106. Cultivo de hortaliças em nível ante o relevo local em desnível. Parte da drenagem da Av. Moema Tinoco tem seu lançamento previsto próximo a essa área



Fonte: Start Consultoria, 2008.

A ocupação espontânea desta fração de solo tem provocado uma série de impactos diretos sobre a área das dunas, sobretudo no que se refere à retirada da vegetação para uso de madeira como estacas, mourões, recobrimento dos telhados e no uso de lenha como fonte energética nas residências e no comércio em geral. Ainda destaca-se o uso da areia das dunas na construção das casas, possibilitando a abertura de crateras e de áreas propícias a novas invasões ou depósito de lixo e resíduos sólidos por parte da comunidade e de carroceiros (Figura 109).

No ato de extração de areia das dunas para o uso na construção de suas casas e preenchimento dos “jacás” utilizados na produção agrícola, a população finda por remover a base das dunas, possibilitando a ocorrência de processos erosivos, cuja figura do desmoronamento e deslizamento de terra são os mais comuns. Muitas das vezes, esses processos erosivos não levam apenas sedimentos e solo, bem como vem acompanhado de parcela da cobertura vegetal e da capa de húmus.

Figura 107. O corte de madeira e a deposição de lixo nas áreas de retirada de areia são alguns dos maiores impactos gerados ao Meio Ambiente pela comunidade e por extratores ilegais de areia



Fonte: Start Consultoria, 2008.

Nas frações da área onde são depositados lixo, o uso do fogo tem sido uma prática muito utilizada pelos moradores com o fim de reduzir o volume de resíduos depositados e evitar a proliferação de insetos. Porém, muitas vezes, o fogo avança sobre a mata protegida, em decorrência dos ventos, ampliando a área degradada sobre as dunas (Figura 110). O fogo destrói também o estoque de sementes depositadas sobre os solos, bem como o restolho e a capa protetora de húmus promovendo, desta forma, a desagregação dos sedimentos com prevalência de elementos quartzosos, elevando o potencial de ocorrência de processos erosivos, resultando em diminuição do teor de Matéria Orgânica do solo e a conseqüente perda de fertilidade física (perda de estrutura), química (redução da Capacidade de Troca Catiônica e da capacidade de retenção de água e nutrientes adsorvidos) e biológica (perda da capacidade de antibiose, expondo os vegetais a atuação livre de patógenos).

Essa situação de degradação leva os agricultores a mobilizarem doses maiores e mais freqüentes de adubos químicos. Estes por sua vez, desequilibram o balanço de sais do solo, resultando em processos que agravam a desestruturação física dos grumos, resultando assim, em incremento na perda de fertilidade física e redução da capacidade de infiltração, diminuição da capacidade de troca catiônica e aumento da suscetibilidade do solo aos processos erosivos superficiais e sub-superficiais.

O fogo também afugenta a fauna local, mata por intoxicação ou por queima diversas espécies, principalmente da micro e meso fauna e flora e compromete a diversidade dos ecossistemas constituintes da paisagem da ZPA – 09.

Figura 108. O uso do fogo na queima do lixo tem provocado vários focos de incêndio na mata fixadora das dunas, comprometendo o estoque de sementes e a manutenção da biodiversidade local



Fonte: Start Consultoria, 2008.

O Quadro 11 traz uma síntese dos impactos diretos e indiretos verificados na área de domínio do Cordão Dunar e das dunas associadas ao sistema lacustre de Lagoa Azul.

Quadro 11. Resumo dos impactos sobre o Cordão Dunar e dunas associadas

Unidade (*)	Processo sobre o meio físico	Impactos Diretos	Impactos Indiretos
Cordão dunar e dunas associadas	Atividade hortifrutigranjeira	<ul style="list-style-type: none"> • Desmatamento e queima da vegetação fixadora de dunas; • Contaminação do solo pelo uso de agrotóxicos e fertilizantes; 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosão eólica e pluvial decorrente das precipitações; poluição atmosférica com dispersão de partículas no ar; • Perda de fertilidade do solo física, química e biológica; • Comprometimento das características físico-químicas do solo.
	Capeamento asfáltico da Av. Moema Tinôco	<ul style="list-style-type: none"> • Desmatamento da vegetação fixadora de dunas • Movimentação de terra; • Impermeabilização dos solos; • Mudanças microclimáticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosão eólica e pluvial, poluição atmosférica com dispersão de partículas no ar; • Aterramento parcial das lagoas as margens da BR 101, poluição atmosférica com dispersão de partículas no ar; • Diminuição de área permeável; aumento do escoamento superficial e dos processos erosivos; Contaminação hídrica e dos solos decorrentes efluentes da drenagem; • Formação de ilhas de calor, aumento do desconforto térmico e mudança na circulação dos ventos

	Construção de residências	<ul style="list-style-type: none"> • Desmatamento da vegetação fixadora de dunas • Deposição irregular de lixo, resíduos sólidos e efluentes; • Queima de lixo e emissão de gases tóxicos; • Impermeabilização dos solos; • Mudanças microclimáticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosão eólica e pluvial, poluição atmosférica com dispersão de partículas no ar • Comprometimento das características físico-químicas do solo; • Comprometimento da qualidade do ar e poluição atmosférica; • Risco de incêndios florestais; • Diminuição de área permeável; • Aumento do escoamento superficial e dos processos erosivos; • Formação de ilhas de calor e aumento do desconforto térmico
--	---------------------------	---	--

O progressivo processo de supressão das matas que recobrem as dunas formadoras do cordão dunar, protetor das lagoas constituintes do Sistema Lacustre de Pajussara e Gramoré, tem permitido que em vários pontos de ocorrência de *runoff* ocorra processos erosivos superficiais, uma vez que os solos destas áreas apresentam alta suscetibilidade à erosão. Nesses pontos, a erosão começa a provocar o parcial assoreamento de algumas lagoas, ampliando as áreas de “praia” e propiciando o surgimento de futuras áreas de ocupação.

Para as obras de construção da Interseção de acesso da Av. Moema Tinoco à BR-101, está prevista a realização de movimentos de terra e terraplanagem junto a cinco lagoas que margeiam a BR-101 Norte e que deverão ter parte de suas áreas aterradas definitivamente, reduzindo sua área inundável (Figura 111).

Essa intervenção sobre a área inundável dessas lagoas sem que haja nenhuma obra de contenção de enchentes ou aprofundamento de seus leitos, pode provocar, nos períodos de grandes precipitações, o transbordamento destas lagoas com conseqüente ruptura da estrada junto a vertente que dá para a planície de inundação do Rio Doce, fato já ocorrido anteriormente em 1994 (Figura 112).

Figura 109. A retirada da cobertura vegetal nas dunas provoca o surgimento dos processos erosivos (a) que findam por assorear parcialmente as lagoas (b), possibilitando o uso destas novas áreas emersas (c)



Fonte: Start Consultoria, 2008.

Como a planície de inundação do Rio Doce se encontra em um nível topográfico inferior (10m x 7m) ao das lagoas e da Av. Moema Tinôco, a ocorrência de um novo transbordamento dessas lagoas pode ocasionar enchentes e alagamentos tanto na Av. Moema Tinoco quanto na comunidade de Gramorezinho, situado 1,5 km rio abaixo, como nas comunidades da África e redinha velha, situadas no baixo curso do rio.

FIGURA 110. Comparativo de uma mesma área em períodos distintos. Em primeiro plano, foto tirada no dia 20/05/2008, e em segundo plano foto tirada no dia 01/07/2008. Em destaque a mesma árvore



Fonte: Start Consultoria, 2008.

FIGURA 111. Em primeiro plano vê-se a área onde ocorreu o transbordamento com ruptura da estrutura da estrada em 1994. Em segundo plano observa-se o nível da água da Lagoa do Caboclo em comparação com o nível da Av. Moema Tinôco



Fonte: Start Consultoria, 2008.

O Quadro 12 apresenta um conjunto dos principais impactos, de ordem direta e indireta, a qual a Planície Lacustre está susceptível.

Quadro 12. Resumo dos impactos sobre a Planície Lacustre

Unidade (*)	Processo sobre o meio físico	Impactos Diretos	Impactos Indiretos
Planície lacustre	Retirada de vegetação nativa	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança no balanço sedimentar; • Mudança no sistema hídrico superficial; • Mudanças mesoclimáticas; 	<ul style="list-style-type: none"> • Assoreamento progressivo e gradual das lagoas; • Redução gradual da superfície inundada das lagoas; • Elevação da temperatura e amplitude térmica local com redução da Umidade Relativa local.
	Movimentação de terra	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança no balanço sedimentar • Mudança no sistema hídrico superficial • Impermeabilização dos solos; • Poluição atmosférica com dispersão de partículas no ar; 	<ul style="list-style-type: none"> • Assoreamento imediato em parte ou no todo das lagoas; • Redução drástica da superfície inundada das lagoas; • Transbordamento das lagoas com movimento de massa sobre a calha do rio; • Alagamentos e inundações; • Contaminação indireta das águas superficiais decorrentes da precipitação dos poluentes dispersos no ar.
	Construção de residências	<ul style="list-style-type: none"> • Disposição de resíduos sólidos; • Eliminação de efluentes; • Impermeabilização dos solos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminação do ar e dos corpos hídricos superficiais; • Contaminação do sistema aquífero e das lagoas; • Alagamentos e inundações;

O Quadro 13 pontua os principais impactos diretos e indiretos, decorrentes da ação antrópica sobre os tabuleiros costeiros.

Quadro 13. Resumo dos impactos sobre os Tabuleiros Costeiros

Unidade (*)	Processo sobre o meio físico	Impactos Diretos	Impactos Indiretos
Tabuleiros costeiros	Retirada de vegetação nativa e ocupação antrópica	<ul style="list-style-type: none"> • Elevação do escoamento superficial • Eliminação de efluentes; • Disposição de resíduos sólidos; • Mudanças microclimáticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Processos erosivos (abertura de sulcos, ravinas e vossorocas; desmoronamentos e movimento de massa) – assoreamento dos rios e lagoas; • Contaminação do sistema aquífero superficial, sub-superficial e subterrâneo; • Contaminação do ar e dos corpos hídricos superficiais; • Aspecto cênico degradado • Formação de ilhas de calor e aumento do desconforto térmico

5.1.2. Bacia de Drenagem da Lagoa Azul

A bacia Lagoa Azul é a de maior área e que apresenta maior urbanização, conseguinte menos área verde. Assim, enfrenta vários problemas de alagamentos – principalmente em épocas de grandes precipitações – por diminuição da área de permeabilidade e de vegetação que facilitaria a infiltração da água no solo. Casos de alagamento são observados até em sub-bacias de drenagem, cujas não suportam a carga d’água, transbordando e inundando casas e vegetações adjacentes.

FIGURA 112. Antes e depois de transbordamento da sub-bacia José Sarney



Fonte: Start Consultoria, 2008.

Complexo de lagoas que tem grande importância na drenagem de água, a Lagoa Azul enfrenta um meio caótico, com ocupações irregulares e péssimas condições de habitabilidade somado a lançamento de esgoto, onde a população livremente pesca e crianças brincam, ficando sujeitas a adquirir doenças. A vegetação presente é bastante modificação antrópica, predominando um estrato arbustivo-herbáceo no entorno do complexo, e com bastantes espécies de *Cocos nucifera* (coqueiro).

FIGURA 113. À esquerda população pescando e à direita despejo de esgoto



Fonte: Start Consultoria, 2008.

Na porção do complexo adjacente a Av. Moema Tinôco não foi observado a mesma situação, pois não há moradias no seu entorno, mas tem-se uma sobrecarga de água nos corpos d'água mesmo depois de cessado o período de chuvas, deixando até algumas espécies não hidrófitas parcialmente imersas, como o *Anacaidium occidentale* (Cajueiro).

FIGURA 114. Espécie não hidrófita parcialmente imersa



Fonte: Start Consultoria, 2008.

5.1.3. Bacia de Drenagem do Rio Potengi/Salinas

O meio biótico dessa bacia é bastante conflituoso devido à pressão decorrente da expansão urbana, principalmente por parte de população pobre. População de baixíssimo poder aquisitivo, que apresenta uma problemática financeira intensa, acaba por procurar regiões periféricas para se fixar. Na bacia em questão fixa-se, em maior quantidade, em regiões próximas a encostas podendo ocorrer risco de desmoronamento. A chegada de energia a esses pontos contribui para intensificação das instalações.

Como falta estrutura de moradia assim como de serviços de coleta de lixo todo esse fabricado por tais populações é depositado em meio a vegetação desses declives — vegetação remanescente de Mata Atlântica, que devido o avanço e degradação antrópica vem tornando-se gradativamente vegetação secundária. Em períodos de chuva, esses

taludes apresentam-se como via de grande escoamento de água, que é direcionada ao Rio Jaguaribe (receptor final da bacia) e junto com a água esses lixos são conduzidos.

FIGURA 115. Depósito de lixo em encosta



Fonte: Start, 2008.

Ocorre então poluição do rio, tanto por resíduos sólidos como líquido (por exemplo, o chorume). Em concomitância com o lixo é levada uma gama de matéria orgânica que desencadeia um processo de desequilíbrio ecológico, com contaminação das águas do rio e possível eutrofização, fenômeno que causa um crescimento excessivo de plantas aquáticas e bactérias diminuindo a oferta de oxigênio e conseqüente ocorrendo mortandade de peixes. Outro fator que compromete a estabilidade do Rio Jaguaribe é a supressão da mata ciliar por parte da população ribeirinha e por construtoras com interesses econômicos na área. Sabe-se que a mata ciliar é um estrato mantenedor das margens e curso do rio, assim como da qualidade e quantidade da água, a sua supressão – salientando que o Código Florestal (Lei n ° 4.777/65) conclui a mata ciliar como Área de Preservação Permanente, portanto deve ser preservada, suprimi-la é infringir a Lei – implica em fragilidade do rio, ocasionando erosão e assoreamento, provável contaminação da água tendo em vista que a mata filtra resíduos químicos da água que escoo purificando-a antes da chegada ao rio, desequilíbrio da fauna e flora.

Os tanques de carcinicultura também merecem atenção como causadores dos impactos ambientais da região. Os tanques, além da óbvia supressão de grandes áreas de manguezal para sua implantação, já causando grandes danos à reprodução e manutenção de espécies que o utilizam como “berçário” ameaçando a biodiversidade, diminuem a permeabilidade do solo e contaminam o rio por efluentes dos viveiros.

5.1.4. Bacia de Drenagem da Lagoa de Extremoz

Das bacias de drenagem da Zona Norte da cidade, esta é sem dúvida a menor, apresentando área de 100,2 hectares. Contudo não deixa de ser uma das mais importantes no que concerne aos impactos ambientais decorrentes do sistema de drenagem aí existente, visto que toda a drenagem do Distrito Industrial de Natal, situado as margens da BR 101, apresentam como destino final das águas pluviais aí drenadas a Lagoa de Extremoz.

Figura 116. Adensamento urbano na área próximo a Lagoa de Extremoz. Observa-se a concentração de indústrias margeando a BR 101, que margeia o manancial hídrico



Fonte: PRODETUR, 2006

Como já foi visto neste trabalho, a Lagoa de Extremoz exerce um papel importante no abastecimento d'água da Região Administrativa Norte de Natal, sendo, portanto, intrínseco que todo e qualquer degradação ambiental que ocasione a perda dos atributos

físico-químicos da água armazenado neste reservatório natural, culminara com a interrupção no fornecimento de água para cerca de 300 mil habitantes residentes nesta porção do território municipal, gerando caos no abastecimento de toda esta região fora os municípios de São Gonçalo do Amarante e Extremoz.

Os principais problemas de ordem ambiental identificados na área da bacia são:

- Ausência de rede coletora de esgotos;
- Ligação clandestina de esgotos domésticos e industriais na rede de drenagem de águas pluviais;
- Manejo inadequado dos resíduos sólidos domésticos, com carreamento e acúmulo de lixo junto a rede de drenagem, prejudicando o escoamento superficial, quando não transportados diretamente ao corpo receptor, ou seja, a lagoa;
- Desmatamento e ocupação irregular das margens da Lagoa de Extremoz, ocasionando o surgimento de processos erosivos, tais como ravinamento e vossorocamento dos taludes com carreamento de grande quantidade de material para dentro da Lagoa, o que favorece ao seu assoreamento, bem como aumenta a turbidez da água, interferindo diretamente nos atributos físicos da água que é servida na Zona Norte da capital.

5.1.5. Bacia de Drenagem do Rio Golandim

Compreende uma área de 181,5 hectáres situado no extremo Noroeste da cidade, numa porção em que o município de Natal tem seus limites confundidos com o município de São Gonçalo do Amarante, fruto dos processos de cornubação ocasionados pelo transbordamento da mancha urbana da cidade do Natal sobre aquele município vizinho (assunto amplamente discutido neste trabalho).

Figura 117. Efluentes domésticos são despejados *in natura* no Rio Golandim, fruto da falta de Rede Coletora de Esgotos e do sistema de tratamento de esgotos



Fonte: Start, 2007.

Apresenta os mesmos impactos relatados e discutidos no tópico 5.1.4 que trata da Bacia de Drenagem da Lagoa de Extremoz.

5.1.6. Bacia de Drenagem da Redinha

Consiste de uma área plana de 108,2 hectares situados entre os Rios Potengi, Doce e o Oceano Atlântico, cercada por dunas primárias e parabólicas intercaladas com lagunas e canais de drenagem natural com escoamento difuso e que dão a conformação do relevo costeiro potiguar. Trata-se de uma área em forte processo de urbanização, cujo uso principal até meados da década de 1990 era a de casas de segunda residência (veraneio), construídas sobre a planície de deflação, cujas irregularidades topográficas foram corrigidas por movimentos de terraplanagem das dunas parabólicas aí existentes.

Os principais impactos de ordem ambiental identificados nesta área foram à:

- Descaracterização da paisagem local, fruto dos constantes movimentos de terraplanagem, com supressão das dunas e aterramento das lagunas e canais de drenagem que formavam a planície de deflação;

Figura 118. Descaracterização da paisagem da Praia da Redinha em decorrência da forte urbanização local



Fonte: Start, 2008.

– A modificação no padrão de drenagem natural, em decorrência da construção das vias de acesso, nas áreas onde a planície de deflação ainda é passível de ser visualizada, o que impossibilita o fluxo natural da drenagem da água precipitada naquela área em direção ao Oceano Atlântico, favorecendo o surgimento de grandes lagoas que, por vezes, finda por inundar as residências ali existentes;

– A ausência de rede coletora de esgotos, associada ao uso do sistema fossa/sumidouro nas residências em uma área em que o lençol freático apresenta-se em semi-afloramento, possibilita a contaminação direta das águas do aquífero dunas naquela porção do território.

FIGURA 119. A mudança no padrão de drenagem natural associado a ocupação desordenada de uma área de grande fragilidade ambiental tem provocado ano-a-ano problemas de inundação na Praia da Redinha



Fonte: Start, 2008.

Outros impactos de ordem ambiental e urbanísticos foram identificados, porém, pelo fato de já terem sido tratados nos tópicos 5.2. e 5.4. não serão novamente aqui relatados.

5.2. Impactos Ambientais na Zona Oeste, Sul e Leste

5.2.1. Bacia de Drenagem Potengi/Rocas-Ribeira

A bacia de drenagem Potengi/Rocas-Ribeira compreende uma das áreas mais antigas frente ao processo de ocupação da cidade de Natal. Na delimitação da bacia, parte dos bairros da Cidade Alta, Ribeira, Rocas, Santos Reis, Petrópolis, Mãe Luiza, Praia do Meio, Areia Preta e Tirol situam-se na área que compreende o fluxo do escoamento da drenagem em direção ao Estuário do Rio Potengi.

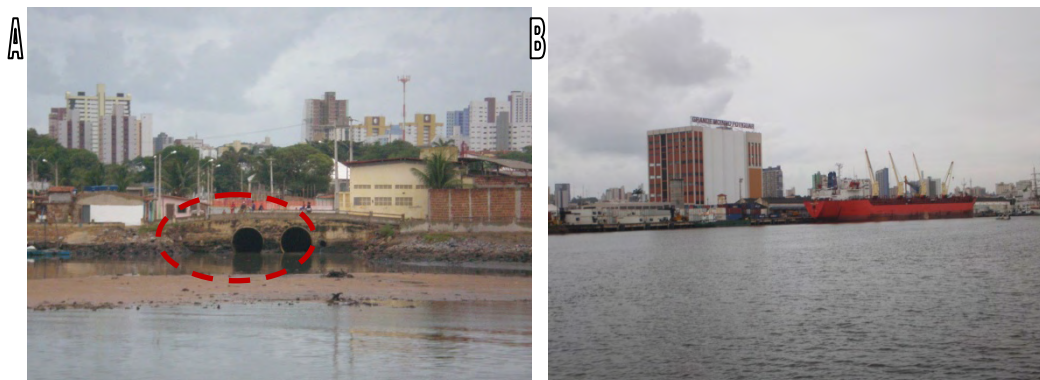
FIGURA 120. Vista panorâmica dos Bairros de Cidade Alta e Petrópolis nos anos de 1972 e em 2008.



Fonte: Arquivo Start Consultoria

O processo de ocupação dessa área é intenso, tratando-se da impermeabilização do solo, restando de área permeável as áreas que compreendem porções das Zonas de Proteção Ambiental 07 e 10 da cidade, além das áreas verdes ocupadas pelas praças e canteiros centrais das principais avenidas.

FIGURA 121. A) Em destaque galerias de águas pluviais despejando esgotos domésticos; B) Atividade portuária destaca-se na margem direita do Rio Potengi.



Fonte: Projeto orla, 2008

Às margens do Estuário dos rios Jundiá-Potengi, são identificados diversos problemas relativos à falta de infra-estrutura, principalmente no que tange aos esgotos domésticos que são despejados de forma *in natura*, no canal fluvial (Figura 2.a.). Apesar dessa situação, ainda são desenvolvidas atividades pesqueiras, sobretudo pela

população ribeirinha que a pratica visando à subsistência, além da concentração de atividades portuárias e de lazer, situadas na margem direita do Potengi.

O carregamento de material em suspensão, dispostos nas ruas e avenidas situadas na área da bacia de drenagem, aliado ao processo de desmatamento e ocupação do manguezal, proporciona o assoreamento do leito do estuário, resultando em obstrução da passagem de navios de grande calado, podendo ocorrer expansão da planície de inundação as margens do referido canal ao longo do tempo.

Em se tratando de um Projeto de Drenagem, é primordial atentar também para as áreas ribeirinhas, por se tratarem de locais considerados de risco ambiental e ameaça de alagamentos constantes durante o período chuvoso quando o nível das águas costuma elevar-se rapidamente, principalmente durante chuvas excepcionais, e hipoteticamente poderão se elevar ainda mais se forem concentrados grandes fluxos resultantes da destinação dos escoamentos para o estuário.

FIGURA 122. Palafitas ocupam área de inundação do Rio Potengi



Fonte: Projeto orla, 2008

5.2.2. Bacia de Drenagem Praias Urbanas

A área que compreende a bacia de drenagem das praias urbanas abrange os bairros de Santos Reis, Rocas, Areia Preta, Praia do Meio, Petrópolis e Mãe Luiza e trata-

se de uma região de escoamento das águas de maneira difusa em direção ao Oceano Atlântico. Em toda a extensão da bacia, que margeia o Oceano Atlântico da praia do Forte ao extremo Sul da praia de Areia Preta, passando pela Praia dos Artistas e Praia do Meio, é possível a visualização de problemas decorrentes da precariedade do Sistema de Drenagem e de Esgotamento Sanitário.

A Bacia intitulada de Praias Urbanas está inserida numa área que, além das características do relevo com áreas bastante planas, especialmente as que ficam de frente para o mar, e outras com relevos mais acidentados, como no caso dos bairros de Mãe Luiza, Rocas e Petrópolis, apresenta elevada taxa de impermeabilização, com exceção apenas à área militar e a ZPA-7. Nos demais pontos da bacia o que se encontra é um exacerbado processo de adensamento e ocupação de áreas ambientalmente frágeis, com avançado processo erosivo, especialmente na zona de praia, onde mudanças na dinâmica marítima têm ocasionado um avanço gradativo do mar em direção ao continente com comprometimento da infra-estrutura urbana, a exemplo da derrubada de parte do calçadão ao longo das praias.

FIGURA 123. A) ZPA 07: por se tratar de área militar, encontra-se preservada até os dias atuais;
B) Erosão marinha vem periodicamente gerando transtornos a população, com a destruição periódica do calçadão da orla marítima de Natal.



Fonte: Arquivo Start Consultoria

Considerando que a grande maioria das edificações erguidas na área de abrangência das bacias é caracterizada como tipicamente de Interesses Social, em oposição a uma pequena parcela de residências de luxo, é possível inferir que grande parte dos problemas ligados a questão do Sistema de Drenagem e Esgotamento Sanitário

está diretamente associada a baixa qualificação e renda das pessoas que residem ou trabalham. Ademais, a ausência de infra-estrutura e serviços de atendimento básico contribui sobremaneira a incidência de atitudes negativamente impactantes ao meio ambiente.

Apesar de constituir-se em uma das áreas da cidade do Natal atendida pela Rede Coletora de Esgotos Domésticos, a falta de manutenção deste sistema (instalado nas décadas de 1940-50) atrelado ao rápido crescimento populacional e adensamento básico destas áreas, sem que houvesse uma ampliação do sistema, faz com que constantemente o sistema entre em colapso, com tubulações rompendo-se e os efluentes sendo jogados *in natura* na praia, direcionados pelas galerias de drenagem das águas pluviais.

FIGURA 124. Apesar da área da Bacia ser saneada, a rede de drenagem que chega a orla urbana tem sido alvo de ligações clandestinas de esgotos domésticos, que chegam de forma *in Natura* as areias das praias.



Fonte: Arquivo Start Consultoria

O lançamento de esgotos à céu aberto, a deposição de lixo nas vias e em locais impróprios, ligações clandestinas no Sistema de Coleta de Águas Pluviais, o despejo de água servida nas praias, oriundas das residências das mais diversas classes sociais, a ocupação irregular de áreas de dunas e encostas e o intenso adensamento resultante de um longo processo de urbanização, supressão da vegetação, dentre outros são alguns dos aspectos resultantes da ação antrópica que requerem cautela quando da elaboração de um Plano de Drenagem.

5.2.3. Bacia de Drenagem Riacho do Baldo

A bacia de Drenagem do Riacho do Baldo abrange oito bairros do município do Natal sentados sobre uma grande área impermeável, resultante do processo de ocupação que se estende desde os primórdios da fundação da cidade. Os impactos negativos resultantes da ação antrópica somados aos oriundos dos processos naturais, em sua grande maioria revelam um quadro de problemas irreversíveis. Em se tratando dos recursos naturais essa realidade é ainda mais devastadora.

Na área de abrangência da bacia, a Lagoa Manoel Felipe e o Riacho do Baldo foram aos poucos sendo comprimidos pelo acelerado processo imobiliário. Como consequência disso, o riacho teve seu curso retificado por paredes de concreto e sua capacidade de vazão das águas pluviais diminuiu consideravelmente. A lagoa teve o seu ciclo biológico comprometido em virtude da grande quantidade de esgotos clandestinos lançados em suas águas, além da diminuição da sua capacidade de retenção em função da pequena área disponível.

FIGURA 125. A. Lagoa Manuel Felipe. B. Canal do Baldo.



Fonte: Arquivo Start Consultoria

Outro aspecto que contribui imensamente para a baixa qualidade ambiental verificada no campo de abrangência da bacia de drenagem do Riacho do Baldo, diz respeito aos usos territoriais. Com alguns bairros com uso totalmente comercial, com intenso fluxo de veículos e ausência total de árvores em alguns pontos daquela região agravam ainda mais a sensação de desconforto térmico. Além disso, em áreas

prioritariamente comerciais, a produção de Resíduos Sólidos é intensificada aumentando a quantidade de lixo depositado inadequadamente nas ruas, galerias, bocas de lobos e áreas afins.

O resultado dessa junção de fatores desfavoráveis e atitudes ambientalmente insustentáveis aparecem quando nos períodos chuvosos, com o solo completamente impermeável, o *runoff* leva as águas para os áreas de baixos topográficos situados na área da bacia, o que acarreta no surgimento de pontos de alagamento. Além da água, são transportados resíduos sólidos depositados nas ruas, que entopem as galerias fazendo-as transbordar e trazendo à tona não apenas o lixo, bem como os insetos e outras mazelas.

FIGURA 126. Processo erosivo junto às margens do Canal do Baldo.



Fonte: Arquivo Start Consultoria

5.2.4. Bacia Hidrográfica Potengi/Quintas-Base Naval

Compreendendo os bairros do Alecrim, Quintas, Nordeste e Dix-Sept Rosado, a Bacia Potengi/Quintas-Base Naval escoas as águas drenadas de origem pluvial e de efluentes clandestinos para o Rio Potengi. Configurada como uma área de forte adensamento e grandes intervenções antrópicas, que somaram ao longo de anos impactos ambientais praticamente irreversíveis a Bacia hidrográfica em questão guarda

na sua área de abrangência problemas que somente poderiam ser mitigados com programas voltados para os mais variados âmbitos de atuação do Poder Público.

FIGURA 127. Base Naval de Natal, situado as margens do Rio Potengi.



Fonte: Projeto orla, 2008

Margeados diretamente pelo Rio Potengi, os bairros das Quintas e Nordeste enfrentam problemas estreitamente ligados a intensa ocupação das margens do rio pela ação antrópica, a exemplo da intensa ocupação por edificações, despejo de dejetos *in natura*, supressão de vegetação de mangue e mata ciliar, depósito de Resíduos Sólidos de origem residencial e comercial, bem como Resíduos da Construção Civil. Não obstante da realidade dos bairros supramencionados, os bairros do Alecrim e Dix-sept Rosado, opostamente situados na área da bacia, excetuando os problemas ligados ao rio, enfrentam a mesma realidade, alta densidade de edificações de baixo padrão construtivo, devastação de vegetação, avançado processo de erosão em áreas ambientalmente frágeis, presença de tanques de “tratamento” de efluentes de esgotos domésticos oriundos da ação de empresas “limpa-fossas”, além de alguns tanques cultivo de camarões.

Outro corpo hídrico existente na bacia de drenagem Potengi/Quintas-Base-Naval e que se configura num importante veículo de águas pluviais e demais efluentes oriundos da ocupação desordenada do seu entorno é o Riacho das Quintas. Com seu entorno, leito

e qualidade completamente comprometidos, o riacho funciona como meio de veiculação de doenças disseminadas por meio hídrico e proliferação de vetores devido ao grande acúmulo de dejetos e lixo doméstico.

5.2.5. Bacia de Drenagem Parque das Dunas

A Bacia de drenagem Parque das Dunas possui uma característica bastante peculiar em relação às demais bacias, qual seja compreender uma área intensamente impermeabilizada pela ocupação imobiliária em oposição a uma grande porção de área permeável que é o próprio parque que dá nome a bacia, Parque Estadual Dunas de Natal – ZPA-3.

Dos bairros inseridos na Bacia o que mais tem sofrido com a ausência de um Sistema de Drenagem apropriado é o bairro de Capim Macio. O que não significa dizer que os outros bairros estejam livres dos transtornos causados pelas chuvas e principalmente durante a ocorrência de picos de precipitação pluviométrica.

FIGURA 128. Vista parcial da área de Drenagem da Bacia.



Fonte: Arquivo Start Consultoria

Por ser a região onde se encontram as classes sociais mais abastadas da cidade, alguns problemas são menos frequentes que em outras regiões. Porém, a recorrência de

problemas advindos do entupimento dos bueiros por resíduos sólidos, a deposição de lixo doméstico e Resíduos da Construção Civil em locais públicos, o elevado índice de impermeabilidade do solo em decorrência da elevada taxa de adensamento e a ausência de vegetação, findam por resultar em alagamentos nos chamados pontos críticos, gerando transtornos como engarrafamentos, invasão de residências e comércios pelas águas excedentes, danos aos bens móveis e riscos a saúde pública, visto que com o transbordamento dos bueiros e galerias a possibilidade de veiculação de doenças e vetores são maximizados nos períodos chuvosos.

FIGURA 129. Vista parcial da área de Drenagem da Bacia no bairro de Capim Macio.



Fonte: Arquivo Start Consultoria

Em bairros menos nobres, como o bairro de Nova Descoberta, onde situam-se duas grandes lagoas de drenagem, o fluxo contínuo de Esgotos Domésticos *in natura* para o interior das lagoas, decorrência da ausência de Rede Coletora de Esgotamento Sanitário, faz com que haja a comatação do fundo da lagoa, ou seja, torne o fundo destas lagoas impermeável devido a presença do lodo. Além do mais, como estes esgotos seguem para as lagoas pelas galerias de águas pluviais, os compostos químicos e derivados orgânicos presentes nos esgotos agem diretamente sobre o material constituinte das galerias, o que leva a redução da vida útil do material, enfraquecendo-os

e gerando vazamentos e processos erosivos, que por vezes findam por abrir-se em grandes buracos.

5.2.6. Bacia de Drenagem Rio das Lavadeiras

Dos oito bairros abrangidos pela bacia de Drenagem do Rio das Lavadeiras, seis pertencem à Zona Administrativa Oeste (Quintas, Nordeste, Dix-Sept Rosado, Bom Pastor, Nossa Senhora de Nazaré e Cidade da Esperança) e dois a Zona Administrativa Leste (Alecrim e Lagoa Seca). Entretanto, mesmo pertencendo a áreas administrativas distintas, apresentam aspectos sociais e problemas sócio-ambientais muito parecidos.

FIGURA 130. Vista parcial do Riacho das Quintas, próximo ao seu encontro com o canal do baldo, no bairro do Tirol.



Fonte: Arquivo Start Consultoria

Banhados pelo estuário dos Rios Potengi/Jundiá os bairros Quintas, Nordeste e Bom Pastor sofrem os grandes impactos advindos do comprometimento da área estuarina com a supressão de vegetação de mangue e restinga. O avanço do processo erosivo e o despejo de dejetos oriundos das empresas “limpa fossas” convertem-se em assoreamento do leito do rio e comprometimento da fauna e flora fluvial, além de

configurar-se num problema de saúde pública, considerando que a população ribeirinha ainda tem na pesca uma alternativa de subsistência.

Quanto aos bairros que não são banhados pelos rios Potengi/Jundiáí, os danos ambientais não são menos expressivos. Os bairros de Nossa Senhora de Nazaré, Governador Dix-sept Rosado e Cidade da Esperança representam os de maior impermeabilidade do solo dessa área, juntamente com o bairro das Quintas. Em vista disso, os problemas de alagamento em períodos de picos pluviométricos são bastante visíveis. Finalizando o quadro de impactos negativos diagnosticados no entorno dessa bacia hidrográfica, pode-se elencar a grande quantidade de residências de baixo padrão que encontram nas sarjetas o caminho mais curto para escoar as águas servidas, as quais seguindo o caminho natural deságuam nos leitos dos rios; a deposição de lixo domésticos nas vias e terrenos baldios; a utilização de Resíduos da Construção Civil para aterro de áreas de risco para a construção de mais barracos; o surgimento de lixões pontuais em áreas ainda desocupadas contribuindo para a disseminação de insetos e doenças; odores fétidos no entorno de corpos hídricos, a exemplo do Riacho das Quintas, em decorrência do elevado grau do comprometimento da qualidade do rio; agravamento do processo erosivo nas áreas desprovidas de vegetação e comprometimento do lençol freático pelo grande volume de efluentes de esgotos sanitário lançado sem o tratamento adequado.

5.2.7. Bacia de Drenagem Via Costeira

Circundada pelas bacias de drenagem das Praias Urbanas, do Parque das Dunas e da Praia de Ponta Negra, a bacia de drenagem da Via Costeira tem suas águas e efluentes lançados diretamente no Oceano Atlântico. Com uma característica atípica das demais, a área da Via Costeira tem seu uso limitado à edificações de empreendimentos turísticos que em primeira instância não lançariam águas servidas à céu aberto.

Estendendo-se por 9 km, desde a rótula viária que dá acesso à Ponta Negra até o relógio do sol, na praia de Areia Preta, além das águas oriundas das chuvas não serem absorvidas pela capa asfáltica da Av. Sem. Dinarte Mariz, o Oceano Atlântico por

intermédio da Via Costeira também recebe as águas excedentes das bacias do entorno, com exceção as da bacia de drenagem do Parque das Dunas por ser uma bacia fechada. Mesmo com uso restrito, a bacia de drenagem da Via Costeira não foge à regra de destino final de esgotos *in natura* lançados clandestinamente nas galerias de drenagem, dispostas ao longo da via, facilmente identificados pela constante presença de efluentes de cor muito escura e odor fétido. Além dos problemas relacionados aos Esgotos Domésticos, identifica-se ainda a deposição de lixo nas encostas da via e em toda a faixa de praia compreendida pela área da bacia de drenagem.

FIGURA 131. Processos erosivos decorrentes do sistema de drenagem da via costeira são muito comuns próximo a linha de costa que limita esta bacia com o Oceano Atlântico.



Fonte: Projeto Orla, 2008

FIGURA 132. Como o sistema de drenagem da via costeira não contemplou redutores de energia na saída das galerias, os processos erosivos situados a jusante das galerias tem gerado prejuízos ao patrimônio público.



Fonte: Projeto Orla, 2008

5.2.8. Bacia de Drenagem Rio Potengi/Felipe Camarão

As características de ocupação, moradia, densidade, áreas impermeáveis e impactos negativos ambientais, conferem à Bacia Hidrográfica do Rio Potengi/Felipe Camarão semelhanças em relação a outras bacias hidrográficas que abrangem os mesmos bairros, como nos casos das Bacias do Rio Potengi/Quintas-Base Naval e do Rio das Lavadeiras.

Adensamento populacional, moradias de baixo padrão construtivo, impermeabilidade na quase totalidade dos solos, ocupação desordenada e em áreas de grandes ricos ambientais, encostas de morros e margens dos rios, não respeitando sequer a legislação que reconhece a área do estuário do rio Potengi e Salinas como uma Zona de Proteção Ambiental – ZPA-8 e as dunas e vegetação da ZPA-4 que em sua totalidade abrange o bairro de Felipe Camarão, compõem um quadro grotesco onde população e meio ambiente natural sofrem as conseqüências da falta de uma série de programas que poderiam, em seu campo de atuação, mitigar impactos diretos como erosão das encostas, devastação de mangue e restinga da área estuarina, contaminação das águas por toda sorte de dejetos e resíduos, obstrução de galerias e comprometimento de todo o Sistema de Drenagem pela deposição de lixo doméstico urbano, supressão de toda espécie vegetal em detrimento da abertura de espaço para novas edificações precárias.

Não se pode tentar mascarar a realidade de que a baixa renda, as péssimas condições de moradia e principalmente o acesso precário à educação favorecem a vida indigna as quais a população é submetida nessa região da cidade, em certas áreas mais parecem bichos vivendo à margem da sociedade. Em consequência dessa realidade, o Plano de Drenagem deve contemplar em seus artigos não apenas as condições para implantação de uma rede de drenagem, mas sim um amplo programa voltado para as questões sociais, visto que o contexto sócio-econômico da região favorece, por vias da falta de educação das pessoas, o descaso com as questões ambientais.

5.2.9. Bacia de Drenagem Rio Jundiaí/Guarapes

O bairro dos Guarapes, onde se situa a esta bacia de drenagem, pertence à Zona administrativa Oeste da Cidade do Natal. Sendo um bairro relativamente novo, cercado pelas dunas da ZPA 04 que limitam o bairro com os bairros do Planalto e Felipe Camarão, grande parte das residências aí encontradas é de Interesse social, o que denota o baixo poder aquisitivo da população local.

Atendidos por ruas calçadas e rede de drenagem instalada, a ausência da Rede coletora de esgotos faz com que 100% dos efluentes domésticos sigam pela rede de galerias diretamente para o estuário do Rio Jundiaí/Guarapes, onde deveriam chegar apenas às águas das chuvas.

Nestes pontos de lançamento, devido à ausência de sistemas de redução da energia mecânica das águas, intenso processo erosivo tem comprometido não apenas a rede de galerias que chegam ao estuário, bem como o próprio estuário, visto que todo sedimento decorrente dos processos erosivos são carregados pelo *runoff* diretamente para o canal fluvial, gerando assoreamento do talvegue do rio e comprometendo a biota ali existente.

Faz-se necessário a recuperação ambiental desta área e adequação de engenharia nas saídas dos rápidos, com o fim de mitigar o efeito dos processos erosivos junto ao estuário.

5.2.10. Bacia de Drenagem Lagoa da Jaguarari

Situada entre as bacias de drenagem do San Vale/Cidade Satélite, Rio das Lavadeiras, Rio Potengi/Felipe Camarão e Parque das Dunas, esta Bacia de drenagem fechada é responsável por parte da drenagem dos bairros de candelária, Cidade da Esperança e Nova Cidade.

As lagoas que atendem ao sistema de galerias da Rede de drenagem instalada ocupam uma área de dunas, cuja permeabilidade e friabilidade do solos permite uma rápida percolação das águas que chegam até elas. Esta água, ao percolar, entrará em contato direto com o aquífero dunas, que abastece parte da cidade juntamente com o aquífero barreiras. A depender da qualidade da água que chega a lagoa, a contaminação do aquífero dunas pode ocorrer de forma direta.

FIGURA 133. a) Vista parcial da lagoa situada na Av. Jaguarari. Vê-se grande quantidade de Esgotos domésticos. b) sacos de areia protegem as casas das inundações da lagoa.



Fonte: Start Consultoria, 2008

Devido a ausência de Rede Coletora de Esgotos nos bairros abrangidos pela bacia de drenagem, muitas residências fazem uso da Rede de Drenagem urbana para ligar clandestinamente seus esgotos domésticos, que seguem pelas galerias até chegar a uma das lagoas do sistema em epígrafe. Uma vez na lagoa, estes efluentes irão percolar e contaminar organicamente as águas do aquífero naquele ponto, além de gerar a colmatação dos solos no fundo da lagoa, reduzindo sua capacidade de infiltração,

aumentando o tempo de percolação das águas das chuvas e gerando, por vezes, inundações nas residências circunvizinhas.

FIGURA 134. Lagoa situada no bairro de Nova Cidade repleta de Esgotos Domestico. Fruto da carência de Rede Coletora de esgotos.



Fonte: Start Consultoria, 2008

5.2.11. Bacia de Drenagem Rio Pitimbu

A bacia de drenagem do Rio Pitimbu atende os bairros de Pitimbu e parte do Bairro do Planalto, Zona Oeste da cidade. Apesar de parcialmente protegida pela lei municipal que cria e regulamente a Zona de Proteção Ambiental 03, devido à falta de uma fiscalização mais intensa e eficaz na área, esta ZPA tem sido alvo de constantes agressões decorrentes da pressão urbana, que vão desde a deposição de resíduos da construção civil, lixo doméstico ao lançamento, *in natura*, de esgotos domésticos nas águas do Rio Pitimbu, afluente direto da Lagoa do Jiqui, principal fonte superficial de água das Zonas Sul, Leste e Oeste da Cidade do Natal.

A ausência de rede coletora de esgotos do Bairro Planalto, atrelado a toda carência de infra-estrutura básica, faz com que parte dos esgotos provenientes das residências do bairro siga direto pelas galerias da rede de drenagem instalada até o Rio Pitimbu, contribuindo para sua degradação e diminuição da qualidade de suas águas.

O rio Pitimbú apresenta atualmente um dos grandes problemas relacionados às questões hídricas da capital norte rio grandense, a contaminação das suas águas por nitrato, com capacidade de veiculação para outros corpos receptores e conseqüente comprometimento da qualidade da água distribuída em grande parte da cidade. Outro grave problema vivenciado pelo rio Pitimbu advêm da ocupação irregular de suas margens pela ação imobiliária que além de suprimir a mata ciliar, mexe com a dinâmica do solo do seu entorno estimulando o processo erosivo e ampliando a sua área de abrangência, bem como assoreando o rio originando bancos de areia que impedem completamente, em alguns trechos, o curso natural das águas. A contaminação do rio é prioritariamente resultante do lançamento de esgotos clandestino sem tratamento.

Ademais, por encontra-se na divisa municipal entre Natal e Macaíba, o rio sofre pressão não apenas dos moradores dos bairros das zonas Oeste e Sul da cidade, como também dos moradores do município vizinho, que representam não apenas ocupação residencial, mas também de outras atividades que resultam em ações pouco ou nada sustentáveis.

5.2.12. Bacia de Drenagem San Vale/Cidade Satélite

Situada em uma área de dunas e tabuleiros costeiros relativamente protegidos por se tratar de uma Zona de Proteção Ambiental, esta bacia de drenagem tem um papel importantíssimo no contexto hidrogeológico da cidade, visto ser esta uma das últimas áreas de recarga do aquífero Dunas/Barreiras ainda não adensada. Mesmo assim, a pressão imobiliária em seu entorno, e mesmo dentro dela, tem gerado muita preocupação e um amplo debate em todas as esferas da sociedade civil natalense, sobretudo no Ministério Público e nas universidades.

Proibida pela justiça de licenciar a construção de novas residências na área, até que seja instalada a Rede Coletora de Esgotos Domésticos, a Prefeitura Municipal do Natal ainda é obrigada a fazer a fiscalização de toda a área, com o fim de evitar invasões das áreas livres e construções irregulares.

Com o fim de proteger parte desta área de dunas e tabuleiros costeiros, a Prefeitura Municipal do Natal criou na área uma Unidade de Conservação da Natureza da

categoria de Proteção Integral. O Parque Dom Nivaldo Monte, popularmente conhecido como Parque da Cidade, ocupa uma área de 120 hectares, e teve suas terras desapropriadas através do uso do Instrumento de Transferência de Potencial Construtivo, previsto pelo Plano Diretor da cidade.

FIGURA 135. Imagem aérea do limite leste da bacia.



Foto: Projeto Orla, 2008

FIGURA 136. A) vista parcial do bairro de San Vale a partir do Parque da Cidade. B) Vale interdunar onde está projetado a construção de uma lagoa de drenagem.

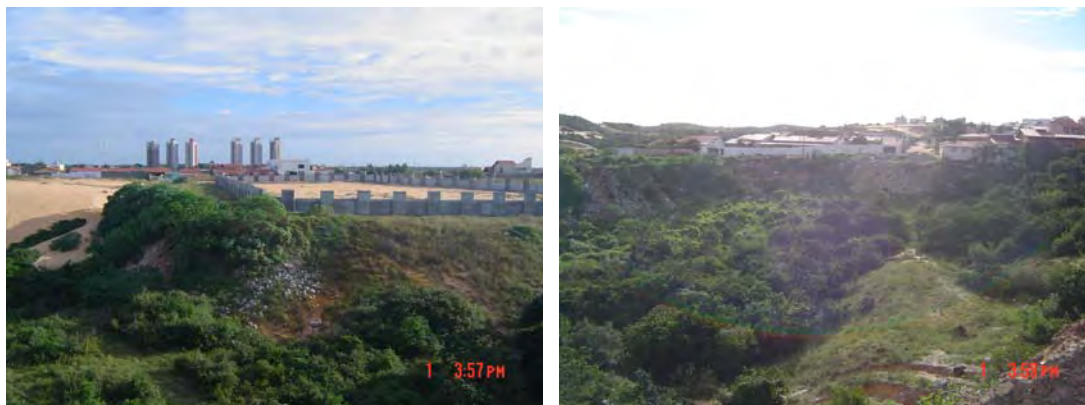


Fonte: Start Consultoria, 2008

Mesmo cercada de todos os cuidados, esta área tem sido constantemente agredida por pessoas e empresas que decidem desafiar a lei e autoridade do município, e dão início a qualquer modo a movimentação de dunas, aterramento de vales interdunares e

queimada da cobertura vegetal, afóra a deposição de lixo doméstico e da Construção civil de forma irregular em áreas indevidas.

FIGURA 137. A) Pressão urbana sobre áreas frágeis, como as dunas e vales interdunares. B) Vale interdunar sob processo de degradação (aterro irregular).



Fonte: Start Consultoria, 2008

Acerca dos impactos ambientais diagnosticados nos limites da bacia pode-se inferir que estes não fogem à regra do grande poder degradador da ação antrópica. São ocupações irregulares em áreas ambientalmente protegidas, deposição de lixo urbano e de Resíduos da Construção Civil, forte adensamento populacional em áreas que não tem capacidade de suporte para tanta pressão, supressão de vegetação, lançamento de efluentes à céu aberto, moradias de baixo padrão construtivo constituindo as Áreas de Interesse Social nos bairros da Zona Oeste em oposição ao alto padrão edilício nos bairros da Zona Sul, elevado grau de permeabilidade do solo, excetuando a área da ZPA e alguns pontos de terrenos que compõe pequenos núcleos de atração de depósitos de toda sorte de resíduos e vetores.

Nos bairros mais periféricos e com características que transitam entre o rural e a área de expansão urbana, não é raro encontrar currais e pocilgas compartilhando espaço com as residências; tampouco é menos raro observar, principalmente as crianças dividindo espaço com animais que vão desde vacas, porcos e cavalos a cachorros em gatos de rua. Esse quadro inspira bastante cuidado considerando que não apenas os dejetos, mas os próprios animais quando criados em situação de risco tornam-se

importantes veículos de transmissão de doenças, compondo um quadro preocupante no tocante à saúde pública.

5.2.13. Bacia de Drenagem Lagoinha

Esta Bacia de Drenagem corresponde à área no entorno da Zona de Proteção Ambiental 05, de Lagoinha, bairro de Ponta Negra, estendendo-se ainda pelos bairros de Capim Macio e Pirangi. Lagoinha constitui-se de um Sistema de Dunas e Lagoas interdunares, estas últimas decorrentes do afloramento do lençol freático na cota 29.

FIGURA 138. Vista aérea parcial da Zona de Proteção Ambiental 05 – Lagoinha.



Fonte: Start Consultoria, 2008

Trata-se de uma área de grande risco ambiental, em virtude da altura do lençol freático na região, o que em decorrência da ausência de rede coletora e de tratamento dos Esgotos Domésticos, possibilita uma contaminação direta dos aquíferos livres.

A intensa pressão urbana na área tem colocado a região de lagoinha constantemente em matérias nos principais veículos de informação e imprensa da cidade, sendo esta, alvo constante de debates calorosos entre ambientalistas, técnicos e construtores do mercado imobiliário.

O Sistema de drenagem do Bairro de Capim Macio que ora encontra-se em processo de instalação, prevê a construção de uma seqüência de lagoas artificiais que tem como ponto final de suas águas a região de lagoinha, onde uma lagoa natural está sendo ampliada com o fim de comportar todo o volume a ser transposto para ela. Este tem sido um projeto muito discutido em todas as esferas da sociedade, com a ocorrência de audiências públicas sistemáticas nos bairros atingidos pela obra.

FIGURA 139. Lagoas que atenderão a Rede de Drenagem de Capim Macio A) Lagoa do CTG. B) Lagoa no conjunto Ponta Negra.



Fonte: Start Consultoria, 2008

5.2.14. Bacia de Drenagem Praia de Ponta Negra

Situada numa das áreas da cidade mais pressionadas pela ação imobiliária, a praia de Ponta Negra sofre diversos problemas relacionados ao Sistema de Drenagem. Os impactos diagnosticados se estendem desde os setores mais carentes do bairro até os locais dominados pelos maiores empreendimentos turísticos.

A Praia de Ponta Negra trata-se de um dos bairros que sofreu um rápido processo de expansão urbana, passando de uma comunidade de pescadores e veranistas, a local de moradia fixa e almejada pelos especuladores imobiliários. O primeiro sinal de ocupação acentuada surgiu na década de 70 com a instalação de um grande conjunto habitacional, hoje totalmente desconfigurado com a pressão urbana promovida pela especulação imobiliária que intensificou o processo de verticalização, levando a um adensamento populacional significativo.

Esta é uma área de interesse turístico, servindo inclusive de cartão postal (Morro do Careca) e considerado um dos maiores atrativos turísticos do município. Porém, alguns estudiosos acreditam que a área apresenta-se em fase de declínio, fase esta que não condiz com a realidade anunciada pelo setor imobiliário. Contudo, não parece precipitado inferir que a ausência de uma rede de drenagem e esgoto adequada tem contribuído significativamente para enquadrar a área como desprovida de infra-estrutura de suporte para o modelo de desenvolvimento demandado. Presencia-se, por exemplo, os canais de drenagem na faixa de praia com aspecto visual que incomoda os frequentadores do local, além do que a maneira como estão instalados, proporcionam processos erosivos e não tem sido objeto de fiscalização, já que se percebe a presença da ligação de esgotos clandestinos ao sistema de drenagem (lançamento de água servida mesmo no período de estiagem), tornando a praia poluída e diminuindo a cada dia a balneabilidade no mar, trazendo sérios problemas para a saúde pública e ocasionando impacto visual da orla.

Não menos preocupante é a deposição de lixo doméstico em locais impróprios, o elevado índice de impermeabilidade do solo, a diminuição das áreas verdes, o aumento do processo erosivo na orla e na área do entorno do morro do Careca, bem como a supressão da vegetação na Zona de Proteção Ambiental 06 (seis), mesmo com a presença dos militares na área. Apesar da área de Ponta Negra, por suas características naturais, ser considerada uma área muito propícia ao manejo de águas pluviais, que tendem a exsudar no oceano, essa capacidade tem sido limitada em decorrência da forte antropização sem planejamento.

FIGURA 140. A) Ligações clandestinas no sistema de drenagem B) Ocupação irregular da Orla de Ponta Negra.



Fonte: Start Consultoria, 2008

Considerando que não apenas a praia de Praia de Ponta Negra, mas todo o seu entorno, incluindo a ZPA-06 abrangida pela área da bacia representam uma área de extrema importância para a economia municipal, em virtude das atividades ali desenvolvidas, torna-se pertinente uma atenção especial por parte do Plano de Drenagem, cuja preocupação deve perpassar pela previsão de uma realidade ainda mais impactada do que a atual, com redução das áreas verdes, solos mais impermeáveis, maior densidade populacional, surgimento e aumento de processos erosivos, ocupação irregular de áreas ambientalmente frágeis, dentre outros.

15. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

BACIA	TIPO	SUB- BACIA	IMPACTOS DIRETOS	IMPACTOS INDIRETOS	MEDIDAS MITIGADORAS	ESTRATÉGIAS DE INTERVENÇÃO
Bacia do Rio Doce	Aberta	<ul style="list-style-type: none"> Lagoa do Santa Cecília Lagoa do Potengi Lagoa Visconde de Ouro Preto Lagoa Parque das Dunas I 	<ul style="list-style-type: none"> Ocupação desordenada em áreas de enchentes das Lagoas; Impermeabilização dos solos nos lotes; Uso da pavimentação impermeabilizante intensifica o <i>runoff</i>; Supressão da mata ciliar do Rio Doce gerando assoreamento; Contaminação do solo e água com agrotóxico elevando riscos à saúde pública e ao ecossistema; Ocorrência de processos erosivos; Despejo de resíduos sólidos em locais inadequados servindo como foco de atração de roedores e outros vetores de doenças; Contaminação da biota flúvio-lacustre e aumento de populações bióticas específicas; Ausência de Rede coletora de esgotos gera a emissão de Efluentes líquidos domésticos <i>in natura</i> nas águas das lagoas e do Rio Doce; 	<ul style="list-style-type: none"> Assoreamento da calha do Rio Doce; Alteração do fluxo natural de drenagem e vazão no corpo receptor; Perda de produtividade agrícola; Comprometimento das características físico-químicas do solo; Eutrofização das águas do Rio Doce e das lagoas da sub-bacia Contaminação orgânica das águas subterrâneas do aquífero dunas; Redução da capacidade de armazenamento das lagoas; Intensificação da frequência e tempo de enchentes e inundações; Maior índice de ocorrência de doenças de veiculação hídrica e por contato com roedores e suas excretas; Desequilíbrio biótico no sistema flúvio-lacustre. Perda da biodiversidade; 	<ul style="list-style-type: none"> Proteção e recomposição da mata ciliar do Rio Doce; Proteção e recomposição da cobertura vegetal dos taludes e áreas em processo erosivo; Combate ao uso de Agrotóxicos e material contaminante; Coleta e tratamento dos Efluentes líquidos domésticos; Manutenção do sistema de drenagem, com limpeza de bocas de lobo, caixas coletoras e raspagem do fundo das lagoas de captação; Educação ambiental para a população residente; Fiscalizar os 20% de área permeável do lote, como prevê a legislação; Retirada das pocilgas e currais da área urbana, ou próximos aos cursos e coleções hídricas; Controle a invasão das áreas de risco de enchentes e inundações; Reassentamento da população que vive nas áreas de risco; Adoção de telas filtrantes na entrada das lagoas de drenagem, retraindo material particulado e rejeitos sólidos; 	<ul style="list-style-type: none"> Implantação de amplo plano de arborização em associação com moradores; Instalação da Rede Coletora e de Tratamento de Esgotos Domésticos através de Programa de Esgotamento Sanitário; Dragagem e regularização do canal fluvial do Rio Doce; Recomposição das áreas com processo erosivo; Humanização com projetos de urbanização e paisagismo das áreas de entorno das Lagoas do sistema de drenagem; Criação de parques lineares; Implantação de pavimentação com material poroso, facilitando a infiltração; Implantação de sistema de pré-tratamento das águas que chegam ao Rio Doce; Publicação de norma regulamentar destinada ao licenciamento ambiental,

			<ul style="list-style-type: none"> • Comatação do fundo das lagoas de drenagem; • Depredação do patrimônio público; 		<ul style="list-style-type: none"> • Retenção parcela de água no lote em chuvas de pico. 	<p>para o dimensionamento de orifício de drenagem dos lotes para o viário em função de chuvas de alta frequência, reduzindo as cargas de pico.</p>
Bacia do Rio Potengi	Aberta	<ul style="list-style-type: none"> • Lagoa do Acaraú • Lagoa do Panatis 	<ul style="list-style-type: none"> • Supressão da mata ciliar e a ocupação desordenada dos solos de aluvião e taludes intensificam a ocorrência de processos erosivos; • Despejo de resíduos sólidos em locais inadequados servindo como foco de atração de roedores e outros vetores de doenças; • Ausência de Rede coletora de esgotos gera a emissão 	<ul style="list-style-type: none"> • Probabilidade de ocorrência de desmoronamentos e deslizamentos de terra, com perda de vidas humanas; • Assoreamento da calha dos Rios Potengi e Jaguaribe; • Assoreamento das nascentes do Rio Jaguaribe (afluente do Rio Potengi); • Alteração do fluxo natural de drenagem e vazão; • Comprometimento das 	<ul style="list-style-type: none"> • Proteção e recomposição da mata ciliar e da área de mangues ocupado pelos tanques de carcinocultura; • Proteção e recomposição da cobertura vegetal dos taludes e áreas em processo erosivo; • Proteção e Recuperação das nascentes do Rio Jaguaribe; • Combate ao uso do fogo; • Retirada das pocilgas e currais; 	<ul style="list-style-type: none"> • Associação do poder com moradores para plantio de mudas de espécies vegetais adequadas; • Implantação do Plano de Arborização Urbana; • Ampliação e instalação da Rede Coletora e de Tratamento de Esgotos Domésticos através de Programa de Esgotamento Sanitário;

			<p>de Efluentes líquidos domésticos <i>in natura</i> nas águas das lagoas, do Rio Potengi e seus Afluentes, promovendo a contaminação da biota estuarina e aumento de populações bióticas específicas;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colmatação do fundo das lagoas de infiltração e outras do sistema de drenagem; • Ocupação desordenada das áreas de manguezal, sobre influência da maré; • Infestação de zoonoses devido a presença de pocilgas e currais às margens dos rios Potengi e do Jaguaribe; • Depredação do patrimônio público; 	<p>características físico-químicas do solo e da água;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contaminação orgânica das águas no estuário; • Contaminação das águas subterrâneas do aquífero barreiras; • Redução da capacidade de armazenamento das lagoas; • Aumento do risco e frequência de enchentes; • Maior índice de doenças de veiculação hídrica e por contato com roedores e suas excretas; • Desequilíbrio biótico no sistema estuarino; • Perda da biodiversidade; • O uso do fogo gera poluição atmosférica; 	<ul style="list-style-type: none"> • Combate a invasão das áreas de talude; • Reassentamento da população que vive nas áreas de risco; • Coleta e tratamento dos Efluentes líquidos domésticos; • Manutenção do sistema de drenagem, com limpeza de bocas de lobo, caixas coletoras e raspagem do fundo das lagoas de captação • Educação ambiental para a população residente; • Adoção dos 20% de área permeável do lote, como prevê a lei; • Retenção parcela de água no lote em chuvas de pico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Humanização com projetos de urbanização e paisagismo das áreas de entorno das Lagoas de Captação da Rede de Drenagem; • Criação dos parques lineares; • Monitoramento dos processos erosivos na área de ocupação dos taludes; • Regularização fundiária na área de taludes; • Implantação de Pavimentação com material poroso, facilitando a infiltração; • Publicação de norma regulamentar destinada ao licenciamento ambiental, para o dimensionamento de orifício de drenagem dos lotes para o viário em função de chuvas de alta frequência, reduzindo as cargas de pico. • Implantação de caixas de brita em solos classe 3 e 4.
Bacia da praia da Redinha	Aberta	Lagoa da Redinha	<ul style="list-style-type: none"> • Ocupação desordenada da planície de inundação (superfície de deflação) gera prejuízos de ordem socioeconômicas; • Contaminação direta dos 	<ul style="list-style-type: none"> • Probabilidade de frequência de enchentes e inundações; • Alteração do fluxo natural de drenagem e vazão; • Comprometimento das características físico-químicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Recomposição vegetal; • Retirada das pocilgas e currais; • Coleta e tratamento dos Efluentes líquidos domésticos; • Manutenção do sistema de 	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição de mudas contendo espécies vegetais adequadas; • Implantação do Projeto de Arborização; • Ampliação e instalação da

			<p>aquíferos livres decorrentes do lançamento <i>in natura</i> de efluentes líquidos domésticos nas ruas;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Despejo de resíduos sólidos em locais inadequados servindo como foco de atração de roedores e outros vetores de doenças, além da contaminação do aquífero superior por infiltração; • Infestação de zoonoses devido a presença de pocilgas e currais; • Colmatação do fundo de lagoa do sistema de drenagem; • Depredação do patrimônio público; 	<p>do solo e da água;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contaminação orgânica das águas subterrâneas do aquífero dunas; • Maior índice de ocorrência de doenças de veiculação hídrica e por contato com roedores e suas excretas; • Perda da biodiversidade; 	<p>drenagem, com limpeza de bocas de lobo, caixas coletoras e raspagem do fundo da lagoa de captação;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reassentamento da população que vive nas áreas de risco; • Educação ambiental para a população residente; • Retenção parcela de água no lote em chuvas de pico. 	<p>Rede Coletora e de Tratamento de Esgotos Domésticos através de Programa de Esgotamento Sanitário;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Humanização com projetos de urbanização e paisagismo das áreas de entorno das Lagoas de Captação da Rede de Drenagem; • Criação dos parques lineares; • Implantação de Pavimentação com material poroso, facilitando a infiltração; • Publicação de norma regulamentar destinada ao licenciamento ambiental, para o dimensionamento de orifício de drenagem dos lotes para o viário em função de chuvas de alta frequência, reduzindo as cargas de pico.
Bacia da Lagoa Azul	Fechada	<ul style="list-style-type: none"> • Lagoa José Sarney • Lagoa do Sapo • Lagoa Câmara Cascudo • Lagoa Nova Natal 	<ul style="list-style-type: none"> • A supressão da mata ciliar das lagoas do Sistema Lacustre Pajussara/Gramorezinho associada à ocupação desordenada das áreas de enchentes das Lagoas provocam prejuízos de ordem socioeconômica; • Impermeabilização dos solos 	<ul style="list-style-type: none"> • Assoreamento das lagoas do Sistema Lacustre Pajussara/Gramorezinho; • Perda de produtividade agrícola; • Comprometimento das características físico-químicas do solo; • Comprometimento das 	<ul style="list-style-type: none"> • Proteção e Recomposição da mata ciliar do Sistema Lacustre Pajussara/Gramorezinho; • Proteção e Recomposição da cobertura vegetal das áreas em processo erosivo; • Combate ao uso de Agrotóxicos e material contaminante; 	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição de mudas contendo espécies vegetais adequadas; • Implantação do Projeto de Arborização urbana; • Instalação da Rede Coletora e de Tratamento de Esgotos Domésticos através de Programa de

	<ul style="list-style-type: none"> • Lagoa dos Idosos • Lagoa Carneiro Ribeiro • Lagoa Don Pedro • Lagoa Parque das Dunas II • Lagoa do Santarenzinho • Lagoa da Soledade • Lagoa do Aliança • Lagoa do Parque dos Coqueiros • Lagoa do Jardim Primavera 	<ul style="list-style-type: none"> • nos lotes e uso da pavimentação impermeabilizante intensifica o runoff e a ocorrência de processos erosivos; • Contaminação de solo e água das áreas agricultáveis com agrotóxico; • Despejo de resíduos sólidos em locais inadequados servindo como foco de atração de roedores e outros vetores de doenças; • Infestação de zoonoses devido a presença de pocilgas e currais; • Depredação do patrimônio público; • Ausência de Rede coletora de esgotos gera a emissão de Efluentes líquidos domésticos <i>in natura</i> nas águas das lagoas, promovendo a contaminação da biota lacustre e aumento de populações bióticas específicas; • Colmatação do fundo das lagoas de drenagem; • Poluição atmosférica gerada pelo uso do fogo; 	<ul style="list-style-type: none"> • características físico-químicas da água; • Eutrofização das águas das lagoas da sub-bacia e do sistema lacustre Gramorezinho/Pajussara; • Contaminação orgânica das águas subterrâneas do aquífero dunas/barreiras; • Alteração do fluxo de drenagem e vazão; • Redução da capacidade de armazenamento das lagoas; • Intensificação da frequência e tempo de enchentes e inundações; • Maior índice de ocorrência de doenças de veiculação hídrica e por contato com roedores e suas excretas; • Desequilíbrio biótico no Sistema Lacustre Pajuçara/Gramorezinho; • Perda da biodiversidade; 	<ul style="list-style-type: none"> • Coleta e tratamento dos Efluentes líquidos domésticos; • Manutenção do sistema de drenagem, com limpeza de bocas de lobo, caixas coletoras e raspagem do fundo das lagoas de captação; • Adoção dos 20% de área permeável do lote, como prevê a lei; • Combate ao uso do fogo; • Retirada das pocilgas e currais; • Combate a invasão das áreas de risco de enchentes e inundação; • Reassentamento da população que vive nas áreas de risco; • Educação ambiental para a população local; • Adoção de telas filtrantes na entrada das lagoas de drenagem, retendo material particulado e rejeitos sólidos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Esgotamento Sanitário; • Recuperação das áreas sobre processo erosivo; • Humanização com projetos de urbanização e paisagismo das áreas de entorno das Lagoas de Captação da Rede de Drenagem; • Criação dos parques lineares; • Implantação de Pavimentação com material poroso, facilitando a infiltração; • Implantação de sistema de pré-tratamento das águas que chegam à Lagoa Azul; • Implantação de lagoa de retenção, isolando a Lagoa Azul dos impactos decorrentes de material poluente; • Perfuração de poços destinados à dessedentação humana e a irrigação de hortaliças para exclusão de riscos de contaminação por veiculação hídrica. • Implantação de unidade de monitoramento ambiental para gestão do sistema da Lagoa Azul.
--	---	--	--	---	---

Bacia Do Rio Golandim	Aberta	-	<ul style="list-style-type: none"> • Impermeabilização dos solos nos lotes intensifica a ocorrência de processos erosivos; • <i>Runoff</i> provocado pelo uso de pavimentação impermeabilizante; • Uso de fossas negras como sistema de pré-tratamento dos efluentes líquidos domésticos gera contaminação do solo e água subterrânea do aquífero barreiras; • Despejo de resíduos sólidos em locais inadequados servindo como foco de atração de roedores e outros vetores de doenças; • Ausência de Rede coletora de esgotos gera a emissão de Efluentes líquidos domésticos <i>in natura</i> nas águas Rio Golandim, promovendo a contaminação da biota fluvial e aumento de populações bióticas específicas; • Depredação do patrimônio público; 	<ul style="list-style-type: none"> • Assoreamento da calha do Rio Golandim; • Alteração do fluxo natural de drenagem e vazão no corpo receptor; • Comprometimento das características físico-químicas do solo; • Comprometimento das características físico-químicas da água do rio; • Eutrofização das águas do Rio Golandim; • Intensificação da frequência e tempo de enchentes e inundações; • Maior índice de ocorrência de doenças de veiculação hídrica e por contato com roedores e suas excretas; • Desequilíbrio biótico no sistema fluvial; • Perda da biodiversidade; 	<ul style="list-style-type: none"> • Proteção e Recomposição da mata ciliar do Rio Golandim; • Proteção e Recomposição da cobertura vegetal dos taludes e áreas em processo erosivo; • Coleta e tratamento dos Efluentes líquidos domésticos; • Manutenção do sistema de drenagem, com limpeza de bocas de lobo e caixas coletoras; • Instalação de dissipadores de energia e caixas de recepção ao fim dos <i>rápidos</i>, auxiliares ao sistema de drenagem existente; • Educação ambiental para a população residente; • Adoção dos 20% de área permeável do lote, como prevê a lei; • Reassentamento da população que vive em áreas de risco; • Retenção de parcela de água no lote em chuvas de pico; 	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição de mudas contendo espécies vegetais adequadas; • Implantação do Projeto de Arborização • Instalação da Rede Coletora e de Tratamento de Esgotos Domésticos através de Programa de Esgotamento Sanitário; • Dragagem do canal fluvial; • Recuperação das áreas sobre processo erosivo; • Criação dos parques lineares; • Implantação de Pavimentação com material poroso, facilitando a infiltração; • Implantação de sistema de pré-tratamento das águas que chegam ao Rio Golandim; • Publicação de norma regulamentar destinada ao licenciamento ambiental, para o dimensionamento de orifício de drenagem das edificações para o viário em função de chuvas de alta frequência, reduzindo as cargas de pico. • Implantação de caixas de brita em solos classe 3 e 4
-----------------------	--------	---	--	--	---	--

						e outros sistemas de infiltração.
Bacia da Lagoa de Extremoz	Aberta	-	<ul style="list-style-type: none"> • A supressão da mata ciliar da lagoa, atrelada a ocupação desordenada dos solos e a impermeabilização dos solos nos lotes favorecem a ocorrência de processos erosivos; • <i>Runoff</i> provocado pelo uso de pavimentação impermeabilizante; • Despejo de resíduos sólidos em locais inadequados servindo como foco de atração de roedores e outros vetores de doenças; • Existência de um Centro Industrial Avançado, gera incertezas quanto ao recolhimento e destinação adequada do lixo e resíduos industriais; • Infestação de zoonoses devido a presença de pocilgas e currais; • Depredação do patrimônio público; • Ausência de Rede coletora de esgotos gera a emissão de Efluentes líquidos domésticos <i>in natura</i> nas 	<ul style="list-style-type: none"> • Assoreamento da Lagoa de Extremoz; • Redução da capacidade de armazenamento da lagoa; • Comprometimento das características físico-químicas da água da Lagoa de Extremoz; • Comprometimento das características físico-químicas do solo urbano; • Eutrofização das águas da Lagoa de Extremoz; • Contaminação orgânica das águas subterrâneas do aquífero dunas/barreiras; • Intensificação da frequência e tempo de enchentes e inundações; • Maior índice de ocorrência de doenças de veiculação hídrica e por contato com roedores e suas excretas; • Desequilíbrio biótico no Sistema Lacustre gerada pelo uso do fogo; • Perda da biodiversidade; 	<ul style="list-style-type: none"> • Proteção e Recomposição da mata ciliar da Lagoa de Extremoz; • Proteção e Recomposição da cobertura vegetal das áreas em processo erosivo; • Coleta e tratamento dos Efluentes líquidos domésticos; • Manutenção do sistema de drenagem, com limpeza de bocas de lobo, caixas coletoras; • Instalação de dissipadores de energia e caixas de recepção ao fim dos <i>rápidos</i>, auxiliares ao sistema de drenagem existente; • Adoção dos 20% de área permeável do lote, como prevê a lei; • Combate ao uso do fogo; • Retirada das pocilgas e currais; • Reassentamento da população que vive nas áreas de risco; • Educação ambiental para a população local; • Retenção de parcela de água 	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição de mudas contendo espécies vegetais adequadas; • Implantação do Projeto de Arborização urbana; • Instalação da Rede Coletora e de Tratamento de Esgotos Domésticos através de Programa de Esgotamento Sanitário; • Recuperação das áreas sobre processo erosivo; • Implantação de Pavimentação com material poroso, facilitando a infiltração; • Implantação de sistema de pré-tratamento das águas que chegam à Lagoa de Extremoz; • Publicação de norma regulamentar destinada ao licenciamento ambiental, para o dimensionamento de orifício de drenagem das edificações para o viário, em função de chuvas de alta frequência, reduzindo as cargas de pico.

			<p>águas da Lagoa de Extremoz, promovendo a contaminação da biota lacustre e aumento de populações bióticas específicas;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso predatório do fogo sobre a mata ciliar e dos tabuleiros costeiros gera Poluição atmosférica e promove erosão; 		no lote em chuvas de pico;	<ul style="list-style-type: none"> • Implantação de caixas de brita em solos classe 3 e 4 e outros sistemas de infiltração.
--	--	--	--	--	----------------------------	--

BACIA	TIPO	SUB-BACIA	IMPACTOS DIRETOS	IMPACTOS INDIRETOS	MEDIDAS MITIGADORAS	ESTRATÉGIAS DE INTERVENÇÃO
Bacia Potengi/Rocas-Ribeira	Aberta	<ul style="list-style-type: none"> • VII.1 • VII.2 • VII.3 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto índice de impermeabilização do solo nas vias de circulação e nos lotes intensificando assim o <i>runoff</i>; • Redução acentuada do estrato arbóreo decorrente da urbanização acentuada; • Aterramento e ocupação indevida da planície de inundação do estuário do Potengi; • Supressão do manguezal decorrente da expansão urbana; • Lançamento de esgotos 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do risco de enchente com conseqüente inundação às margens do Estuário do Potengi durante a maré cheia nos períodos chuvosos; • Arraste de sedimentos e resíduos sólidos das vias de acesso durante os eventos chuvosos, ocasionando obstruções ao atual sistema de drenagem e contribuindo para o assoreamento do estuário do Potengi; • Alteração do fluxo natural de drenagem e vazão do sistema de drenagem e do Rio Potengi; 	<ul style="list-style-type: none"> • Implantação de programa de educação ambiental amplo, mediante meios de comunicação de massa e contato direto com a população mais afetada. • Intensificação da fiscalização para o cumprimento da legislação urbanística e ambiental nos lotes; • Fiscalização das embarcações a motor a fim de evitar o lançamento de óleos e outros efluentes diretamente nas águas; • Concepção e implantação de amplo Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD; 	<ul style="list-style-type: none"> • Reassentamento da população que vive nas áreas de risco; • Instalação da Rede Coletora e de Tratamento de Esgotos através de Programa de Esgotamento Sanitário (saneamento básico); • Dragagem periódica do estuário do Potengi; • Publicação de norma regulamentar destinada ao licenciamento ambiental, para o dimensionamento de orifício de drenagem dos lotes para o viário em função

			<p>sanitários <i>in natura</i> nos corpos d'água e sistema de drenagem, sem o devido tratamento;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instalação de populações humanas em áreas de risco; • Despejo de resíduos sólidos em locais inapropriados e vias de circulação; • Existência de atividades econômicas que proporcionam o lançamento de substâncias poluentes no meio ambiente; • Ligações clandestinas de esgotos nas galerias do sistema de drenagem; • Afogamento do sistema de drenagem na Ribeira, dependente da influência de marés no estuário do Rio Potengi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprometimento das características físico-químicas da água; • Contaminação orgânica e química das águas no estuário; • Perda de biodiversidade; • Desequilíbrio biótico no sistema estuarino; • Inundações na Ribeira e Rocas, quando se associam as fortes chuvas às marés de preamar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção do sistema de limpeza urbana, inclusive das bocas de lobo, caixas coletoras e outras estruturas do sistema de drenagem; • Manutenção e recuperação do sistema de drenagem atualmente existente; • Instalação de recipientes de lixo nas áreas de grande concentração populacional e circulação humana; • Implementação da coleta seletiva de lixo em toda área de abrangência; • Raspagem do fundo das lagoas para aumentar a taxa de absorção do solo; • Educação ambiental para a população da área de abrangência, principalmente para as áreas de concentração de população carente e pontos críticos do sistema de drenagem; • Planejamento e controle a invasão das áreas de risco contra a ocupação humana; • Incentivo a população para ampliar as áreas permeáveis de seus lotes; • Criação de calçadas verdes (grama) ao invés de recobrimento impermeável nos locais públicos, instituições e órgãos públicos e incentivo a 	<p>de chuvas de alta frequência, reduzindo as cargas de pico;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criação de sistema de retenção das águas pluviais nos lotes por um maior período de tempo e em maior quantidade (caixa de brita, sumidouro e outros sistemas de retenção e infiltração); • Associação do poder público com moradores para distribuição e plantio de mudas de espécies vegetais adequadas aos ambientes; • Implantação de programa de arborização para a área de abrangência e criação de áreas verdes;
--	--	--	---	--	---	--

					população para adoção da medida.	
Bacia Praias urbanas	Aberta	<ul style="list-style-type: none"> • VIII 1 • VIII 2 • VIII 3 • VIII 4 • VIII 5 • VIII 6 	<ul style="list-style-type: none"> • Lançamento de esgotos <i>in natura</i> na faixa de praia; • Ocupação desordenada de áreas ambientalmente frágeis; • Impermeabilização por pavimentação de áreas de infiltração natural; • Deposição de Resíduos Sólidos de origem residencial e comercial em áreas inadequadas; • Sobrecarga do sistema de esgotamento sanitário; • Ligações clandestinas no sistema de drenagem de águas pluviais; • Arborização precária; • Acumulo de lixo nas ruas proveniente da atividade pesqueira; 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminação das águas, tornando-as impróprias para banho; • Poluição das águas com conseqüências para a saúde pública; • Aumento do processo de erosão em áreas de dunas e encostas; • Alteração do fluxo natural de vazão e drenagem; • Entupimento de bueiros e calhas de drenagem de águas pluviais; • Lançamento de águas servidas à céu aberto; • Diminuição da capacidade de retenção e absorção de águas pluviais; • Alteração micro climática com ocorrência de desconforto térmico; • Atração de insetos e animais que se alimentam de restos; • Odores fétidos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Fiscalização freqüente para identificação de pontos de despejo de esgotos na Orla e identificação dos responsáveis pela infração; • Combate a invasão das áreas de risco de enchentes e inundação; • Transferência da população que vive nas áreas de risco para locais adequados; • Adoção dos 20% de área permeável do lote, como prevê a lei; • Intensificação da coleta de lixo residencial; • Colocação de coletores de lixo em áreas de grande circulação; • Proteção e Recomposição da cobertura vegetal das áreas em processo erosivo; • Coleta e tratamento dos Efluentes líquidos domésticos; • Manutenção do sistema de drenagem, com limpeza de bocas de lobo, caixas coletoras e raspagem do fundo das lagoas de captação; • Educação ambiental para a 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de penalidades previstas em Lei com obrigatoriedade de compensação ambiental; • Adoção e Implementação de Programas Sociais de Habitação; • Intensificação na Fiscalização de obras, construção ou reforma, com vistas a garantir o respeito à legislação que recomenda área de 20% de permeabilidade no lote; • Adoção da pavimentação com material poroso que absorve as águas provenientes especialmente das chuvas; • Ampliação e instalação da Rede Coletora e de Tratamento de Esgotos Domésticos através de Programa de Esgotamento Sanitário; • Intensificação da coleta de resíduos residenciais e comerciais com ampliação do Programa de Coleta Seletiva;

					população;	<ul style="list-style-type: none"> • Implantação do Projeto de Arborização urbana com distribuição de mudas de espécies adequadas a cada área; • Implantação de Programa de Educação Ambiental com incentivo às escolas de Ensino Fundamental; • Humanização com projetos de urbanização e paisagismo das áreas de entorno das Lagoas de Captação da Rede de Drenagem; • Construção de Parques Lineares;
Bacia Riacho do Baldo	Aberta	<ul style="list-style-type: none"> • IX 1 • IX 2 	<ul style="list-style-type: none"> • Estreitamento do Canal do Baldo e impermeabilização de sua área; • Despejo de águas servidas direto no canal; • Deposição de resíduos sólidos em locais impróprios; • Impermeabilização do solo; • Lançamento clandestino de esgotos na Lagoa Manoel Felipe; • Arborização precária ou insuficiente; • Ocupação de áreas ambientalmente frágeis, tais como: encostas e bordas de lagoas; 	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição do leito e conseqüente limitação da capacidade de armazenagem e transporte das águas pluviais; • Transporte de águas contaminadas contribuindo para a disseminação de doenças de veiculação hídrica; • Entupimento dos bueiros e bocas de lobo; • Obstrução das galerias e calhas de drenagem de águas pluviais; • Sobrecarga do sistema de esgotamento sanitário; • Proliferação de vetores; • Alteração micro climática com ocorrência de desconforto 	<ul style="list-style-type: none"> • Retificação do leito do canal com possível e reurbanização de suas margens; • Ampliação da rede coletora de esgotos; • Fiscalização e aplicação de punição; • Limpeza para retirada de resíduos e desobstrução das galerias, bocas de lobo e calhas de drenagem; • Criação de áreas verdes; • Ampliação do sistema de esgotamento sanitário; • Despoluição da Lagoa Manoel Felipe; • Retirada das pessoas que 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de Programa de reurbanização de áreas degradadas; • Ampliação e instalação da Rede Coletora e de Tratamento de Esgotos Domésticos através de Programa de Esgotamento Sanitário; • Aplicação de penalidades previstas pela legislação para os infratores; • Programa de Educação Ambiental para a população; • Realização de Parcerias público-privadas com fins

				térmico; <ul style="list-style-type: none"> • Presença de odores fétidos em decorrência da poluição da Lagoa Manoel Felipe; • Suscetibilidade a deslizamentos de material; 	ocupam as áreas de risco; <ul style="list-style-type: none"> • Coleta de lixo e coleta seletiva; 	de melhorias na área do entorno da Lagoa Manoel Felipe; <ul style="list-style-type: none"> • Intensificação da Coleta de lixo e Ampliação do Programa de coleta seletiva; • Construção de Parques Lineares;
Potengi/Quintas-Base Naval	Aberta	<ul style="list-style-type: none"> • X 1 • X 2 	<ul style="list-style-type: none"> • Supressão de vegetação ciliar; • Devastação dos mangues; • Lançamento de dejetos <i>in natura</i> direto no leito do rio Potengi; • Deposição de lixo nos corpos hídricos; • Adensamento de áreas ambientalmente frágeis; • Ocupação desordenada das margens do rio Potengi; • Despejo de efluentes <i>in natura</i> nos corpos hídricos; • Avançado processo de erosão das margens do rio; • Lançamento de esgotos à céu aberto; • Alagamento das ruas em períodos chuvosos; • Presença de grande quantidade de substâncias poluentes, tais como óleo 	<ul style="list-style-type: none"> • Assoreamento dos corpos hídricos, especialmente do rio Potengi; • Comprometimento do ciclo biológico; • Ameaça à fauna flúvio-lacustre; • Impermeabilização de áreas de vazão e infiltração das águas das chuvas; • Diminuição da capacidade de drenagem do solo; • Aceleração do processo erosivo; • Proliferação de vetores de doenças; • Veiculação de doenças através das águas dos corpos hídricos, com risco para a saúde pública; • Comprometimento por alagamentos dos bens móveis e imóveis localizados no entorno; • Carreamento dos resíduos de óleo para os corpos hídricos através da rede de drenagem; 	<ul style="list-style-type: none"> • Reestabelecimento da mata ciliar; • Coibição a ação antrópica em áreas de mangue e margens de rios e lagoas; • Respeito aos 20% de permeabilidade dentro do lote; • Coibição das invasões das áreas frágeis suscetíveis aos processos erosivos; • Utilização de processos adequados de tratamentos de efluentes; • Manutenção do sistema de drenagem; 	<ul style="list-style-type: none"> • Campanhas de incentivo ao plantio e manutenção da vegetação ribeirinha; • Recuperação de áreas sob processo erosivo; • Implantação de sistema de pré-tratamento das águas que são destinadas aos mananciais; • Limpeza das galerias, bocas de lobos e calhas de drenagem de águas pluviais; • Implantação de Programa de Educação Ambiental para toda a população; • Construção de Parques Lineares;

			automotivo advindo das oficinas mecânicas;			
Parque das Dunas	Fecha da	<ul style="list-style-type: none"> • XI 1 • XI 2 • XI 3A • XI 3B • XI 4 	<ul style="list-style-type: none"> • Supressão de vegetação nativa, fixadora das dunas do Parque Estadual Dunas de Natal; • Devastação de exemplares de Mata Atlântica; • Ocupações irregulares em áreas de dunas; • Impermeabilização do solo; • Deposição de resíduos sólidos nas ruas e locais de drenagem das águas pluviais; • Lançamento de resíduos sólidos e esgotos <i>in natura</i> nas lagoas; • Lançamento clandestino de esgotos no sistema de drenagem; • Deposição de resíduos sólidos em área de APP; 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do processo erosivo; • Aumento do risco de desastres em períodos chuvosos; • Diminuição da capacidade de infiltração e recarga do aquífero; • Transbordamento das galerias; • Entupimento de galerias; • Transporte do lixo pelas ruas durante os períodos chuvosos; • Sobrecarga do sistema de drenagem pelo lançamento de esgotos clandestinos; • Comprometimento da flora e fauna nativas do Parque das Dunas; 	<ul style="list-style-type: none"> • Coibição das invasões das áreas frágeis suscetíveis aos processos erosivos; • Plantio de mudas de espécimes nativas; • Demolição das edificações e retirada de moradores da área do Parque; • Respeito aos 20% de permeabilidade dentro do lote; • Manutenção do Sistema de Drenagem; • Ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário; • Controle do acesso às áreas de incidência de animais silvestres no Parque das Dunas; • Melhorias no sistema de coleta de resíduos sólidos de origem residencial e comercial; • Colocação de coletores de lixo em áreas de grande circulação; 	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição de mudas de árvores nativas; • Adoção e Implementação de Programas Sociais de Habitação em atendimento à comunidade mais carente do entrono das áreas de risco; • Recuperação de áreas sob processo erosivo; • Implementação de Programa de reurbanização de áreas degradadas; • Intensificação na Fiscalização de obras, construção ou reforma, com vistas a garantir o respeito à legislação que recomenda área de 20% de permeabilidade no lote; • Limpeza das galerias, bocas de lobos e calhas de drenagem de águas pluviais; • Intensificação da coleta de resíduos residenciais e comerciais com ampliação do Programa de Coleta Seletiva;

						<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de Programa de Educação Ambiental no Parque das Dunas, direcionado à comunidade, com cursos de curta duração de reciclagem de material, exposição de vídeos voltados para o tema etc. • Programa de divulgação das ações ligadas à Educação Ambiental;
Rio das Lavadeiras	Aberta	XII.1 XII.2 XII.3 XII.4 XII.5	<ul style="list-style-type: none"> • Alto índice de impermeabilização do solo nas vias de circulação e nos lotes intensificando assim o <i>runoff</i>; • Baixa arborização em contrapartida da urbanização acentuada; • Aterramento e ocupação indevida da planície inundável do estuário do Potengi; • Supressão do manguezal e aterramento das margens do estuário do Rio Potengi para expansão urbana; • Lançamento de efluentes sanitários <i>in natura</i> nos corpos d'água e sistema de drenagem devido a falta de esgotamento sanitário; • Esgotos a céu aberto; • Instalação de populações humanas em áreas de risco; 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do risco de enchente com conseqüente inundação as margens do Estuário do Potengi durante a maré cheia nos períodos chuvosos; • Redução da capacidade de armazenamento da lagoa devido colmatação; • Alteração microclimática com ocorrência de desconforto térmico e aumento do escoamento superficial devido a falta de copa de árvores; • Eutrofização das águas das Lagoa; • Arraste de sedimentos e resíduos sólidos das vias de acesso durante os eventos chuvosos, ocasionando entupimento do atual sistema de drenagem; • Alteração do fluxo natural de drenagem e vazão; • Intensificação da freqüência e 	<ul style="list-style-type: none"> • Intensificação da fiscalização para o cumprimento da legislação urbanística e ambiental nos lotes; • Intensificação da fiscalização nos empreendimentos licenciados e sem licença para regularização de sua situação; • Implementação de programa de recuperação de áreas degradadas; • Manutenção do sistema de limpeza urbana, inclusive das bocas de lobo, caixas coletoras e outras estruturas do sistema de drenagem; • Manutenção e recuperação do sistema de drenagem atualmente existente; • Distribuição de recipientes de lixo nas áreas de grande concentração populacional e circulação humana; 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação da Rede Coletora e de Tratamento de Esgotos através de Programa de Esgotamento Sanitário (saneamento básico); • Pré-tratamento das águas das lagoas antes de alcançarem o destino final no Riacho das Lavadeiras, conseqüentemente o estuário do Potengi; • Publicação de norma regulamentar destinada ao licenciamento ambiental, para o dimensionamento de orifício de drenagem dos lotes para o viário em função de chuvas de alta freqüência, reduzindo as cargas de pico; • Criação de sistema de retenção das águas pluviais nos lotes por um maior período de tempo e em

			<p>tais como margens de lagoas, encostas, margens do estuário através de aterramento;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Despejo de resíduos sólidos em locais inapropriados e vias de circulação; • Existência de atividades econômicas que proporcionam o lançamento de substâncias poluentes no meio ambiente; • Ligações clandestinas de esgotos as tubulações do sistema de drenagem. 	<p>tempo de enchentes e inundações;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprometimento das características físico-químicas da água; • Eutrofização das águas e colmatação do fundo das lagoas de drenagem; • Contaminação orgânica das águas das lagoas e do estuário do Potengi; • Maior índice de ocorrência de doenças de veiculação hídrica e por contato com roedores e suas excretas; • Desequilíbrio biótico no sistema lacustre e estuarino; • Surgimento de ravinas e vossorocas resultantes de processos erosivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação da coleta seletiva de lixo em toda área de abrangência; • Raspagem do fundo das lagoas para aumentar a taxa de absorção do solo; • Educação ambiental para a população da área de abrangência, principalmente para as áreas de concentração de população carente e pontos críticos do sistema de drenagem; • Planejamento e controle a invasão das áreas de risco contra a ocupação humana; • Incentivo a população para ampliar as áreas permeáveis de seus lotes; • Criação de calçadas verdes (grama) ao invés de recobrimento impermeável nos locais públicos, instituições e órgãos públicos e incentivo a população para adoção da medida. 	<p>maior quantidade (caixa de brita, sumidouro e outros sistemas de retenção e infiltração);</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implantação de Pavimentação com material poroso, facilitando a infiltração; • Associação do poder público com moradores para distribuição e plantio de mudas de espécies vegetais adequadas aos ambientes; • Implantação de programa de arborização para a área de abrangência e criação de áreas verdes; • Humanização com projetos de urbanização e paisagismo das áreas de entorno das Lagoas de Captação da Rede de Drenagem; • Criação dos parques lineares; • Monitoramento dos processos erosivos nas áreas de risco; • Regularização fundiária nas áreas de risco; • Reassentamento da população que vive nas áreas de risco; • Recuperação de áreas degradadas e que sofrem
--	--	--	---	--	---	---

						com processos erosivos. <ul style="list-style-type: none"> • Adoção de telas filtrantes na entrada das lagoas de drenagem, retendo material particulado e rejeitos sólidos.
Bacia Via Costeira	Aberta		<ul style="list-style-type: none"> • Ocupação da orla marítima em local de deflação dos sedimentos; • Erosão de frações das praias e pós-praia proporcionada pelo sistema inadequado de drenagem originário da via de circulação; • Arraste de materiais particulados e resíduos sólidos das vias de circulação e hotéis para a faixa de praia e o mar nos períodos chuvosos; • Ligações clandestinas de esgotos nas tubulações do sistema de drenagem, despejados na praia; • Deposição de resíduos sólidos em locais inapropriados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração da dinâmica sedimentar, impedindo o transporte de sedimentos que alimentam as dunas do Parque das Dunas; • Contaminação das águas oceânicas tornando-as impróprias para a balneabilidade; • Impacto visual devido aos esgotos existentes na faixa de praia e ao acúmulo de resíduos sólidos depositados em áreas indevidas, muitas vezes transportados pelas águas pluviais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza periódica das praias, com intensificação nos períodos chuvosos; • Implementação de programa de recuperação de áreas degradadas; • Assegurar a proteção da cerca que limita a via costeira como Parque das Dunas para impedir degradação da área protegida; 	<ul style="list-style-type: none"> • Implantação de Pavimentação com material poroso, facilitando a infiltração; • Publicação de norma regulamentar para que todos os empreendimentos existentes na via costeira implementem sistemas de tratamento particular de efluentes, tornando proibitivo o lançamento de qualquer substância poluente; • Urbanização da orla, assegurando o respeito ao aspecto cênico da paisagem.
Bacia Rio Potengi /Felipe Camarão	Aberta	XIV.1 XIV.2	<ul style="list-style-type: none"> • Alto índice de impermeabilização do solo nas vias de circulação e nos lotes intensificando assim o <i>runoff</i>; • Uso de pavimentação impermeabilizante intensificando o <i>runoff</i>; • Supressão do manguezal e 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do risco de inundação as margens do estuário; • Arraste de resíduos sólidos e sedimentos existentes nas vias de circulação, nos períodos chuvosos, para as áreas mais baixas do relevo e conseqüentemente o corpo d'água receptor das águas 	<ul style="list-style-type: none"> • Intensificação da fiscalização para o cumprimento da legislação urbanística e ambiental nos lotes; • Intensificação da fiscalização nos empreendimentos licenciados e sem licença para regularização de sua situação; • Intensificação da fiscalização nas 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação da Rede Coletora e de Tratamento de Esgotos através de Programa de Esgotamento Sanitário (saneamento básico); • Pré-tratamento das águas das lagoas antes de alcançarem o destino final no Riacho das Lavadeiras,

		<p>avanço sobre o ecossistema devido a pressão urbana;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Supressão de vegetação nativa em área de dunas; • Extração de areia em áreas de dunas; • Deposição de resíduos sólidos em locais inapropriados, inclusive em áreas de preservação permanente; • Lançamento de efluentes sanitários <i>in natura</i> nos corpos d'água devido à falta de esgotamento sanitário; • Esgotos a céu aberto; • Infestação de zoonoses devido a presença de pocilgas e currais as margens do estuário Potengi/Jundiá; • Instalação de populações humanas em áreas de risco e de preservação permanente, tais como margens de lagoas, encostas e margens de rio; • Ligações clandestinas de esgotos nas tubulações do sistema de drenagem; • Existência de cemitério sem camada impermeável no subsolo; • Existência de atividades econômicas que proporcionam o lançamento 	<p>pluviais;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento do escoamento superficial e de processos erosivos; • Interferência no ciclo hidrológico e conseqüente rebaixamento do lençol freático e recarga do aquífero; • Perda de biodiversidade; • Assoreamento do corpo d'água receptor do sistema de drenagem; • Surgimento de processos erosivos em áreas desprovidas de vegetação ou qualquer outro tipo de cobertura protetora sobre encostas e locais de alta declividade; • Surgimento de vetores transmissores de doenças em áreas urbanas pela deposição de resíduos sólidos em locais inadequados e sem tratamento; • Surgimento de vetores transmissores de doenças provenientes das áreas sem saneamento básico; • Destruição de áreas de preservação permanente; • Alteração das características físico-química das águas dos corpos receptores por contaminação de substâncias poluentes; 	<p>áreas de preservação permanente;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementação de programa de recuperação de áreas degradadas; • Manutenção do sistema de limpeza urbana, inclusive das bocas de lobo, caixas coletoras e outras estruturas do sistema de drenagem; • Manutenção e recuperação do sistema de drenagem atualmente existente; • Retirada das pocilgas e currais da área urbana, ou próximos aos cursos e coleções hídricas ou adoção de sistema de tratamento; • Distribuição de recipientes de lixo nas áreas de grande concentração populacional e circulação humana; • Implementação da coleta seletiva de lixo em toda área de abrangência; • Raspagem do fundo das lagoas para aumentar a taxa de absorção do solo; • Educação ambiental para a população da área de abrangência, principalmente para as áreas de concentração de população carente e pontos críticos do sistema de drenagem; • Planejamento e controle a invasão das áreas de risco contra 	<p>conseqüentemente o estuário do Potengi;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Publicação de norma regulamentar destinada ao licenciamento ambiental, para o dimensionamento de orifício de drenagem dos lotes para o viário em função de chuvas de alta frequência, reduzindo as cargas de pico; • Criação de sistema de retenção das águas pluviais nos lotes por um maior período de tempo e em maior quantidade (caixa de brita, sumidouro e outros sistemas de retenção e infiltração); • Implantação de Pavimentação com material poroso, facilitando a infiltração; • Associação do poder público com moradores para distribuição e plantio de mudas de espécies vegetais adequadas aos ambientes; • Implantação de programa de arborização para a área de abrangência e criação de áreas verdes; • Humanização com projetos de urbanização e paisagismo das áreas de entorno das Lagoas de
--	--	---	---	---	---

			<p>de substâncias poluentes no meio ambiente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Eutrofização das águas e colmatação do fundo das lagoas de drenagem; • Desequilíbrio biótico no sistema lacustre e estuarino; • Contaminação do lençol freático e aquífero por falta de esgotamento sanitário e do lançamento de substâncias nocivas originárias de atividades econômicas que não tratam seus rejeitos e efluentes. 	<p>a ocupação humana;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incentivo a população para ampliar as áreas permeáveis de seus lotes; • Criação de calçadas verdes (grama) ao invés de recobrimento impermeável nos locais públicos, instituições e órgãos públicos e incentivo a população para adoção da medida. 	<p>Captação da Rede de Drenagem;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criação dos parques lineares; • Monitoramento dos processos erosivos nas áreas de risco; • Impermeabilização do subsolo nas áreas de cemitérios; • Regularização fundiária nas áreas de risco; • Reassentamento da população que vive nas áreas de risco; • Recuperação de áreas degradadas e que sofrem com processos erosivos; • Adoção de telas filtrantes na entrada das lagoas de drenagem, retendo material particulado e rejeitos sólidos.
Bacia Lagoas da Jaguarari	Fecha da		<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da pressão urbana sobre ecossistemas frágeis; • Alto índice de impermeabilização do solo nas vias de circulação e nos lotes intensificando assim o <i>runoff</i>; • Baixa arborização em contrapartida da urbanização acentuada; • Supressão de vegetação nativa em área de dunas; 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração do relevo e declividades devido aos aterramentos, com conseqüente alteração do fluxo natural de drenagem; • Interferência no ciclo hidrológico e conseqüente rebaixamento do lençol freático e recarga do aquífero; • Aumento do <i>runoff</i> e vazão da água para os corpos receptores; • Alteração microclimática com 	<ul style="list-style-type: none"> • Intensificação da fiscalização para o cumprimento da legislação urbanística e ambiental nos lotes; • Intensificação da fiscalização nos empreendimentos licenciados e sem licença para regularização de sua situação; • Intensificação da fiscalização nas áreas de preservação permanente; • Implementação de programa de 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação da Rede Coletora e de Tratamento de Esgotos através de Programa de Esgotamento Sanitário (saneamento básico); • Pré-tratamento das águas das lagoas antes de alcançarem o destino final no Riacho das Lavadeiras, conseqüentemente o estuário do Potengi; • Publicação de norma

			<ul style="list-style-type: none"> • Extração de areia em áreas de dunas; • Deposição de resíduos sólidos em locais inapropriados, inclusive em áreas de preservação permanente; • Lançamento de efluentes sanitários <i>in natura</i> nos corpos d'água devido a falta de esgotamento sanitário; • Esgotos a céu aberto; • Ligações clandestinas de esgotos nas tubulações do sistema de drenagem; • Instalação de populações humanas em áreas de risco e de preservação permanente, tais como margens de lagoas e encostas acentuadas; • Existência de atividades econômicas que proporcionam o lançamento de substâncias poluentes no meio ambiente. 	<p>ocorrência de desconforto térmico e aumento do escoamento superficial devido a falta de copa de árvores;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Surgimento de processos erosivos em áreas desprovidas de vegetação ou qualquer outro tipo de cobertura protetora sobre encostas e locais de alta declividade; • Aumento do risco de inundação as margens dos corpos d'água; • Arraste de resíduos sólidos e sedimentos existentes nas vias de circulação, nos períodos chuvosos, para as áreas mais baixas do relevo e conseqüentemente os corpos d'água receptores; • Assoreamento dos canais de drenagem e corpos d'água receptores das águas pluviais; • Perda de biodiversidade; • Surgimento de vetores transmissores de doenças em áreas urbanas pela deposição de resíduos sólidos em locais inadequados e sem tratamento; • Surgimento de vetores transmissores de doenças provenientes das áreas sem saneamento básico; • Destruição de áreas de preservação permanente; • Alteração das características 	<p>recuperação de áreas degradadas;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manutenção do sistema de limpeza urbana, inclusive das bocas de lobo, caixas coletoras e outras estruturas do sistema de drenagem; • Manutenção e recuperação do sistema de drenagem atualmente existente; • Retirada das pocilgas e currais da área urbana, ou próximos aos cursos e coleções hídricas; • Distribuição de recipientes de lixo nas áreas de grande concentração populacional e circulação humana; • Implementação da coleta seletiva de lixo em toda área de abrangência; • Raspagem do fundo das lagoas para aumentar a taxa de absorção do solo; • Educação ambiental para a população da área de abrangência, principalmente para as áreas de concentração de população carente e pontos críticos do sistema de drenagem; • Planejamento e controle a invasão das áreas de risco contra a ocupação humana; • Incentivo a população para ampliar as áreas permeáveis de 	<p>regulamentar destinada ao licenciamento ambiental, para o dimensionamento de orifício de drenagem dos lotes para o viário em função de chuvas de alta frequência, reduzindo as cargas de pico;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criação de sistema de retenção das águas pluviais nos lotes por um maior período de tempo e em maior quantidade (caixa de brita, sumidouro e outros sistemas de retenção e infiltração); • Implantação de Pavimentação com material poroso, facilitando a infiltração; • Associação do poder público com moradores para distribuição e plantio de mudas de espécies vegetais adequadas aos ambientes; • Implantação de programa de arborização para a área de abrangência e criação de áreas verdes; • Humanização com projetos de urbanização e paisagismo das áreas de entorno das Lagoas de Captação da Rede de Drenagem; • Criação dos parques
--	--	--	--	---	---	---

				<p>físico-química das águas dos corpos receptores por contaminação de substâncias poluentes;</p> <ul style="list-style-type: none"> Eutrofização das águas e colmatação do fundo das lagoas de drenagem; Contaminação do lençol freático e aquífero por falta de esgotamento sanitário e do lançamento de substâncias nocivas originárias de atividades econômicas que não tratam seus rejeitos e efluentes. 	<p>seus lotes;</p> <ul style="list-style-type: none"> Criação de calçadas verdes (grama) ao invés de recobrimento impermeável nos locais públicos, instituições e órgãos públicos e incentivo a população para adoção da medida. 	<p>lineares;</p> <ul style="list-style-type: none"> Monitoramento dos processos erosivos nas áreas de risco; Regularização fundiária nas áreas de risco; Reassentamento da população que vive nas áreas de risco; Recuperação de áreas degradadas e que sofrem com processos erosivos; Adoção de telas filtrantes na entrada das lagoas de drenagem, retendo material particulado e rejeitos sólidos.
Rio Pitimbu	Aberta	<ul style="list-style-type: none"> Ocupação desordenada em áreas de APP, gerando perda de biodiversidade e favorecendo para a ocorrência de processos erosivos; Impermeabilização dos solos, nos lotes e no sistema viário decorrente do uso de pavimentação impermeabilizante, intensificando o <i>runoff</i>; Supressão da mata ciliar do Rio Pitimbu gera assoreamento da calha fluvial; Contaminação do solo e água devido a ausência de saneamento básico, levando riscos à saúde pública e ao ecossistema; 	<ul style="list-style-type: none"> Assoreamento da calha do Rio Pitimbu; Alteração do fluxo natural de drenagem e vazão no corpo receptor; Comprometimento das características físico-químicas da água e do solo; Eutrofização das águas do Rio Pitimbu; Contaminação orgânica das águas subterrâneas do aquífero dunas/barreiras; Intensificação da frequência e tempo de enchentes e inundações; Maior índice de ocorrência de doenças de veiculação hídrica e por contato com roedores e suas 	<ul style="list-style-type: none"> Proteção e recomposição da mata ciliar do Rio Pitimbu; Proteção e recomposição da cobertura vegetal dos taludes e áreas em processo erosivo; Delimitação física dos limites de Proteção integral do Rio Pitimbu e da ZPA 03; Coleta e tratamento dos Efluentes líquidos domésticos; Manutenção do sistema de drenagem, com limpeza de bocas de lobo, caixas coletoras; Educação ambiental para a população residente; Fiscalizar os 20% de área permeável do lote, como prevê a legislação PDN; Retirada das pocilgas e currais da 	<ul style="list-style-type: none"> Implantação de amplo plano de arborização em associação com moradores; Instalação da Rede Coletora e de Tratamento de Esgotos Domésticos através de Programa de Esgotamento Sanitário; Dragagem e regularização do canal fluvial do Rio Pitimbu; Recomposição vegetal das áreas com processo erosivo; Humanização com projetos de urbanização e paisagismo das margens do Rio Pitimbu com a criação de parques lineares; 	

			<ul style="list-style-type: none"> • Despejo de resíduos sólidos em locais inadequados servindo como foco de atração de roedores e outros vetores de doenças; • Contaminação da biota fluvial e aumento de populações bióticas específicas, como algas e cianobactérias; • Ausência de Rede coletora de esgotos gera a emissão de Efluentes líquidos domésticos <i>in natura</i> nas águas do Rio Pitimbu; • Depredação do patrimônio público (rede de drenagem) favorece a ocorrência de enchentes nos bairros da bacia; 	<ul style="list-style-type: none"> • excretas; • Desequilíbrio biótico no sistema fluvial; • Perda da biodiversidade; 	<ul style="list-style-type: none"> • área urbana, ou próximos aos cursos e coleções hídricas; • Controle a invasão das áreas de risco de enchentes e inundação; • Reassentamento da população que vive nas áreas de risco; • Construção de sistemas de lagoas de estabilização, a fim de realizar o pré-tratamento das águas drenadas pela chuva e que chegam ao rio Pitimbu; • Retenção de parcela de água no lote em chuvas de pico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implantação de pavimentação com material poroso, facilitando a infiltração; • Implantação de sistema de pré-tratamento das águas que chegam ao Rio Pitimbu; • Publicação de norma regulamentar destinada ao licenciamento ambiental, para o dimensionamento de orifício de drenagem dos lotes para o viário em função de chuvas de alta frequência, reduzindo as cargas de pico; • Regularização dos passeios públicos e incentivo a implementação de calçadas verdes (definição, no PD, de pelo menos 1m de calçada permeável);
San Vale/Cidade Satélite	Fecha da		<ul style="list-style-type: none"> • Ocupação desordenada em áreas de APP, gerando perda de biodiversidade e favorecendo para a ocorrência de processos erosivos; • Impermeabilização dos solos, nos lotes e no sistema viário decorrente do uso de pavimentação impermeabilizante, intensificando o <i>runoff</i>; • Supressão da cobertura vegetal e extração irregular de areia atrelado a 	<ul style="list-style-type: none"> • Surgimento de intensos processos erosivos nas áreas de fundo de bacia e nas encostas das dunas; • Desvalorização dos imóveis situados nos bairros da bacia; • Contaminação orgânica das águas subterrâneas do aquífero dunas/barreiras; • Intensificação da frequência e tempo de enchentes e inundações; • Maior índice de ocorrência de doenças de veiculação hídrica e por contato com roedores e suas 	<ul style="list-style-type: none"> • Recomposição da cobertura vegetal nas encostas de dunas e nos fundos de bacia; • Regularização dos serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos; • Manutenção preventiva da rede de Drenagem instalada; • Desenvolvimento de programas de Educação Ambiental e de consciência cidadã para conservação do Patrimônio Público; • Fiscalizar e combater a ocupação irregular das áreas 	<ul style="list-style-type: none"> • Implantação de amplo plano de arborização em associação com moradores; • Instalação da Rede Coletora e de Tratamento de Esgotos Domésticos através de Programa de Esgotamento Sanitário; • Recomposição vegetal das áreas com processo erosivo; • Urbanização das áreas verdes situadas na área da bacia, priorizando a arborização e o uso de piso

			<p>movimentação de terra tem promovido a descaracterização do cordão dunar;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contaminação do solo e água devido a ausência de saneamento básico, levando riscos à saúde pública e ao ecossistema local; • Despejo de resíduos sólidos em locais inadequados, degradando a paisagem e servindo como foco de atração de roedores e outros vetores de doenças; • Ausência de Rede coletora de esgotos favorece a ocorrência de lançamento in natura de esgotos domésticos nas ruas; • Depredação do patrimônio público (rede de drenagem) favorece a ocorrência de pontos de alagamentos nos bairros da bacia; 	<p>excretas;</p>	<p>verdes situadas dentro da bacia;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retenção de parcela de água no lote em chuvas de pico; Fiscalizar o cumprimento dos 20% de área permeável nos lotes, previsto pelo PDN. 	<p>permeável nos projetos de passeio publico;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implantação de pavimentação com material poroso, facilitando a infiltração; • Publicação de norma regulamentar destinada ao licenciamento ambiental, para o dimensionamento de orifício de drenagem dos lotes para o viário em função de chuvas de alta frequência, reduzindo as cargas de pico; • Regularização dos passeios públicos e incentivo a implementação de calçadas verdes (definição, no PD, de pelo menos 1m de calçada permeável);
Rio Jundiá/Guarapes	Aberta		<ul style="list-style-type: none"> • Supressão da mata ciliar e a ocupação desordenada dos solos, sobretudo das áreas naturalmente ocupadas por manguezal, e taludes, intensificam a ocorrência de processos erosivos; • Despejo de resíduos sólidos em locais inadequados servindo como foco de atração de roedores e outros vetores de doenças; • Ocupação da zona estuarina 	<ul style="list-style-type: none"> • Probabilidade de ocorrência de desmoronamentos e deslizamentos de terra, com perda de vidas humanas; • Assoreamento da calha dos Rios Jundiá/Guarapes; • Assoreamento das nascentes do Rio da Prata, afluente do Rio Guarapes • Alteração do fluxo natural de drenagem e vazão dos rios e seus afluentes; • Comprometimento das 	<ul style="list-style-type: none"> • Proteção e recomposição da mata ciliar e da área de mangues ocupado por indústria e, sobretudo, pelas imunizadoras; • Proteção e recomposição da cobertura vegetal dos taludes e áreas em processo erosivo; • Proteção e Recuperação das nascentes do Rio da Prata; • Combate ao uso do fogo; • Retirada das pocilgas e currais; • Combate a invasão das áreas de talude e de manguezais (APP's); 	<ul style="list-style-type: none"> • Associação do poder com moradores para plantio de mudas de espécies vegetais adequadas; • Implantação do Plano de Arborização Urbana; • Ampliação e instalação da Rede Coletora e de Tratamento de Esgotos Domésticos através de Programa de Esgotamento Sanitário; • Monitoramento semestral

		<p>por indústrias e por empresas limpa-fossas, descaracterizam o meio ambiente local;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausência de Rede coletora de esgotos gera a emissão de Efluentes líquidos domésticos <i>in natura</i> nas águas do Rio Jundiáí/Guarapes e seus Afluentes, promovendo a contaminação da biota estuarina e aumento de populações bióticas específicas; • Ocupação desordenada das áreas de manguezal, sobre influência da maré; • Infestação de zoonoses devido a presença de pocilgas e currais às margens dos rios Jundiáí/Guarapes • Depredação do patrimônio público; 	<p>características físico-químicas do solo e da água;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contaminação orgânica das águas no estuário, com grande perda da biota local; • A mortandade de peixes e crustáceos tem gerado sérios problemas sociais junto a colônia de pescadores local; • Contaminação das águas subterrâneas do aquífero barreiras; • Aumento do risco e frequência de enchentes; • Maior índice de doenças de veiculação hídrica e por contato com roedores e suas excretas; • Desequilíbrio biótico no sistema estuarino; • Perda da biodiversidade; <p>O uso do fogo gera poluição atmosférica;</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reassentamento da população que vive nas áreas de risco; • Coleta e tratamento dos Efluentes líquidos domésticos; • Manutenção do sistema de drenagem, com limpeza de bocas de lobo, caixas coletoras e raspagem do fundo das lagoas de captação • Educação ambiental para a população residente; • Adoção dos 20% de área permeável do lote, como prevê a lei; • Retenção parcela de água no lote em chuvas de pico. 	<p>da qualidade das águas do estuário, bem como da recuperação da biota estuarina;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acompanhamento social as famílias da colônia de Pescadores local; • Humanização com projetos de urbanização e paisagismo das áreas de entorno das Lagoas de Captação da Rede de Drenagem; • Criação dos parques lineares; • Monitoramento dos processos erosivos na área de ocupação dos taludes; • Retirada da população residente nas áreas de talude e desapropriação das áreas ainda não ocupadas, com o fim de recuperação e conservação destas áreas de risco ambiental; • Os novos projetos de urbanização devem contemplar o uso de Pavimentação com material poroso, facilitando a infiltração; • Publicação de norma regulamentar destinada ao licenciamento ambiental, para o dimensionamento de orifício de drenagem dos lotes para o viário em
--	--	--	--	--	--

						função de chuvas de alta frequência, reduzindo as cargas de pico. <ul style="list-style-type: none"> • Implantação de caixas de brita em solos classe 3 e 4.
Lagoinha	Fecha da	<ul style="list-style-type: none"> • A supressão da mata ciliar das lagoas da ZPA 05, associada à ocupação desordenada das áreas de enchentes das Lagoas provocam prejuízos de ordem socioeconômica; • Valorização do solo urbano gerado pela especulação imobiliária, tem intensificado a pressão sobre as lagoas e dunas do sistema lacustre da ZPA 05; • Impermeabilização dos solos nos lotes e uso da pavimentação impermeabilizante nas vias de circulação, tem intensificado o <i>runoff</i> e a ocorrência de processos erosivos; • Despejo de resíduos sólidos em locais inadequados servindo como foco de atração de roedores e outros vetores de doenças; • Depredação do patrimônio público; • Ausência de Rede coletora de esgotos gera a emissão de Efluentes líquidos domésticos <i>in natura</i> nas 	<ul style="list-style-type: none"> • A pressão imobiliária sobre as lagoas e o desmatamento de encosta de dunas tem provocado intenso assoreamento das lagoas do Sistema Lacustre; • Comprometimento das características físico-químicas do solo e da água das lagoas; • Eutrofização das águas das lagoas da bacia e do sistema lacustre; • Contaminação orgânica das águas subterrânea do aquífero dunas/barreiras; • Alteração do fluxo de drenagem e vazão; • Redução da capacidade de armazenamento das lagoas; • Intensificação da frequência e tempo de enchentes e inundações; • Maior índice de ocorrência de doenças de veiculação hídrica e por contato com roedores e suas excretas; • Desequilíbrio biótico no Sistema Lacustre; • Perda da biodiversidade; 	<ul style="list-style-type: none"> • Proteção e Recomposição da mata ciliar do Sistema Lacustre e da encosta das dunas; • Limpeza e recuperação das margens das lagoas do sistema lacustre; • Proteção e Recomposição da cobertura vegetal das áreas em processo erosivo; • Regularização fundiária na área da ZPA 05 – lagoinha; • Coleta e tratamento dos Efluentes líquidos domésticos; • Manutenção do sistema de drenagem, com limpeza de bocas de lobo, caixas coletoras e raspagem do fundo das lagoas de captação; • Manutenção do sistema de Esgotamento Sanitário, com raspagem das lagoas de decantação e correto destino do lodo; • Adoção dos 20% de área permeável do lote, como prevê a lei; • Combate ao uso do fogo; • Educação ambiental para a população local; • Adoção de telas filtrantes na entrada das lagoas de 	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição de mudas contendo espécies vegetais adequadas; • Implantação do Projeto de Arborização urbana; • Ampliação da Rede Coletora e de Tratamento de Esgotos Domésticos através de Programa de Esgotamento Sanitário; • Recuperação das áreas sobre processo erosivo; • Humanização com projetos de urbanização e paisagismo das áreas de entorno das Lagoas de Captação da Rede de Drenagem; • Criação dos parques lineares; • Delimitação georreferenciada e cercamento da Sob-Zona de Proteção da ZPA 05, com instituição de uma unidade de Conservação do Município; • Implantação de Pavimentação com material poroso, facilitando a infiltração; 	

			<p>águas das lagoas, promovendo a contaminação da biota lacustre e aumento de populações bióticas específicas;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poluição atmosférica gerada pelo uso do fogo; 		<p>drenagem, retendo material particulado e rejeitos sólidos;</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Perfuração de uma bateria poços no entorno da “Lagoa do CTG” destinados ao abastecimento público de água e controle do nível freático das lagoas durante o período chuvoso. • Implantação de unidade de monitoramento ambiental para gestão do sistema lacustre.
<p>Praia de Ponta Negra</p>	<p>Aberta</p>		<ul style="list-style-type: none"> • O sub-dimensionamento da Rede Coletora de Esgotos do Bairro de Ponta Negra fez com que houvesse derramamento de efluentes domésticos na praia; • Devido o desnível topográfico existente entre a praia de Ponta Negra e a parte continental, associado a inexistência de projetos de engenharia voltados a redução da energia mecânica das águas pluviais que chegam a praia, verifica-se a ocorrência de intensos processos erosivos na saída das tubulações; • A eficiência da coleta de lixo associado a falta de educação de freqüentadores da praia de Ponta Negra, tem feito com que haja o acúmulo de grande quantidade de lixo na orla desta praia, gerando um aspecto cênico feio e degradado. 	<ul style="list-style-type: none"> • O lançamento de efluentes in natura na praia, além de gerar um aspecto cênico feio e degradado, contamina a água do mar e as areias da praia, difundindo doenças dermatológicas em banhistas e freqüentadores da praia; • O processo erosivo decorrente da rede de drenagem, associado ao processo erosivo do mar tem provocado prejuízos ao longo do passeio público que margeia a praia de Ponta Negra; • Redução no número de freqüentadores da praia tem gerado perdas econômicas ao comerciantes de Ponta Negra; 	<ul style="list-style-type: none"> • Redimensionamento do sistema de esgotamento Sanitário de Ponta Negra; • Recuperação do sistema de drenagem que chega a praia; • Recuperação das áreas degradadas; • Desenvolvimento de um Programa de Educação Ambiental com freqüentadores e comerciantes da praia de Ponta Negra; • Redimensionamento das equipes de limpeza urbana da praia de Ponta Negra; 	<ul style="list-style-type: none"> • Redesenho do sistema de drenagem de Ponta Negra, com a adoção de redutores de energia e combate ao processo erosivo pluvial;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R. F. Contribuição ao estudo da evolução morfodinâmica do litoral oriental sul do rio grande do norte, entre ponta de Búzios e Baía Formosa. Porto Alegre, 2000, 252 p. Tese de doutorado em geociências, Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

AMARAL, R.F.; DINIZ FILHO, J.B.; FONSECA, V.P. 2005. Degradação ambiental na cidade do Natal: aspectos geomorfológicos e hidrogeológicos. IG. Série B, Estudos e pesquisas, Recife, PE, v. 15, n. 1, p. 102-113, 2005.

BRAGA, Benedito *et all*. Introdução à engenharia ambiental – 2ª. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL, Ministério das Minas e Energia; Secretaria Geral. Projeto RADAM BRASIL Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Interior. Levantamento exploratório do Estado do Rio Grande do Norte. Recife: SUDENE, 1981. 531 p. (Boletim 21 do RADAMBRASIL).

BRASIL, Ministério de Minas e Energia; DNPM, Departamento Nacional de Produção Mineral. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte. Recife: DNPM/UFRN/PETROBRAS/CRM, 1998. (1 mapa, color. Escala 1:500.000).

BRASIL, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Sistema Brasileiro de classificação de solos. Brasília-DF: Serviço de Produção de Informação, 1999.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente; CONAMA. Resolução CONAMA Nº 303/2002. Brasília: MMA/CONAMA, 2002.

BRASIL; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Biomas do Brasil e o Mapa de Vegetação do Brasil. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169> acesso em: 25 jul. 2008.

CAERN. Plano Diretor de esgotos sanitários da cidade do Natal/RN. Natal, v 1-2. 1995.

CESTARO, Luiz Antonio. Ecossistemas terrestres naturais do Rio Grande do Norte. Disciplina de Ecologia do 5º período do Curso de Geografia – Bacharelado – UFRN 2005.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. Geomorfologia. 2ª Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188 p.

DINIZ FILHO, J. B.; MELO, J. G. Potencialidades Hidrogeológicas e Aspectos da Vulnerabilidade e Riscos de Contaminação dos Aquíferos no Vale do Ceará Mirim/RN. In: XIII Cong. Brasil de águas Subterrâneas / XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Cuiabá, 2004 (Anais).

GUERRA, Antonio Teixeira; GUERRA, Antonio José Teixeira. Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico. Rio de Janeiro: Bretand Brasil, 1997. 648p.

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.

IBAMA; CECAV/RN. Diagnóstico Espeleológico do Rio Grande do Norte. Disponível em: <www.ibama.gov.br/cecav/download.php?id_download=292> acesso em: 28 jul. 2008.

IDEMA, Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio ambiente do Rio Grande do Norte, através da Coordenadoria de Estudos Sócio-econômicos – CESE, 33ª edição do Anuário Estatístico do Rio Grande do Norte – 2006. Disponível: <http://www.rn.gov.br/secretarias/idema/anuario2006/caracterizacao_territorio.html> Acesso em: 28 jul. 2008.

IDEMA, Instituto de Defesa do Meio Ambiente. Perfil do RN. Disponível em: <<http://www.rn.gov.br/secretarias/idema/perfilrn/Aspectos-fisicos.pdf>> Acesso em: 31 jul. 2008.

LACERDA, L. D.; ARAÚJO, D. S.; MACIEL, N. C. 1993. Dry coastal ecosystems of the tropical brazilian coast. Pp. 477-493. In: E. van der Maarel (Ed.), Dry Coastal Ecosystems. Africa, America and Oceania. Elsevier, Amsterdam.

LATOUCHE, C.; JOUANNEAU, J.M.; TRUCQ, B. (1984) *In*: Restingas: origem, estrutura e processos. CEUFF, Niterói. p.369-371.

LEINZ, Viktor; AMARAL, Sérgio Estanislau do. Geologia geral. 14ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2003. 399 p.

LORENZI, H. 1982. Plantas Daninhas do Brasil. Ed. do Autor, Nova Odessa.

LUCEÑO, M.; ALVES, M. V. 1997. Clave de los géneros de ciperáceas de Brasil y novedades taxonómicas e corológicas en la familia. Conservatoire et Jardin Botaniques de Genève 52(1): 185-197.

LUCEÑO, M.; ALVES, M. V.; MENDES, A. P. 1997. Catálogo florístico y claves de identificación de las ciperáceas de los estados de Paraíba y Pernambuco (Nordeste de Brasil). Anales Jardín Botánico de Madrid 55(1): 67-100.

LUGO, A. E.; SNEDAKER, S. C. 1974. The ecology of mangroves. Annual Review of Ecology Systematics 5: 39-64.

MATIAS, L. Q. & SILVA, E. V. da. 1998. Estudo da vegetação da Área de Proteção Ambiental de Jericoacoara, Ceará. Relatório técnico-IBAMA. UFC, Fortaleza.

MEDEIROS, Tásia Hortêncio de Lima. 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, Tásia Hortêncio de Lima. Análise Ambiental. In: Nunes, E; et al. (org.). Dinâmica e Gestão do território potiguar. Natal: EDUFRN, 2007. 284p.

MENEZES, L. F. T.; ARAÚJO, D. S. D. 1999. Estrutura de duas formações vegetais do cordão externo da restinga de Maranbaia, RJ. Acta Botanica Brasílica 13(2): 115-236.

MORI, S. A.; MATTOS-SILVA, L. A.; LISBOA, G.; CORADIN, L. 1985. Manual de Manejo do Herbário Fanerogâmico. 2a ed. CEPLAC, Ilhéus.

NATAL, Prefeitura Municipal do Natal; UFRN, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Diagnóstico Ambiental da ZPA 1 – Natal. v. 1. (Legislação e Projetos). Natal: FUNPEC, 2008.

NETTO, Ana L. Coelho. 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, Ana L. Coelho. 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.

NUNES, Elias. O meio ambiente da grande Natal. Natal: Imagem Gráfica, 2000. 120p.

NUNES, Elias. Geografia Física do Rio Grande do Norte. 1. Ed. Imagem Gráfica. Natal, 2006.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A. 1993. Florística e fisionomia da vegetação no extremo norte do litoral da Paraíba. Revista Brasileira de Botânica 16(1): 115-130.

MUEHE, Dieter. Geomorfologia Costeira. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 472 p.

PENHA, Hélio Monteiro. Processos endogenéticos na formação do relevo. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 6ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 472p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. Plano diretor de drenagem urbana: manual de drenagem urbana. v. 4. Porto Alegre: UFRS, 2005.

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS – PDDMA (2009). Relatórios Hidrológicos. Divisão de sub-bacias de Drenagem.

PRIMAVESI, Ana. Manejo Ecológico do Solo: a agricultura em regiões tropicais. Nobel, Re. 2004. São Paulo, 2002.

SEMARH – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Relatório Síntese do Plano Estadual de Recursos Hídricos. 2000. Disponível em: <<http://www.semarh.rn.gov.br/detalhe.asp?IdPublicacao=373>> Acesso em: jul. 2008.

SEMURB – Secretaria do Meio Ambiente e Urbanismo. Mapa temático: localização das lagoas e recepção e drenagem. Prefeitura Municipal de Natal, 2003.

SUGUIO K.; TESSLER, M.G. (1984) Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. In: Restingas: origem, estrutura e processos. CEUFF, Niterói p. 455-458.

UFRN/NATAL/SEMURB. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ZPA 1 – NATAL - Universidade Federal do Rio Grande do Norte/ Fundação Norte-Rio-Grandense de Pesquisa e Cultura Departamento de Geografia.