PREFEITURA MUNICIPAL DE NATAL
START PESQUISA E CONSULTORIA TÉCNICA LTDA.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE NATAL/RN

PRODUTO 02 - DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DO SANEAMENTO

Subproduto 2.1. - Tomo II.
SITUAÇÃO DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

NATAL – RN
DEZEMBRO/2014

PREFEITO MUNICIPAL DE NATAL

Carlos Eduardo Nunes Alves

SECRETÁRIO MUNICIPAL DE HABITAÇÃO, REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA E PROJETOS ESTRUTURANTES

Homero Grec Cruz Sá

SECRETÁRIO ADJUNTO

Albert Josuá Neto

CONSELHO DE EXECUTIVO

Presidente

Maria Virgínia Ferreira Lopes
Secretaria Municipal de Planejamento, Fazenda e Tecnologia da Informação

Coordenador

Albert Josuá Neto
Secretaria Municipal de Habitação, Regularização Fundiária e Projetos Estruturantes

Membros

Marcia Aparecida Souza da Silva
Secretaria Municipal de Planejamento, Fazenda e Tecnologia da Informação

Vital Gorgônio da Nóbrega
Secretaria Municipal de Obras Públicas e Infraestrutura

Maria Irani da Costa
Secretaria Municipal de Habitação, Regularização Fundiária e Projetos Estruturantes

Iang de Brito Chaves Júnior
Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo

João Rafael Lins Guimarães
Secretaria Municipal de Saúde

Ivanilde Ramos da Silva
Companhia de Serviços Urbanos

Pedro Celestino Dantas Júnior
Agência Reguladora de Serviços de Saneamento Básico do Município de Natal

Marise Costa de Souza Duarte
Procuradoria Geral do Município

COMISSÃO DE ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO

Presidente

Maria Irani da Costa
Secretaria Municipal de Habitação, Regularização Fundiária e Projetos Estruturantes

Membros

Vital Gorgônio da Nóbrega
Secretaria Municipal de Obras Públicas e Infraestrutura

Iang de Brito Chaves Júnior
Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo

CONSULTORIA
START PESQUISA E CONSULTORIA TÉCNICA LTDA.

NÚCLEO DE COORDENAÇÃO

Nadja Maria Nobre de Farias
Engenheira Civil, Mestre em Engenharia Civil – Hidráulica e Saneamento
CREA 210591129-3

Flaviane de Oliveira Silva Magalhães Ferraz
Mestre em Engenharia Sanitária, Tecnóloga Ambiental
CRQ. 15ª Região – n° 152 00017

Leonlene de Sousa Aguiar
Geógrafo, Mestre em Geografia
CREA 210573926-1

Keila Brandão Cavalcanti
Socióloga, Mestre em Administração de Empresas

CONSULTORES TEMÁTICOS

Nadja Maria Nobre de Farias
Engenheira Civil, Mestre em Engenharia Civil – Hidráulica e Saneamento
CREA 210591129-3

Alberto de Melo Rodrigues
Engenheiro Civil – Consultor na área de drenagem
CREA210405683-7

Bruno Freitas Cardoso
Engenheiro Civil- Consultor na área de drenagem
CREA 211045447-4

Carlos de Souza Junior
Engenheiro Civil, Especialista em Engenharia Sanitária
CREA 210066471-9

Flaviane de Oliveira Silva Magalhães Ferraz
Mestre em Engenharia Sanitária, Tecnóloga Ambiental
CRQ. 15ª Região – n° 152 00017

Kyvia Brandão Cavalcanti Gomes
Arquiteta Urbanista
CAU n° A67805-8

Ângela Cristina Nascimento Braz
Administradora

Keila Brandão Cavalcanti
Socióloga, Mestre em Administração de Empresas

Aracely Xavier da Cruz
Socióloga, Mestre em Ciências Sociais

Johnatan Rafael Brito
Economista
CORECON /RN - 16ª Região - Reg. n° 1843

Leonlene de Sousa Aguiar
Geógrafo, Mestre em Geografia
CREA 210573926-1

Benedita Cleide de Souza Campos
Geóloga
CREA: 120950825-7

Margarida de Lourdes Melo Nelson dos Santos
Bióloga, Mestre em Biologia Aquática
CRBio 05 - Reg. n° 46.137/5-D

Marcelo Maranhão Alves Cardoso
Advogado
OAB/RN 6306

Janderson Marques dos Santos
Tecnólogo Ambiental

Karina Brandão Cavalcanti Flores
Publicitária

ESTAGIÁRIO

Rodrigo Freitas Machado Barbosa
Graduando em Engenharia Ambiental

APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta um Estudo sobre a Situação dos Serviços de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas da cidade de Natal, estado do Rio Grande do Norte. Tal estudo é parte integrante do Plano Municipal de Saneamento Básico.

O estudo é constituído dos seguintes temas (conforme Termo de Referência):

1. Análise crítica do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Natal e, caso exista, do Plano Municipal de Gestão de Recursos Hídricos, quanto à implantação, atualidade e demandas futuras;
2. Identificação da infraestrutura atual e análise crítica dos sistemas de drenagem e manejo das águas pluviais e das técnicas e tecnologias adotadas quanto à sua atualidade e pertinência em face dos novos pressupostos quanto ao manejo das águas pluviais;
3. Identificação de lacunas no atendimento pelo Poder Público, incluindo demandas de ações estruturais e não estruturais para o manejo das águas pluviais, com análise do sistema de drenagem existente quanto à sua cobertura, capacidade de transporte, manutenção e estado das estruturas;
4. Identificação das deficiências no sistema natural de drenagem, a partir de estudos hidrológicos;
5. Verificação da separação entre os sistemas de drenagem e de esgotamento sanitário;
6. Estudo das características morfológicas e determinação de índices físicos (hidrografia, pluviometria, topografia e outros) para as bacias e sub-bacias em especial das áreas urbanas;
7. Caracterização e indicação cartográfica das áreas de risco de enchentes, inundações, escorregamentos, em especial para as áreas urbanas e, quando possível, destacando: hidrografia, pluviometria, topografia, características do solo, uso atual das terras, índices de impermeabilização e cobertura vegetal;
8. Elaboração de cartas com zoneamento de riscos de enchentes para diferentes períodos de retorno de chuvas;
9. Análise de indicadores epidemiológicos de agravos à saúde cuja incidência pode ser determinada por deficiência nos sistemas de manejo de águas pluviais;
10. Análise dos processos erosivos e sedimentológicos e sua influência na degradação das bacias e riscos de enchentes, inundações e deslizamentos de terra.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 7
2 ANÁLISE CRÍTICA DO PLANO DIRETOR 13
3 IDENTIFICAÇÃO DA ESTRUTURA ATUAL E ANÁLISE CRÍTICA DOS SISTEMAS DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS E DAS TÉCNICAS E TECNOLOGIAS ADOTADAS 15
Infraestrutura de Drenagem do Setor I 15
Infraestrutura de Drenagem do Setor II 15
Reservatórios Naturais e Artificiais da Cidade de Natal 16
3.1 CADASTRO DO SISTEMA DE DRENAGEM 25
4 IDENTIFICAÇÃO DAS LACUNAS NO ATENDIMENTO PELO PODER PÚBLICO 26
4.1 RESPONSABILIDADES DO MUNICÍPIO 26
4.2 PRINCIPAIS CAUSAS DOS ALAGAMENTOS 27
4.3 DIFICULDADES ENCONTRADAS NO SISTEMA DE DRENAGEM 27
Quanto ao Serviço de Limpeza e Manutenção de Galerias 27
Quanto ao Serviço de Limpeza e Manutenção de Lagoas 28
4.4 ANÁLISE QUANTO AS DEMANDAS DE AÇÕES ESTRUTURAIS E NÃO ESTRUTURAIS 28
5 IDENTIFICAÇÃO DAS DEFICIÊNCIAS NO SISTEMA NATURAL DE DRENAGEM 32
6 VERIFICAÇÃO DA SEPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DE DRENAGEM E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO 33
7 ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E DETERMINAÇÃO DE ÍNDICES FÍSICOS 35
7.1 BACIAS HIDROGRÁFICAS DE NATAL 35
Bacia Hidrográfica do Rio Potengi / Jundiai 36
Sub-bacia do Riacho das Quintas 37
Sub-bacia do Riacho do Baldo 37
Bacia Hidrográfica do Rio Doce 38
Bacia Hidrográfica do Rio Pirangi (Sub-bacia do Rio Pitimbu) 40
Área de escoamento difuso e Oceano Atlântico 41
7.2 BACIAS E SUB-BACIAS DE DRENAGEM DE NATAL 44
Caracterização Morfológica das Bacias de Drenagem do Setor I 49
Caracterização Morfológica das Bacias de Drenagem do Setor II 51
Características Hidrológicas nos Exutórios das Sub-bacias de Natal 71
7.3 PARÂMETROS HIDROLÓGICOS DE NATAL 73
Chuvas Intensas de Curta Duração 73
Precipitações Máximas com Durações Maiores ou Iguais a 1 Dia 73
8 CARACTERIZAÇÃO E INDICAÇÃO CARTOGRÁFICA DE ÁREAS DE RISCO DE ENCHENTES, INUNDAÇÕES E ESCORREGAMENTOS 75
9 CARTAS DE ZONEAMENTO DE RISCOS DE ENCHENTES PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO 79
10 ANÁLISE DE INDICADORES EPIDEMIOLÓGICOS DE AGRAVOS À SAÚDE POR DEFICIÊNCIA NOS SISTEMAS DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS 79
11 ANÁLISE DOS PROCESSOS EROSIVOS E SEDIMENTOLÓGICOS E SUA INFLUÊNCIA NA DEGRADAÇÃO DAS BACIAS E RISCOS DE ENCHENTES, INUNDAÇÕES E DESLIZAMENTOS DE TERRA. 85
12 AÇÕES DE DRENAGEM 107
12.1 PLANO DE SANEAMENTO INTEGRADO DA ZONA NORTE 107
Loteamento Parque Industrial 108

Loteamentos Nordelândia, Boa Esperança e Cidade Praia 111
Loteamento José Sarney 115
Loteamento Câmara Cascudo 117
Conjuntos Habitacionais Brasil Novo e Novo Horizonte 119
12.2 BAIRRO PLANALTO 121
12.3 LOTEAMENTO SAN VALLE E PARQUE DAS COLINAS 126
12.4 BAIRROS TIROL E PETRÓPOLIS 127
12.5 TÚNEL ARENA DAS DUNAS 131
12.6 REVITALIZAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM DA SUB-BACIA VII.2 DOS BAIRROS RIBEIRA/ROCAS 134
12.7 DRENAGEM DA BACIA DA RUA GUANABARA NO BAIRRO DE MÃE LUIZA 137
13 CONCLUSÃO 140
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 142

LISTA DE QUADROS, FIGURAS E TABELAS

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1. LAGOAS DA ZONA NORTE 18
QUADRO 2. LAGOAS DA ZONA LESTE 20
QUADRO 3. LAGOAS DA ZONA OESTE 21
QUADRO 4. LAGOAS DA ZONA SUL 22
QUADRO 5. BACIAS DE DRENAGEM DA ZONA NORTE DE NATAL. 46
QUADRO 6. BACIAS DE DRENAGEM DAS ZONAS LESTE/OESTE/SUL DE NATAL 46
QUADRO 7. RELAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS - ZONA NORTE 75
QUADRO 8. RELAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS - ZONA LESTE 77
QUADRO 9. RELAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS - ZONA OESTE 78
QUADRO 10. RELAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS - ZONA SUL 78
QUADRO 11. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NAS BACIAS DE DRENAGEM DO SETOR I DA CIDADE DE NATAL 86
QUADRO 12. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NAS BACIAS DE DRENAGEM DO SETOR II DA CIDADE DE NATAL 92
QUADRO 13. MATRIZ DAS MEDIDAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM PROPOSTA PELO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO 140
QUADRO 14. MATRIZ DAS MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS PROPOSTA PELO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO 141

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI/JUNDIAÍ 36
FIGURA 2. RIACHO DAS QUINTAS OU DAS LAVADEIRAS 37
FIGURA 3. ENCONTRO DAS ÁGUAS DO RIACHO DO BALDO COM O RIO POTENGI (1972) 38
FIGURA 4. DESEMBOCADURA DO RIO DOCE NO ESTUÁRIO DO POTENGI 39
FIGURA 5. EXPECTATIVA DE TRANSBORDAMENTO DA LAGOA DO SAPO SOBRE A AV. MOEMA TINÔCO. 40
FIGURA 6. SUB-BACIA DO RIO PITIMBU. 40
FIGURA 7. LAGOA DO JIQUI - EM DESTAQUE VERMELHO A ESTAÇÃO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CAERN 41
FIGURA 8. RECORTE DO ESCOAMENTO DIFUSO DO LITORAL LESTE DO RN COM DESTAQUE PARA NATAL. 42
FIGURA 9. DISTRIBUIÇÃO DAS LAGOAS NATURAIS E ARTIFICIAIS DE NATAL. 43
FIGURA 10. RUA SÃO JOSÉ TOMADA PELA ÁGUA 44
FIGURA 11. RUAS ALAGADAS EM DECORRÊNCIA DO TRANSBORDAMENTO DAS LAGOAS EM CAPIM MACIO 44
FIGURA 12. SETORES DE DRENAGEM E ZONAS ADMINISTRATIVAS 45
FIGURA 13. BACIAS DE DRENAGEM DA ZONA NORTE DE NATAL. 47
FIGURA 14. BACIAS DE DRENAGEM DAS ZONAS LESTE, OESTE E SUL. 48
FIGURA 15. SUB-BACIAS DA ZONA NORTE DE NATAL. 49
FIGURA 16. BAIRROS DA ZONA NORTE DE NATAL. 50
FIGURA 17. DELIMITAÇÃO DAS SUB-BACIAS DA BACIA VII. 52
FIGURA 18. DELIMITAÇÃO DAS SUB-BACIAS DA BACIA VIII. 54
FIGURA 19. DELIMITAÇÃO DAS SUB-BACIAS DA BACIA IX. 55
FIGURA 20. CANAL DO BALDO 56
FIGURA 21. DELIMITAÇÃO DAS SUB-BACIAS DA BACIA X. 57

FIGURA 22. DELIMITAÇÃO DAS SUB-BACIAS DA BACIA XI. 58
FIGURA 23. VISTA AÉREA DE NATAL, DESTACANDO O PARQUE DAS DUNAS. 59
FIGURA 24. DELIMITAÇÃO DAS SUB-BACIAS DA BACIA XII. 60
FIGURA 25. DELIMITAÇÃO DA BACIA XIII. 61
FIGURA 26. VISTA AÉREA DA VIA COSTEIRA. 62
FIGURA 27. DELIMITAÇÃO DAS SUB-BACIAS DA BACIA XIV. 63
FIGURA 28. DELIMITAÇÃO DA BACIA XV. 64
FIGURA 29. DELIMITAÇÃO DAS SUB-BACIAS DA BACIA XVI. 65
FIGURA 30. DELIMITAÇÃO DAS SUB-BACIAS DA BACIA XVII. 66
FIGURA 31. DELIMITAÇÃO DA BACIA XVIII. 67
FIGURA 32. DELIMITAÇÃO DAS SUB-BACIAS DA BACIA XIX. 68
FIGURA 33. DELIMITAÇÃO DAS SUB-BACIAS DA BACIA XX. 70
FIGURA 34. TABELA DAS PRINCIPAIS DOENÇAS RELACIONADAS COM A DEFICIÊNCIA DA DRENAGEM URBANA. 82
FIGURA 35. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO BAIRRO NOSSA SENHORA DA APRESENTAÇÃO (EM VERMELHO). 108
FIGURA 36. FOTO DA RUA SEIS DE OUTUBRO COM PROBLEMAS DE ALAGAMENTO. 109
FIGURA 37. SOLUÇÃO PROPOSTA PARA O LOTEAMENTO PARQUE INDUSTRIAL. 110
FIGURA 38. SOLUÇÃO PROPOSTA PARA O LOTEAMENTO NORDELÂNDIA. 112
FIGURA 39. SOLUÇÃO PROPOSTA PARA O LOTEAMENTO BOA ESPERANÇA. 113
FIGURA 40. SOLUÇÃO PROPOSTA PARA O LOTEAMENTO CIDADE PRAIA. 114
FIGURA 41. FOTO DA AVENIDA NILA JALES (BOA ESPERANÇA) COM PROBLEMAS DE ALAGAMENTO. 115
FIGURA 42. SOLUÇÃO PROPOSTA PARA O LOTEAMENTO JOSÉ SARNEY. 116
FIGURA 43. FOTO DE RUA ALAGADA DO LOTEAMENTO JOSÉ SARNEY. 117
FIGURA 44. SOLUÇÃO PROPOSTA PARA O LOTEAMENTO CÂMARA CASCUDO. 118
FIGURA 45. SOLUÇÃO PROPOSTA PARA OS CONJUNTOS HABITACIONAIS BRASIL NOVO E NOVO HORIZONTE. 120
FIGURA 46. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO BAIRRO PLANALTO (EM VERMELHO). 121
FIGURA 47. SOLUÇÃO PROPOSTA PARA O BAIRRO PLANALTO. 122
FIGURA 48. PROCESSO EROSIVO DA RUA SÃO BRÁULIO PARA O RIO PITIMBU (BAIRRO PLANALTO). 124
FIGURA 49. PROCESSO EROSIVO DA RUA SÃO BRÁULIO PARA O RIO PITIMBU (BAIRRO PLANALTO). 124
FIGURA 50. RUA COM PROBLEMA DE DRENAGEM E SEM PAVIMENTAÇÃO (BAIRRO PLANALTO). 125
FIGURA 51. RUA COM PROBLEMA DE DRENAGEM E SEM PAVIMENTAÇÃO (BAIRRO PLANALTO). 125
FIGURA 52. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE INTERVENÇÃO (EM VERMELHO). 126
FIGURA 53. RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO DA DRENAGEM DE SAN VALLE E PARQUE DAS COLINAS. 127
FIGURA 54. RUA MIPIBU 128
FIGURA 55. CRUZAMENTO DA RUA SERIDÓ COM AV. AFONSO PENA. 128
FIGURA 56. CRUZAMENTO DA RUA AÇU COM AV. AFONSO PENA. 128
FIGURA 57. CRUZAMENTO DA RUA MOSSORÓ COM AV. AFONSO PENA. 128
FIGURA 58. ÁREA DE INTERVENÇÃO DO PROJETO COM PONTOS DE ALAGAMENTO (MACRODRENAGEM NA COR MAGENTA). 130
FIGURA 59. ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO TÚNEL ARENA DAS DUNAS (ETAPA 1 EM VERMELHO E ETAPA 2 EM AZUL). 133
FIGURA 60. RUA COM GALERIA OBSTRUÍDA E DANIFICADA. 134
FIGURA 61.BOCA DE LOBO COM ESGOTO, OBSTRUÍDA E DANIFICADA. 135
FIGURA 62.CANAL A SER DESOBSTRUÍDO E RECUPERADO. 135
FIGURA 63.BOCA DE LOBO TOTALMENTE TOMADA PELO LIXO. 136
FIGURA 64. ÁREA DE INTERVENÇÃO. 137
FIGURA 65.EROSÃO DA RUA GUANABARA (DESMONTE HIDRÁULICO). 138
FIGURA 66. SOLUÇÃO PROPOSTA PARA DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DA BACIA DA RUA GUANABARA (MÃE LUIZA). 139

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. AÇÕES DE DRENAGEM URBANA EM DESENVOLVIMENTO PELA PMN. 29
TABELA 2. LISTAGEM DE LAGOAS COM ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS QUE DEVEM ESTAR INCLUÍDAS NA "ADEQUAÇÃO E PLANO DE MANEJO E MANUTENÇÃO DE DIVERSAS LAGOAS". 30
TABELA 3. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DAS SUB-BACIAS DO SETOR I (ZONA NORTE). 71
TABELA 4. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DAS SUB-BACIAS DO SETOR II. (ZONAS LESTE, OESTE E SUL) 72
TABELA 5.PARÂMETROS DA FÓRMULA DE OTTO PFASTETTER PARA NATAL 74

1 INTRODUÇÃO

A ocupação desordenada sem o devido planejamento integrado das diversas infraestruturas necessárias ao desenvolvimento sustentável dos centros urbanos vem desencadeando problemas de drenagem por ocasião de eventos hidrológicos de alta intensidade.

A ocorrência dessa expansão territorial aliada à falta de legislação e fiscalização apropriadas, que garantisse o disciplinamento adequado do uso e ocupação do solo, gera problemas de alagamentos e inundações, intensificando-se e se distribuindo ao longo das linhas naturais de escoamento dos deflúvios superficiais, em função da planialtimetria das cidades e do grau de impermeabilização da área de drenagem (**RIGHETTO** et al., 2009).

As características hidrogeológicas da maior parte das bacias de drenagem existentes na cidade de Natal - *bacias de drenagem fechadas com solos permeáveis* – fazem com que se oriente para o desenvolvimento de uma política de indução do processo de infiltração como elemento de drenagem, a partir da preservação de áreas de infiltração nos lotes e a construção de lagoas de captação e infiltração (Reservatórios de Detenção) para receber as águas do sistema público de drenagem e promover a recarga induzida do aquífero.

O último censo do IBGE (2010) estima que, atualmente, Natal possui cerca de 862.044 habitantes distribuídos numa área de 167,26 Km². Segundo informações do anuário da cidade, atualmente, Natal possui 40,29% de sua área drenada. Quando tratamos da porcentagem de drenagem por zona administrativa, temos que a zona Norte tem 40,60 % de sua área drenada, assim como as zonas Sul, Leste e Oeste tem, respectivamente, 71,92 , 97,15 e 71,31 %.

As precipitações pluviométricas sobre a área em estudo são relativamente abundantes, sem estiagens rigorosas, ocorrendo, pelo contrário, uma relativa regularidade nos totais anuais precipitados. Em um período de 50 (cinquenta) anos de observações, a média anual registrada foi de **1.546,60mm**.

O semestre mais úmido tem início em março e termina em agosto, sendo que o mês que apresenta as maiores precipitações é o mês de junho.

De maneira geral, nas bacias de drenagem fechadas, a recarga do aquífero é potencializada pelo sistema de drenagem. Sabe-se que, com a impermeabilização do solo, as perdas por evapotranspiração da bacia são reduzidas significativamente, aumentando, consequentemente, os volumes do escoamento superficial (volumes que são direcionados para as lagoas de captação e infiltração). Estes volumes escoados estão sujeitos a perdas por evaporação bem menores do que as taxas de infiltração no solo, recarregando o aquífero de uma forma mais eficiente que no processo natural.

2 ANÁLISE CRÍTICA DO PLANO DIRETOR

O desenvolvimento urbano, de maneira geral, produz um impacto significativo na infraestrutura de recursos hídricos. Um dos principais impactos tem ocorrido na drenagem urbana, na forma de aumento da frequência e magnitude das inundações e deterioração ambiental. Isto ocorre, principalmente, pela ocupação desordenada e muitas vezes de maneira irregular nos baixios e áreas ribeirinhas das bacias e sub-bacias de drenagem.

Para reduzir e controlar este impacto é necessário desenvolver uma série de ações ordenadas de forma a buscar equilibrar o desenvolvimento com as condições ambientais dos conglomerados urbanos. Este mecanismo ocorre a partir do Plano Diretor de Drenagem Urbana, que integrado com os planos de esgotamento sanitário, resíduo sólido e principalmente o de desenvolvimento urbano, promove o crescimento urbano de maneira sustentável e articulado com as outras atividades urbanas.

Um Plano Diretor de Drenagem Urbana deve buscar: (i) planejar a distribuição da água no tempo e no espaço, com base na tendência de ocupação urbana, compatibilizando o desenvolvimento e a infraestrutura previstos para evitar prejuízos econômicos e ambientais; (ii) controlar a ocupação de áreas de risco de inundação através de restrições nas áreas de alto risco e; (iii) convivência com as enchentes nas áreas de baixo risco (**TUCCI**,1997).

Para atuar sobre a problemática da drenagem urbana é necessária a utilização de duas estratégias para elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana: (a) controlar o impacto existente por meio do planejamento das bacias urbanas das cidades, dando solução ao conjunto da bacia e não somente para trechos isolados; (b) por legislação e gestão eficientes e que seja evitada a transferência da vazão gerada no empreendimento privado para a rede pública.

O Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Natal – PDDMA regido pela lei complementar nº 124, de 30 de junho de 2011, tem o objetivo de fornecer subsídios técnicos e institucionais que permitam reduzir significativamente os impactos das inundações no município e criar condições para uma gestão sustentável da infraestrutura de drenagem urbana.

A utilização do Plano Diretor de Drenagem Urbana tem servido como instrumento para a gestão das inundações na cidade. Este plano contemplou: (i) a constituição de um plano de trabalho com estabelecimento de diretrizes e metas a serem alcançadas; (ii) a elaboração de um cadastro da rede de drenagem existente; (iii) a execução de um diagnóstico da situação atual e projeção de situação futura, conforme aspectos evolutivos das bacias envolvidas e; (iv) a avaliação dos impactos do escoamento por bacia, buscando a eliminação das inundações para um determinado risco de projeto através de proposições de medidas estruturais e não-estruturais.

As medidas não estruturais devem ser objeto de uma abordagem moderna utilizando conceitos de manejo das águas, por exemplo, a utilização de Reservatórios de Detenção para

diminuir os impactos dos picos de chuvas a jusante, utilização de diferentes períodos de retorno para a micro e macrodrenagem com o objetivo de reter na microdrenagem, por curtos períodos, parte do escoamento, prever a utilização de materiais mais modernos na microdrenagem, que possuam menor coeficiente de rugosidade e maior vida útil (tubos em Polietileno de alta densidade), facilitando a manutenção e a utilização de tubos com menores diâmetros para a mesma vazão, elaborar e colocar em prática uma legislação que contemple a educação da população quanto às regras de utilização do sistema de drenagem. Tais medidas devem ser implantadas a curto prazo para que se obtenha resultados imediatos.

A aplicação e atualização do Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de Natal estão a cargo da Secretaria Municipal de Obras Públicas e Infraestrutura – SEMOV faz-se necessário a sua atualização, tendo em vista que desde a publicação da lei no ano de 2011 já foram feitos novos investimentos na cidade na área de drenagem, e a sua disponibilidade em sites da Prefeitura para consulta dos profissionais da área e do público em geral.

3 IDENTIFICAÇÃO DA ESTRUTURA ATUAL E ANÁLISE CRÍTICA DOS SISTEMAS DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS E DAS TÉCNICAS E TECNOLOGIAS ADOTADAS

As características hidrogeológicas da maior parte das bacias de drenagem existentes na cidade de Natal - bacias de drenagem fechadas com solos permeáveis – fazem com que se oriente para o desenvolvimento de uma política de indução do processo de infiltração como elemento de drenagem, a partir da preservação de áreas de infiltração nos lotes e a construção de lagoas de captação e infiltração (Reservatórios de Detenção) para receber as águas do sistema público de drenagem e promover a recarga induzida do aquífero.

De maneira geral, nas bacias de drenagem fechadas, a recarga do aquífero é potencializada pelo sistema de drenagem. Sabe-se que, com a impermeabilização do solo, as perdas por evapotranspiração da bacia são reduzidas significativamente, aumentando, consequentemente, os volumes do escoamento superficial (volumes que são direcionados para as lagoas de captação e infiltração). Estes volumes escoados estão sujeitos a perdas por evaporação bem menores do que as taxas de infiltração no solo, recarregando o aquífero de uma forma mais eficiente que no processo natural.

Infraestrutura de Drenagem do Setor I

O Setor I, que corresponde a Zona Norte de Natal, situa-se à margem esquerda do estuário do Rio Potengi e constitui-se de um platô com altitude média superior a 30 m, com depressões interiores típicas de solos de formação dunar, com topografia ondulada. Os exutórios de águas pluviais naturais da Região são o estuário do rio Potengi, ao leste; a lagoa Azul, ao norte; o rio Golandim, ao sul e a lagoa de Extremoz, ao oeste.

Originalmente, o Sistema de Drenagem do Setor I constituía-se de um complexo de lagoas de acumulação com sistemas de bombeamento com funcionamento precário que resultava em ocorrências frequentes de inundações em diversos pontos da região.

Com o intuito de resolver definitivamente o problema de inundação na área foi idealizado e implantado o Sistema Integrado de Drenagem da Zona Norte, na Bacia II, constituído por quatro lagoas - Jardim Primavera, Aliança, Soledade e José Sarney - interligados em série por túneis que funcionam como extravasores do sistema, reduzindo dessa forma, para níveis aceitáveis o risco de inundação na área do projeto. A implantação do Sistema Integrado de Drenagem da Zona Norte possibilitou que as bacias da Zona Norte passassem a funcionar como bacias abertas.

Infraestrutura de Drenagem do Setor II

O setor II, situado entre a margem direita do estuário do rio Potengi e as praias urbanas, engloba a região de assentamento inicial da Cidade de Natal, tendo ocupação com alta densidade nas zonas Leste e Oeste e tendendo para média e baixa densidade ao sul. A região

interior, com drenagem natural deficiente, é drenada pelos riachos do Baldo, das Lavadeiras e Rio Potengi, nas Zonas leste e Oeste, e o rio Pitimbu, ao Sul.

As bacias fechadas de Natal estão nas zonas Leste e Sul, nas quais as águas têm destino predominante para as seguintes Lagoas:

- Lagoas da Jaguarari: bacia XV
- Lagoas de San Vale: bacia XVII
- Lagoinha: XIX

Enquanto isso, as bacias abertas das zonas Leste, Oeste e Sul têm os seguintes exutórios:

- Rio Potengi: bacias VII, IX, XII, XVIII, XIV
- Praias Urbanas: VIII
- Via Costeira: XIII
- Rio Pitimbu: XV
- Praia de Ponta Negra: XX

A infraestrutura de drenagem atual do setor II pode ser classificada da seguinte forma:

- Drenagem convencional em bacias abertas com galerias de microdrenagem conduzindo as águas por gravidade para um corpo receptor único;
- Sistema integrado de lagoas com bombeamento em bacias abertas;
- Sistema integrado de lagoas com bombeamento em bacias fechadas;
- Lagoas de captação isolada em bacias fechadas.

No Setor II, os investimentos recentes em infraestrutura de drenagem se concentraram nas áreas de expansão urbana da cidade, na zona Sul, prevalecendo, até um passado recente, o desenvolvimento de projetos de microdrenagem associados a lagoas de captação localizadas nos fundos de vale, em áreas de bacias fechadas.

Entretanto, na última década, observou-se uma mudança de enfoque da política de obras de drenagem desenvolvidas pela PMN, culminando com a elaboração do Plano Diretor de Natal, que tem privilegiado o desenvolvimento de projetos integrados de sistemas de macrodrenagem para toda a cidade.

Reservatórios Naturais e Artificiais da Cidade de Natal

Os Reservatórios de captação e infiltração são estruturas abertas que integram o sistema de macrodrenagem das águas pluviais urbanas. O objetivo das lagoas ou reservatórios de detenção é o de minimizar o impacto hidrológico da redução da capacidade de armazenamento natural da bacia.

Os reservatórios de detenção e infiltração podem ser utilizadas para controlar a vazão máxima (promovendo o amortecimento da vazão de pico a jusante), o controle do volume, o controle de material sólido e da erosão e, também, o controle da qualidade da água pluvial (**TUCCI**, 2007).

Os quadros abaixo, extraídos do Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de Natal (2011), apresentam as lagoas de drenagem existentes na cidade, assim como, o bairro em que estão localizadas, suas coordenadas no sistema UTM, cota, a existência ou não de inundação, o tipo de extravasor que a mesma apresenta e se a mesma se encontra ou não urbanizada.

Quadro 1. Lagoas da Zona Norte

Lagoa		Bairro	Coordenadas		Cota	Inundação	Tipo de extravasor		Urbanizada	Observação
			X	Y			Bomba	Gravidade		
1	Lagoa do Sapo	Lagoa Azul	250832	9367057	25			X		Necessário elaborar projeto de ampliação e urbanização.
2	Lagoa do Soledade	Lagoa Azul	249586	9364824	30	X		X		Falta concluir a ampliação da galeria que faz a ligação com a Lagoa José Sarney.
3	Lagoa José Sarney	Lagoa Azul	250556	9365339	35			X	X	
4	Lagoa Visconde de Ouro Preto	Pajuçara	251320	9367147	15	X				Com elaboração do projeto de drenagem da lagoa do Potengi, ponto crítico PC-10 ZN, drena a bacia que provoca inundação, podendo esta lagoa ser eliminada.
5	Lagoa Dr. Carneiro Ribeiro	Pajuçara	251314	9365695	24	X				Necessário elaboração.de projeto da E.E e adutora para o túnel José Sarney.
6	Lagoa Parque das Dunas I	Pajuçara	252025	9365858	25			X		Lagoa não é cercada falta revestimento dos taludes e urbanização. Elaboração do projeto do extravasor por gravidade até a caixa de transição do túnel José Sarney. O extravasor existente não esta funcionando.
7	Lagoa Parque das Dunas II	Pajuçara	252509	9366347	15		X			Lagoa cercada, falta revestimento dos taludes e projeto de urbanização. (foto 1)
8	Lagoa D. Pedro I	Pajuçara	250916	9365582	29		X		X	
9	Lagoa do Santarenzinho	Potengi	251336	9364483	30	X	X			Lagoa cercada falta revestimento dos taludes e projeto de urbanização. Projeto de ampliação da E.E. ou do extravasor por gravidade para lagoa José Sarney. (foto 2).
10	Lagoa Panatis	Potengi	249488	9362819	35	X		X		Lagoa cercada, falta revestimento dos taludes e projeto de urbanização. Projeto do extravasor

										por gravidade para a lagoa Acaraú. (foto 3)
11	Lagoa Acaraú	Potengi	249324	9362388	33	X		X		Elaborar projeto de ampliação e urbanização.
12	Lagoa Aliança	N. S. da Apresentação	249234	9364292	30	X		X	X	Falta concluir a ampliação da galeria que faz a ligação com a Lagoa José Sarney e a urbanização.
13	Lagoa Jardim Primavera	N. S. da Apresentação	248064	9364860	32	X		X	X	Falta concluir a ampliação da galeria que faz a ligação com a Lagoa José Sarney e a urbanização.
14	Lagoa Parque dos Coqueiros	N. S. da Apresentação	247855	9363162	50					Lagoa cercada falta revestimento dos taludes e projeto de urbanização. (foto 7)
15	Lagoa da Redinha	Redinha	255771	9364361	03			X		Necessário elaborar projeto de urbanização.
16	Lagoa Jardim das Flores	Redinha	253623	9363992	15	X		X		Com a conclusão do projeto de drenagem do loteamento a lagoa pode ser eliminada.
17	Lagoa dos Idosos	Lagoa Azul	250170	9366072	40	X				A conclusão do estacionamento do ginásio esportivo ZN prevê construção e urbanização da lagoa.
18	Lagoa do Nova Natal	Lagoa Azul	249641	9366216	39	X				O projeto do loteamento Câmara Cascudo prevê ampliação, revestimento de taludes e cerca. Necessário fazer projeto de urbanização.
19	Lagoa do Potengi	Pajuçara	251845	9366790	16	X				Projeto prevê a drenagem por gravidade até túnel José Sarney. Ponto crítico PC-10.
20	Lagoa do Santa Cecília*	Pajuçara	251943	9367399	15			X		Faz parte do projeto de drenagem do loteamento Santa Cecília.
21	Lagoa do Câmara Cascudo*	Lagoa Azul	250092	9366411	40					Faz parte do projeto de drenagem do loteamento Câmara Cascudo a ser implantada.

*** Lagoa projetada**

Quadro 2. Lagoas da Zona Leste

Lagoa		Bairro	Coordenadas		Cota	Inundação	Tipo de extravasor		Urbanizada	Observações
			X	Y			Bomba	Gravidade		
1	Lagoa do Bum Bum	Alecrim	254396	9357749	35	X		X		Necessário elaborar projeto de urbanização. Terá suas condições de destino final melhorada com a conclusão das obras do túnel.
2	Lagoa Manoel Felipe	Tirol	256063	9358887	15			X	X	
3	Lagoa das Dunas (Morro Branco)	Tirol	256784	9356805	40	X				Elaboração de projeto de ampliação e urbanização. Área a ser desapropriada.

Quadro 3. Lagoas da Zona Oeste

Lagoa		Bairro	Coordenadas		Cota	Inundação	Tipo de extravasor		Urbanizada	Observações
			X	Y			Bomba	Gravidade		
1	Lagoa São Conrado (RD 05)	Nossa Sra. de Nazaré	253173	9356586	34	X	X		X	Extravasor por bomba, com a conclusão da obra do túnel será por gravidade – A urbanização esta em fase de implantação.
2	Lagoa da Esperança (RD 07)	Cidade da Esperança	252114	9355403	44	X	X			Extravasor por bomba com a conclusão da obra do túnel será por gravidade – A urbanização esta prevista na segunda fase da obra do túnel.
3	Lagoa do Horto (RD 06)	Cidade da Esperança	252274	9355264	45	X		X		Área pertencente ao projeto de planta medicinais, Desativada. Necessário projeto de urbanização.
4	Reservatório de Primeiras Chuvas (RD 08)*	Bom Pastor	251500	9357480	11			X	X	Faz parte da obra do túnel em fase de implantação.
5	Lagoa Nova Cidade	Cidade da Esperança	252547	9354853	50		X			Elaborar projeto de urbanização.
6	Lagoa do Planalto I	Planalto	250731	9353555	47					Lagoa cercada, falta revestimento dos taludes e projeto de urbanização. (foto 13)
7	Lagoa do Planalto II	Planalto	249608	9353374	45					Lagoa prevista no plano diretor necessário fazer projeto executivo do bairro.
8	Lagoa do Planalto III	Planalto	251186	9353778	45					Lagoa cercada falta revestimento dos taludes e projeto de urbanização. (foto 14)

Quadro 4. Lagoas da Zona Sul

Lagoa		Bairro	Coordenadas		Cota	Inundação	Tipo de extravasor		Urbanizada	Observações
			X	Y			Bomba	Gravidade		
1	Lagoa Bairro Latino	Candelária	254860	9353419	45	X				Elaborar projeto de urbanização.
2	Lagoa da Salinas/Integração*	Candelária	255280	9352975	45	X				Previsto no projeto de drenagem San Valle / Parque das Colinas. Lagoa cercada (foto 15)-
3	Lagoa de Mirassol	Candelária	255549	9353433	45	X		X		Elaborar projeto de ampliação e urbanização.
4	Lagoa do Natal Shopping	Candelária	255290	9353708	45					Elaborar projeto de urbanização.
5	Lagoas da Petrobrás	Candelária	253583	9354950	40					Elaborar projeto de urbanização.
6	Lagoa Cidade Jardim I	Capim Macio	256111	9353326	40	X	X			Cercada com revestimento dos taludes em Colchão Reno. Falta projeto de urbanização. Fazer reforma na Estação Elevatória.
7	Lagoa Cidade Jardim II	Capim Macio	255919	9353550	45					
8	Lagoa Cidade Jardim III	Capim Macio	256517	9353522	40		X		X	Reservatório no canteiro central coberto por laje.
9	Lagoa de Capim Macio RD 01	Capim Macio	257072	9351258	30		X		X	Falta concluir as obras de urbanização.
10	Lagoa de Capim Macio (RD 02)	Capim Macio	257072	9351258	30			X	X	
11	Lagoa do Marinas (RD 03)	Capim Macio	257636	9351025	29			X	X	
12	Lagoa do Marinas (RD 04)	Capim Macio	257693	9351099	29		X		X	Falta concluir a implantação da estação elevatória.
13	Lagoa do CTG - RD 05	Capim Macio	257797	9350137	28		X		X	Falta concluir a implantação da estação elevatória.
14	Lagoa de Lagoinha	Ponta Negra	257286	9349794	30					
15	Lagoa do CEI	Lagoa Nova	255532	9354196	40				X	
16	Lagoa do Centro Administrativo (RD 03)	Lagoa Nova	254917	9354974	35			X	X	A urbanização esta em fase de implantação na obra do túnel.
17	Lagoa do Centro Administrativo (RD 04)	Lagoa Nova	254717	9355374	35	X	X		X	Extravasor por bomba com a conclusão da obra do túnel será por gravidade – A urbanização esta em fase de implantação.
18	Lagoa dos Potiguares (RD	Lagoa Nova	256571	9355990	32	X	X			Extravasor por bomba com a conclusão

	01)*									da fase 2 da obra do túnel será por gravidade – A urbanização esta projetada.
19	Lagoa dos Preá(RD 02)*	Lagoa Nova	255848	9355455	35	X	X			Extravasor por bomba com a conclusão da fase 2 da obra do túnel será por gravidade – A urbanização esta projetada.
20	Lagoa da COHAB	Neópolis	256796	9350577	35		X			Elaborar projeto de urbanização.
21	Lagoa do Jiqui	Neópolis	255699	9351669	27	X	X			Elaborar projeto de urbanização e nova E.E.
22	Lagoa do Makro	Neópolis	255338	9351550	30	X	X			
23	Lagoa do Pirangi/São Miguel dos Caribes	Neópolis	255687	9350962	30			X		Elaborar projeto de urbanização.
24	Lagoa do Society	Neópolis	254959	9351327	40					Elaborar projeto de urbanização e ampliação.
25	Lagoa da Av. dos Xavantes	Pitimbu	251753	9352751	35	X	X			Elaborar novo projeto da E.E. e urbanização.
26	Lagoa dos Caiapós	Pitimbu	251591	9351823	35	X		X		Elaborar projeto de ampliação e urbanização.
27	Lagoa da Aeronáutica	Ponta Negra	260202	9348424	35					
28	Lagoa do Alagamar	Ponta Negra	259181	9349274	25		X			Projeto de urbanização e ampliar o sistema de bombeamento.
29	Lagoa da Ouro Preto	Pitimbu	254970	9350599	50	X				Elaborar projeto de drenagem da bacia.
30	Lagoa da Av. Praia de Genipabu	Ponta Negra	257935	9350799	30	X				Elaborar projeto de ampliação e urbanização.
31	Lagoa Ayrton Senna	Neópolis	255931	9351019	30	X	X			Elaborar projeto de urbanização.
32	Lagoa do San Vale (RD 01)*	San Vale	253982	9353695	43					Projeto San Valle Parque das Colinas.
33	Lagoa do San Valle (RD 02A)*	San Vale	253820	9353075	35.4					Projeto San Valle Parque das Colinas.
34	Lagoa San Valla (RD 02B)*	San Vale	253918	9353000	37.3					Projeto San Valle Parque das Colinas.
35	Lagoa San Valle (RD 03)*	San Valle	253963	9352696	41.5					Projeto San Valle Parque das Colinas.
36	Lagoa San Valle (RD 04)*	San Valle	253378	9352000	28					Projeto San Valle Parque das Colinas.

37	Lagoa San Valle (RD 05)*	San Valle	253980	9351413	31					Projeto San Valle Parque das Colinas.
38	Lagoa San Valle (RD 06)*	San Valle	253600	9351179	28					Projeto San Valle Parque das Colinas.
39	Lagoa Natural (RD 07)	San Valle	253200	9351500	27					
40	Lagoa da Vila de Ponta Negra *	Ponta Negra	258945	9348628	35		X			Falta concluir a implantação.

*** Lagoa projetada**

3.1 CADASTRO DO SISTEMA DE DRENAGEM

O cadastro georreferenciado do sistema de drenagem existente na cidade de Natal pode ser consultado nas plantas em anexo.

Para elaboração do cadastro deste plano, foi consultado o cadastro georreferenciado elaborado no Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais da Natal (2011) com as atualizações realizadas desde a sua elaboração até a data deste estudo.

4 IDENTIFICAÇÃO DAS LACUNAS NO ATENDIMENTO PELO PODER PÚBLICO

4.1 RESPONSABILIDADES DO MUNICÍPIO

A responsabilidade pela implantação, operação e manutenção do sistema de drenagem em Natal está divida nos órgãos descriminados a seguir:

- Secretaria Municipal de Obras Públicas e Infraestrutura – **SEMOV**
  - I. Promover estudos econômicos, administrativos, estatísticos e tecnológicos necessários ao planejamento e execução de obras de drenagem;
  - II. Executar, direta ou indiretamente, as obras de drenagem de responsabilidade do município;
  - III. Contratar, controlar, fiscalizar e receber as obras públicas municipais autorizadas de drenagem;
  - IV. Inspecionar sistematicamente as obras de drenagem, promovendo as medidas necessárias a sua conservação;
  - V. Promover a execução dos serviços de construção de obras de drenagem, incluindo-se as lagoas de infiltração e demais obras de infraestrutura;
  - VI. Promover a operacionalização dos sistemas de drenagem do Município, inclusive das lagoas de infiltração;
  - VII. Executar serviços de: reforma e recolocação de calhas; entre outros.
  - VIII. Manter atualizado o Plano Diretor de Drenagem do Município, inclusive, o cadastro georreferenciado;
  - IX. Analisar os projetos de drenagem e manejo de águas pluviais de imóveis/empreendimentos a serem instalados no município;
  - X. Colaborar com os órgãos e entidades federais e estaduais responsáveis por obras de saneamento urbano.

- Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo – **SEMURB**
  - I. Analisa os processos administrativos que tenham por objeto o licenciamento de projetos e obras públicas e privadas de drenagem;
  - II. Realiza vistorias para posterior concessão de licença de construção, certidões e habite-se;
  - III. Concede licenças de instalação e operação de obras.

- **DEFESA CIVIL**
  - I. Planejar, coordenar e executar as ações referentes à política municipal de defesa civil, desenvolvendo planos, programas, projetos e ações referentes à prevenção, socorro, assistência e recuperação da comunidade em situação de risco, minimizando os desastres e restabelecendo a normalidade social.

- **COMPANHIA DE SERVIÇOS URBANOS DE NATAL – URBANA**

I. Executar serviços de desobstrução e limpeza (manual ou mecanizada) de bocas de lobo, manilhas, poços de visita, sarjetas, calhas, canais, valas e lagoas de captação; entre outros.

4.2 PRINCIPAIS CAUSAS DOS ALAGAMENTOS

Estudos ambientais e hidrológicos realizados pela Prefeitura caracterizaram o atual status do complexo hidrológico citado, identificando nas diversas bacias de drenagem do município as regiões/localidades com sistemas de drenagem deficientes ou sujeitos a inundações nos períodos de chuva. Tais problemas são ocasionados pelos seguintes fatores principais:

- Obstrução da rede por detritos, lixos e sedimentos;
- Ocupação desordenada, inclusive nas áreas das margens de corpos hídricos e baixios das bacias de drenagem fechadas;
- A topografia decorrente do relevo dunar da cidade, que contribui para a existência de áreas sujeitas a inundações nos períodos chuvosos;
- O processo de crescimento acelerado experimentado pela cidade de Natal, sem que a infraestrutura urbana fosse ampliada de tal forma a suportar o adensamento da cidade, prejudicando especialmente as áreas onde vive a população mais carente;
- A modificação pela ação antrópica associada ao processo de urbanização do curso natural do caminho das águas drenadas pela hidrografia citada, impondo a necessidade de soluções de drenagem.

4.3 DIFICULDADES ENCONTRADAS NO SISTEMA DE DRENAGEM

O manejo inadequado dos resíduos de demolição e construção (RDC) e volumosos (podas, restos de madeira, mobiliário inservível, capina de jardim, etc.), constitui-se num sério problema para o manejo do sistema de águas pluviais, pois são estes materiais agentes que mais contribuem na obstrução de grelhas de boca de lobo e canalizações.

Quanto ao Serviço de Limpeza e Manutenção de Galerias

a) Embora com experiência prática, a equipe de manutenção não apresenta uma formação técnica adequada e inexiste um programa de capacitação para realização das atividades;
b) Problemas construtivos das galerias, fato que provoca a constante presença de água nas canalizações e a sedimentação de material no seu interior;
c) Presença quase que generalizada de esgotos sanitários e águas servidas no interior das tubulações. Além dos riscos a saúde do trabalhador os esgotos podem levar a

formação de gás sulfídrico (H_2S), que combinado com o oxigênio das tubulações leva a formação do ácido sulfúrico (H_2SO_4) que provoca desgaste nas tubulações;

d) Presença de grande quantidade de água servida em alguns pontos de drenagem superficial,

e) Incipiente mecanização das atividades de limpeza de galerias. Em função da sistemática utilizada na execução do serviço em função do pequeno número de servidores e da baixa capacitação, o equipamento termina por ficar longos períodos ocioso;

Quanto ao Serviço de Limpeza e Manutenção de Lagoas

a) Algumas lagoas, já urbanizadas, encontram-se com a sua estrutura física bastante comprometida;

b) As lagoas mais antigas, executadas em Gabião do tipo Colchão Reno, apresentam inclinação bastante acentuada, fato que dificulta o serviço de roçagem e capina;

c) Algumas lagoas, já urbanizadas, não possibilitam acesso de equipamentos (trator de esteira, enchedeira e caminhão basculante) para realizar a remoção de material sedimentado e a raspagem de fundo. Um exemplo crítico dessa situação é a lagoa da Petrobrás, com entrada pela Avenida Jaguarari;

d) Presença de água servida e esgotos sanitários nas lagoas. Fato que provoca problemas estéticos, de odor, crescimento de vegetação, impede a limpeza de fundo, colabora para proliferação de vetores e danifica o sistema;

e) Não existe um programa de capacitação dos servidores da limpeza urbana na execução dessa atividade.

4.4 ANÁLISE QUANTO AS DEMANDAS DE AÇÕES ESTRUTURAIS E NÃO ESTRUTURAIS

A PMN tem feito boa aplicação do PDDMA, no que diz respeito à:consultas do cadastro do sistema, pontos críticos, parâmetros hidrológicos, morfológicos, e utilização do manual para análise de projetos da iniciativa privada. (Lei Municipal 124/11).

Verifica-se que, desde a implementação da lei do PDDMA, a medida de controle do escoamento na fonte tem sido bem aplicada nas análises de projeto dos novos empreendimentos da cidade.

As principais lacunas, identificadas na elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico, quanto à aplicabilidade das medidas não estruturais são: a aplicação de medidas de caráter educativo (ações de educação ambiental junto à população; aperfeiçoamento e atualização dos profissionais; entre outras); a implementação de um programa de monitoramento e manutenção do sistema de drenagem e; um programa de gerenciamento de informações sistema de drenagem da cidade. Estas e outras medidas não estruturais podem ser consultadas no PDDMA.

Em relação às demandas de medidas estruturais na cidade, a PMN têm realizado vários estudos e vem aplicando, dentro da disponibilidade de recursos pleiteados nos programas do Governo Federal, ações de drenagem na cidade de Natal.

As ações em desenvolvimento pela PMN ou ainda propostas por este plano estão contidas na tabela abaixo. Algumas de as estão detalhadas no item 11 deste diagnóstico. Esta tabela também identifica que fases se passaram e/ou se encontram cada ação (em destaque).

Tabela 1. Ações de Drenagem Urbana em desenvolvimento pela PMN.

AÇÕES DE DRENAGEM	FASE			
	CONCEPÇÃO	PROJETO BÁSICO	PROJETO EXECUTIVO	EM EXECUÇÃO
Plano de Saneamento Integrado da Zona Norte				
Bairro Planalto e Guarapes				
Loteamento San Valle e Parque das Colinas				
Bairros Tirol e Petrópolis				
Macrodrenagem das Zonas Sul e Oeste (Túnel Arena das Dunas)				
Drenagem da Bacia da Rua Guanabara (Mãe Luiza)				
Revitalização da Drenagem da Bacia VII.2 (Ribeira/Rocas) *				
Adequação e Plano de Manejo e Manutenção de diversas Lagoas *				
Drenagem e Pavimentação da Vila de Ponta Negra				
Drenagem da Av. Cap. Mor Gouveia / BR 226 e Av. Felizardo Moura (Mobilidade Copa 2014)				
Drenagem e Pavimentação do bairro de Capim Macio				

* Ação Proposta pelo Plano Municipal de Saneamento Básico

Em relação à ação proposta “Adequação e Plano de Manejo e Manutenção de diversas Lagoas”, nas tabelas abaixo, são identificadas as lagoas que possuem necessidade de estarem incluídas nesta ação, com seus respectivos serviços (em azul), para posterior obra.

Tabela 2. Listagem de lagoas com estações elevatórias que devem estar incluídas na "Adequação e Plano de Manejo e Manutenção de diversas Lagoas".

Nº	Lagoa	Serviços Previstos							
		Levantamento Topográfico	Projeto Executivo de Adequação	Projeto Executivo de Urbanização	Estudo Hidrológico	Identificação das bacias de Contribuição	Plano de Manejo e Operação	Plano de Manutenção	Planilha Orçamentária
1	Lagoa do Parque das Dunas I								
2	Lagoa Dom Pedro I								
3	Lagoa do Santarénzinho								
4	Lagoa do Panatis								
5	Lagoa da Redinha								
6	Lagoa São Conrado								
7	Lagoa do Preá								
8	Lagoa dos Potiguares								
9	Lagoa Cidade da Esperança								
10	Lagoa de Nova Cidade								
11	Lagoa Cidade Jardim								
12	Piscinão Cidade Jardim								
13	Lagoa de Capim Macio (RD 01)								
14	Lagoas do Lot. Marinas (RD 3 e RD 4)								
15	Lagoa do Jiqui								
16	Lagoa do Macro								
17	Lagoa do Alagamar								
18	Lagoa de Capim Macio (CTG - RD 05)								
19	Lagoa do Sapo								
20	Lagoa do Jose Sarney								
21	Lagoa Visconde de Ouro Preto								
22	Lagoa Dr. Carneiro Ribeiro								
23	Lagoa do Parque das Dunas II								
24	Lagoa Acaraú								
25	Lagoa Aliança								
26	Lagoa Jardim Progresso								
27	Lagoa do Parque dos Coqueiros								

28	Lagoa Jardim das Flores								
29	Lagoa do Bum Bum								
30	Lagoa Manoel Felipe								
31	Lagoa Centro Administrativo I								
32	Lagoa Centro Administrativo II								
33	Lagoa do CEI								
34	Lagoa do Horto								
35	Lagoa da Petrobras								
36	Lagoa de Mirassol (BR 101)								
37	Lagoa da Integração								
38	Lagoa Parque das Pedras								
39	Lagoa Bairro Latino								
40	Lagoa do Planalto								
41	Lagoa Cidade Jardim (Mirassol)								
42	Lagoa Cidade Satélite Xavantes								
43	Lagoa dos Caiapós								
44	Lagoa do Society								
45	Lagoa do Pirangi								
46	Lagoa da COHAB								
47	Lagoa de Capim Macio (RD 2)								
48	Lagoa Planalto II								
49	Lagos dos Idosos (N. Natal)								
50	Lagoa do Além Potengi (R. Zurique)								
51	Lagoa de Pirangi								
52	Lagoa do Nova Natal								

5 IDENTIFICAÇÃO DAS DEFICIÊNCIAS NO SISTEMA NATURAL DE DRENAGEM

A cidade de Natal situa-se num platô com altitude média de 30 m em relação ao nível do mar, apresenta uma superfície territorial com formato triangular e possui perímetro banhado pelos Rios Potengi e Pitimbu e pelo mar em quase toda a sua extensão. Apesar de sua posição geográfica privilegiada, apresenta um sistema de drenagem natural muito deficiente, com pequenos cursos d'águas efêmeros que se desenvolvem na periferia da cidade. O riacho do Baldoe o rio das Quintas na Zona oeste são os únicos cursos d'água efêmeros presentes na cidade (**PDDMA**, 2011).

Natal possui uma grande região interior sem drenagem natural, constituída de várias bacias de drenagens fechadas com fluxo radial que converge para depressões interiores. Estas depressões se transformam em lagoas nos períodos de fortes precipitações. Tais características se devem, principalmente, à natureza do relevo ondulado de formação dunar e as condições do litoral da cidade que apresenta uma barreira natural ao escoamento superficial diretamente para o mar. Esta barreira é formada pelo afloramento da formação Barreiras com cobertura de dunas que se transformam em falésias. A cidade é, praticamente, circundada por um cordão de dunas que se elevam até altitudes de, aproximadamente, 80 m, formando uma depressão interior (**PDDMA**, 2011).

Em estudo realizado pelo Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais da cidade de Natal, foram identificados 120 pontos críticos de drenagem, sendo 39 pontos críticos localizados na Zona Norte, 22 pontos críticos localizados na Zona Leste, 13 pontos críticos presentes na Zona Oeste e 46 pontos críticos dentro da Zona Sul. Estes pontos podem ser consultados no item 07 do presente estudo.

As características de relevo presente na cidade fazem com que a drenagem de Natal tenha aspectos muito peculiares, com dificuldades para a implantação de sistemas eficientes de drenagem. A maioria das soluções adotadas nos últimos anos envolve a construção de sistemas de drenagem isolados ou integrados conectados a lagoas de acumulação e infiltração nos pontos mais baixos das bacias.

As lagoas de infiltração além de funcionar como dispositivo receptor de infiltração e acumulação do escoamento de águas pluviais geradas nas bacias de contribuição também tem o papel de promover a recarga do aquífero local. No entanto, este tipo de solução requer a disponibilidade de grandes espaços (áreas verdes) para a infiltração e armazenamento dos volumes escoados. Tendo em vista a disponibilidade limitada de terrenos para a construção das lagoas de acumulação, este passa a ser o principal agente complicador na concepção das soluções de drenagem.

6 VERIFICAÇÃO DA SEPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DE DRENAGEM E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Em Natal, a rede de drenagem foi construída para funcionar como separadora absoluta entre esgotos e escoamento de águas pluviais.

O crescimento desordenado, a falta de informação e uma fiscalização deficiente combinada com diversos trechos ainda sem saneamento, tornam a rede de drenagem na prática uma interferência mútua dos escoamentos, consequentemente, alterando os parâmetros de qualidade da rede. Estas situações típicas de ligações clandestinas de esgotos na rede drenagem, combinada com o lançamento direto de esgoto nos corpos hídricos por construções irregulares às margens dos rios prejudicam a qualidades dos recursos hídricos e por consequência a balneabilidade das praias, como também, atividades que exigem alto grau de salubridade, por exemplo, o turismo, dentre muitas outras que afetam a qualidade de vida das residências as margens dos corpos receptores de águas pluviais.

No que se refere aos Sistemas de Esgotamento Sanitário, as interferências são muito mais significativas. Para se ter ideia, o Sistema de Esgotos de Natal deverá contar com 125 estações elevatórias e quatro centros de tratamento distintos, na grande maioria situadas em bacias fechadas, que estão sujeitas a alagamento das águas durante as enxurradas. A exceção daquelas unidades elevatórias que se situam na Faixa Litorânea Leste/Oeste de Escoamento Difuso (situadas às margens direita/esquerda do rio Potengi ou as que se situam na orla marítima), todas sofrem riscos de inundação de água pluviais ou podem, inversamente, por extravazamento, contribuir com despejos para o sistema de galerias de águas pluviais, não obstante todo o cuidado que possa ser tomado para evitar que isso aconteça.

Outra interferência bastante significativa ocorre nos locais onde não existem redes coletoras públicas de esgotos, as águas servidas que escoam pelas sarjetas são drenadas para as galerias de águas pluviais que deságuam nas lagoas de infiltração, provocando a deposição de lodo, que resulta na colmatação das mesmas. Por conseguinte, a ausência de adequados sistemas de coleta de esgotos e de drenagem de águas pluviais contribui para a poluição do aquífero subterrâneo.

De forma geral os problemas do sistema de esgotamento sanitário resultam em consequências danosas sobre o sistema de drenagem, pois é este último que, quando disponível na área, recebe os excedentes do sistema de esgotos, devidos a transbordamentos, rompimentos e falhas operacionais, ou nos casos de inexistência dos esgotos sanitários recebem ligações clandestinas dos esgotos para a galeria de drenagem.

A partir dessas considerações, e levando em conta que as obras de drenagem estão intimamente vinculadas com as de esgotos, uma vez que esses dois requisitos de infraestrutura poderiam até ser concebidos como sistemas unitários, posto que, se caracterizam por ocupar, senão os mesmos espaços, mas os circunvizinhos, nada mais oportuno que as alternativas técnicas de solução para os problemas comuns se façam da forma mais harmoniosa e interdependente.

No Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Natal, no documento que Trata do Diagnóstico dos Sistemas de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Limpeza Pública e Resíduos Sólidos de Natal, encontram-se endereços e coordenadas geográficas das principais unidades dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, que possibilitam identificar os principais riscos de interferência destes sistemas com os de drenagem de águas pluviais. Destaca-se que a grande maioria dos endereços coincide com os da infraestrutura de drenagem. Portanto, a análise criteriosa destas condicionantes pode fornecer subsídios para as medidas mitigadoras a serem adotadas no planejamento e na operação do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais de Natal.

7 ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E DETERMINAÇÃO DE ÍNDICES FÍSICOS

As precipitações pluviométricas em Natal são relativamente abundantes, sem estiagens rigorosas, ocorrendo, pelo contrário, uma relativa regularidade nos totais anuais precipitados. Em um período de 50 (cinquenta) anos de observações, a média anual registrada foi de 1.546,60mm.

A distribuição sazonal das chuvas onde aparece a variação anual das médias mensais, segundo os registros do posto de Natal, o ano hidrológico começa em outubro ou novembro. O semestre mais úmido tem início em março e termina em agosto, sendo que o mês que apresenta as maiores precipitações é o mês de junho.

7.1 BACIAS HIDROGRÁFICAS DE NATAL

A hidrografia[1] da área de estudo é representada pelo estuário do Rio Potengi/Jundiaí, Rio Doce e Rio 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 deságue o Rio Potengi/Jundiaí.

MEDEIROS (2001), 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 escoa superficialmente para os principais corpos de água já citados e parte 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.

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 difuso[2] 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.

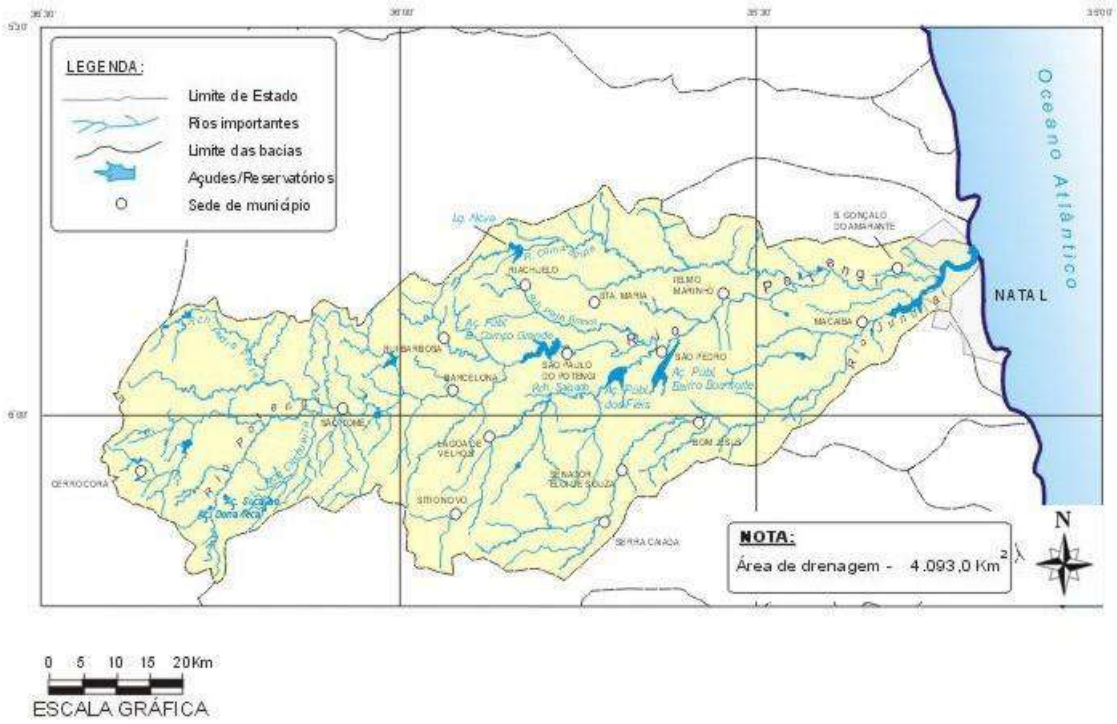
[1] Hidrografia: parte da geografia física que estuda as águas correntes, paradas, oceânicas e subterrâneas de uma região (GUERRA e GUERRA, 2005, p. 336-337).

[2] 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).

Bacia Hidrográfica do Rio Potengi / Jundiaí

Segundo informações da **SEMARH** (2000), a área da bacia do Potengi ocupa uma superfície de 4.093 km^2, correspondendo a 7,7% do território estadual. O rio 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 (**PDDMA**, 2011).

Figura 1. Bacia Hidrográfica do rio Potengi/Jundiaí



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 semiárido 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 Jundiaí, riachos do Outro e Prata, adentrando em área de estrutura geológica sedimentar, recebendo contribuição das águas subsuperficiais 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.

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. Atualmente, é o 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 2. Riacho das Quintas ou das Lavadeiras



Fonte: Adaptado do IDEMA/PRODETUR, 2006

Sub-bacia do Riacho do Baldo

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

Atualmente o canal está retificado em toda sua extensão, diferentemente do que ocorria na década de 1970 como pode ser visualizado na Figura abaixo, 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 3. Encontro das águas do Riacho do Baldo com o Rio Potengi (1972)



Fonte: PDDMA, 2011

Bacia Hidrográfica do Rio Doce

O Rio Doce se caracteriza como um sistema flúvio-lacustre, cujas lagoas de Pajuçara e Gramoré alimentam seu canal fluvial. Segundo a Secretaria de Recursos Hídricos do estado, **SERHID** (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 exutório da lagoa e adentra no município do Natal, tendo sua desembocadura na Planície Fúlvio-Marinha do estuário do Rio Potengi/Jundiaí.

De acordo com **MEDEIROS** (2007), 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 4. Desembocadura do Rio Doce no Estuário do Potengi



Fonte: PDDMA, 2011

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 de 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 m^3/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 e do Sapo, todas provenientes de águas subterrâneas do aquífero Dunas/Barreiras e alimentadas principalmente pelas precipitações. 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.

Na intervenção para construção do pro transporte, obras do Governo do Estado, deve ser observado a implantação deum extravasor em cota que permita o escoamento das águas excedentes do sistema de lagoas quando atingir níveis de inundação das áreas circunvizinhas, o transbordamento destas lagoas pode ocasionar a ruptura da estrada junto a vertente que dá para a planície de inundação do Rio Doce, fato já ocorrido anteriormente.

Figura 5. Expectativa de transbordamento da lagoa do sapo sobre a Av. Moema Tinôco.



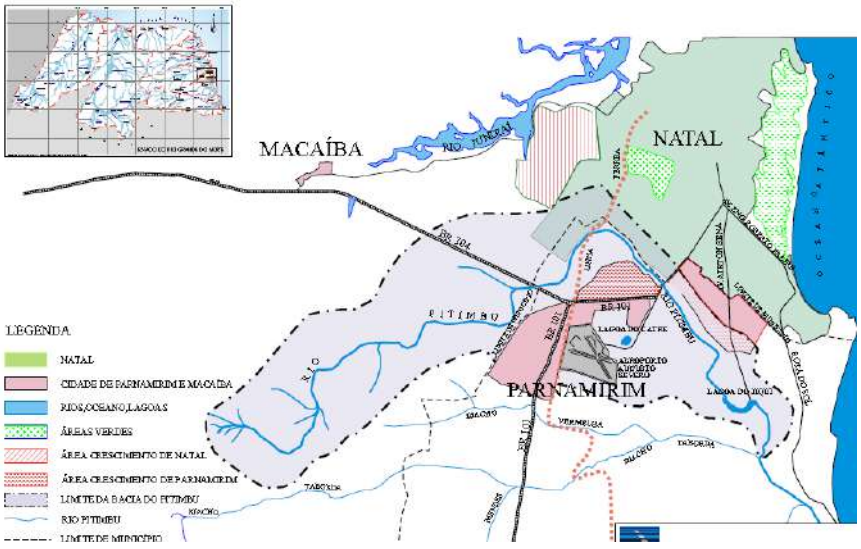
Fonte: PDDMA, 2011

Bacia Hidrográfica do Rio Pirangi (Sub-bacia do Rio Pitimbu)

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 Km^2, abrangendo os municípios de São José de Mipibu, Macaíba, Vera Cruz, Parnamirim, Natal e Nísia Floresta.

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, que possui cerca de 146 Km². O Rio Pitimbu serve inclusive, em alguns trechos, como referência natural dos limites político-territoriais entre os municípios de Macaíba, Parnamirim e Natal (Figura abaixo).

Figura 6. Sub-bacia do Rio Pitimbu.



Fonte: SERHID, 2005

Ao longo deste canal fluvial, no município de Parnamirim, surge a Lagoa do Jiqui (Figura abaixo), que se situa numa área rebaixada do relevo encravada nos sedimentos da Formação Barreiras, sendo o rio e consequentemente 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 tem apresentado problemas de poluição e assoreamento. Segundo **MEDEIROS** (2001), parte do curso do rio Pitimbu encontra-se controlado pelo "*Graben*[3] Parnamirim".

COSTA (1970 apud **MEDEIROS**, 2001), 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 7. Lagoa do Jiqui - em destaque vermelho a estação de captação de água da CAERN



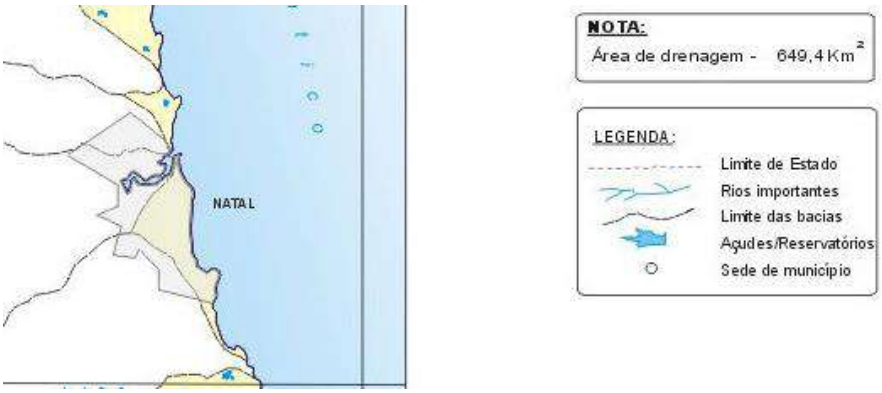
Fonte: Adaptada de IKONOS, 2003

Área de escoamento difuso e Oceano Atlântico

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 destas lagoas atualmente existentes encontram-se contornadas pela malha urbana, tornando-se motivo de transtornos para a população nos períodos chuvosos.

[3]*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).

Figura 8. Recorte do escoamento difuso do Litoral Leste do RN com destaque para Natal.



Fonte: Adaptada de SEMARH, 2000

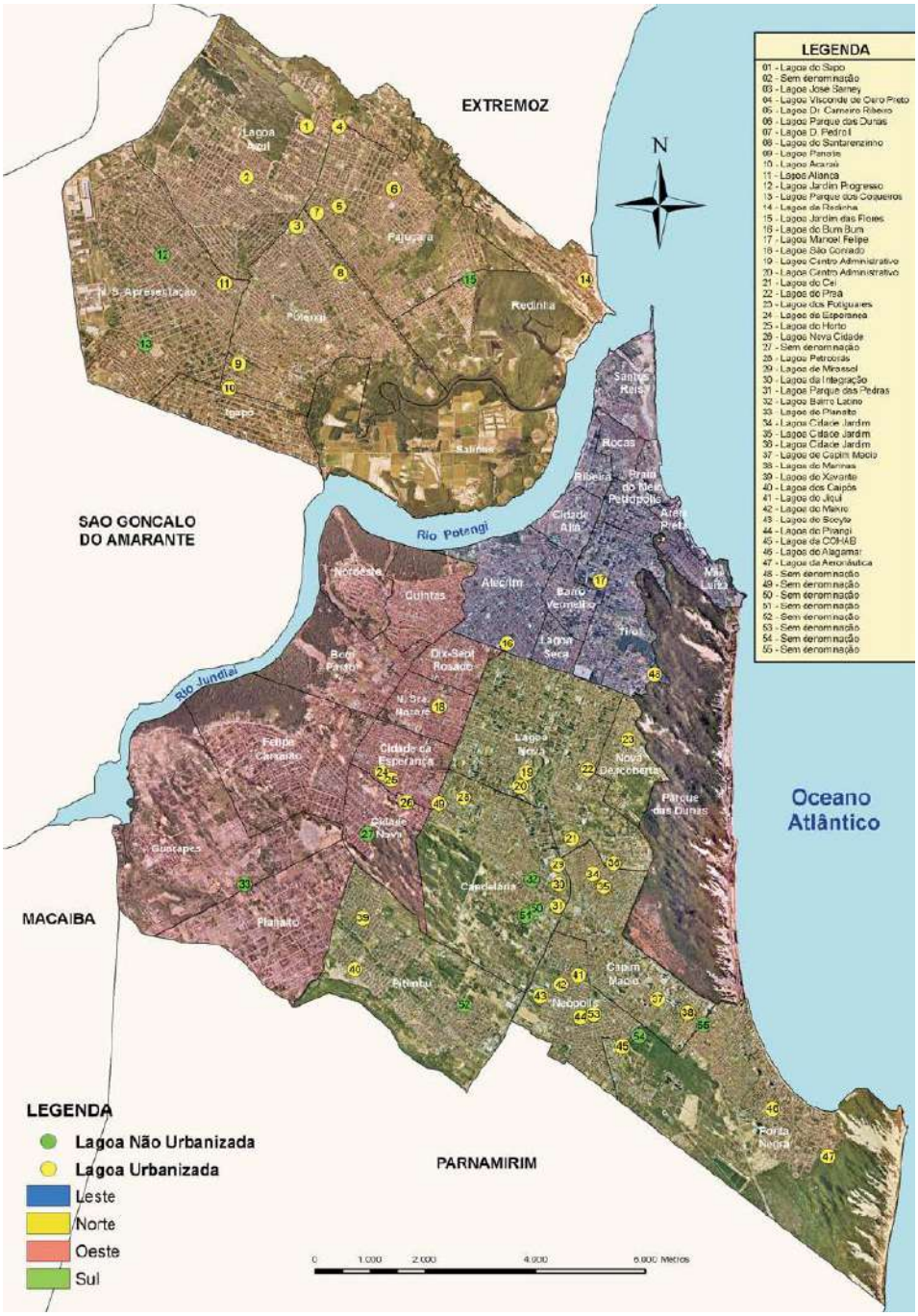
Mesmo aquelas lagoas que estão fora da área de escoamento difuso, inseridas na área das outras bacias de drenagem, tem passado por um contexto parecido, por efeito das intensas precipitações e impermeabilização do solo em área de relevo essencialmente plano.

A maioria dessas lagoas é classificada 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, ou seja, quando ocorrem intensas precipitações. As águas dessa área de escoamento difuso são transportadas e descarregadas no Oceano Atlântico, principalmente de maneira subsuperficial. 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 semipermeáveis e até impermeáveis, que dificultam a passagem das águas subterrâneas. Um agravante para a situação se deve a impermeabilização do solo e consequente 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.

O Oceano Atlântico acaba sendo o receptor final de todas as águas do escoamento superficial e parte das águas subsuperficiais 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 à 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 abaixo).

Figura 9. Distribuição das Lagoas Naturais e Artificiais de Natal.



Fonte: SEMURB, 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 para escoamento das águas pluviais. As ligações clandestinas, de esgotos sanitários e águas servidas acabam congestionando o encanamento e danificando o sistema, como exemplo o rompimento de galerias em outros pontos da cidade.

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.

Figura 10. Rua São José tomada pela água



Fonte: Adaptada de PDDMA, 2011

Figura 11. Ruas alagadas em decorrência do transbordamento das lagoas em Capim Macio



Fonte: Adaptada de PDDMA, 2011

7.2 BACIAS E SUB-BACIAS DE DRENAGEM DE NATAL

Na cidade de Natal, lagoas naturais como as de Lagoa Nova, Lagoa Seca, Lagoa do Jacob, Lagoa de Neópolis e a Lagoa da Campina desapareceram. Isto porque a partir da década de 70, houve um aumento expressivo das áreas de ocupação no entorno dessas lagoas para dar lugar a praças, colégio, edifícios públicos e residências, provocando a transferência da drenagem urbana da cidade através de redes de galerias ou afetando o seu regime hídrico.

Entretanto, muitas vezes essas lagoas ressurgem em períodos chuvosos formando áreas alagadas, pois são depressões fechadas para onde os deflúvios decorrentes das precipitações se direcionam como resultado das impermeabilizações. Portanto, da mesma forma, a diminuição da área das lagoas, faz com que em épocas de chuva as águas ultrapassem o limite imposto pela urbanização e alcance as edificações.

As bacias de drenagem de Natal praticamente se desenvolvem plenamente no território municipal, tendo em vista que o município de Natal recebe contribuições hídricas superficiais externas na Rua Tomaz Landim no Município de São Gonçalo e na Rua poços de Caldas e Rua

Madre Tereza de Calcutá no Município de Parnamirim, que, nesse caso, deve ser consideradas nos projetos de drenagem destas bacias.

Para efeito de balanço hídrico, distinguem-se as bacias de drenagem de Natal em bacias abertas (com exutório) e fechadas (sem exutório).

As bacias fechadas, ou seja, sem exutório de escoamento superficial, localizam-se nas Zonas Oeste e Sul, compreendendo as bacias do Parque das Dunas, Lagoas da Jaguarari, San Vale/Cidade Satélite e Lagoinha, com uma área de drenagem de 3.787,2 ha, correspondendo a 26,7% do território municipal.

Em se tratando do estudo do sistema de drenagem, o território municipal da cidade de Natal é dividido em dois setores distintos separados pelo estuário do Rio Potengi. O setor I que coincide com a Zona Norte e Setor II que abrange as Zonas Leste, Oeste e Sul (Figura abaixo).

Figura 12. Setores de Drenagem e Zonas Administrativas



Fonte: PDDMA, 2011

Para um diagnóstico mais preciso e objetivo voltado ao dimensionamento e adequação do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais, tomou-se por base subdividir uma determinada bacia de drenagem em sub-bacias de drenagem (**PDDMA**, 2011).

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.

No atual contexto do Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de Natal (2011) foi realizada a atualização da divisão das bacias de drenagem de Natal em relação ao Plano de Drenagem da cidade de Natal (1973).O sistema para o município de Natal foi unificado, 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.

Segundo o Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas pluviais (2011) são identificadas 20 (vinte) bacias de drenagem no município de Natal, sendo 06 (seis) bacias na Zona Norte e 14 (quatorze) bacias nas Zonas Leste, Oeste e Sul, conforme os quadros e figuras abaixo.

Quadro 5. Bacias de Drenagem da Zona Norte de Natal.

Bacia		Área (ha)	
		Aberta	Fechada
I	Rio Doce	617,5	
II	Lagoa Azul	2417,5	
III	Lagoa de Extremoz	100,2	
IV	Rio Golandim	181,5	
V	Redinha	108,2	
VI	Rio Potengi / Salinas	885,4	
Total da Zona Norte		**4309,9**	

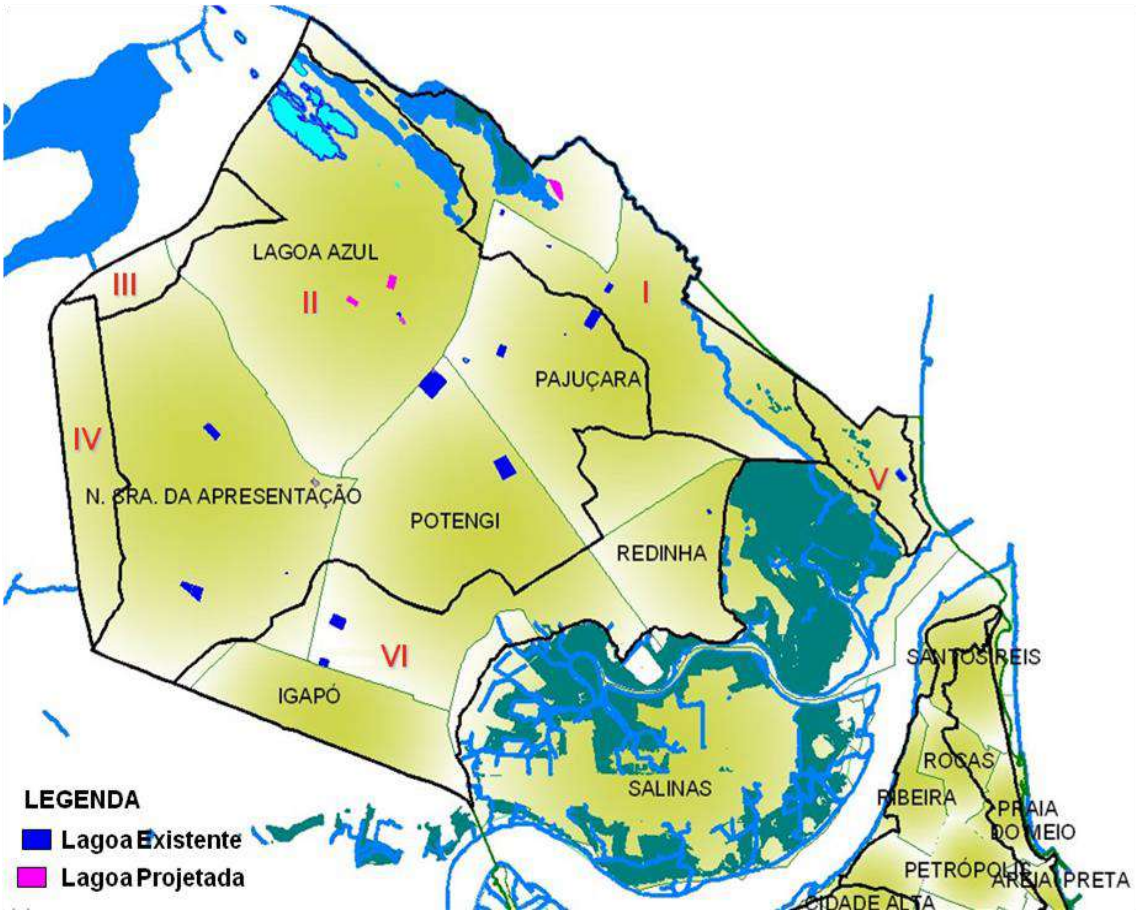
Fonte: PDDMA, 2011

Quadro 6. Bacias de Drenagem das Zonas Leste/Oeste/Sul de Natal

Bacia		Área (ha)	
		Aberta	Fechada
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		1194,0
XII	Rio das Lavadeiras	1264,8	
XIII	Via Costeira	116,2	
XIV	Rio Potengi / Felipe Camarão	712,6	
XV	Lagoas da Jaguarari		431,8
XVI	Rio Pitimbu	1048,9	
XVII	San Vale / Cidade Satélite		1145,4
XVIII	Rio Jundiaí / Guarapes	398,0	
IXX	Lagoinha		1016,0
XX	Praia de Ponta Negra	949,3	
Total da Zona Leste/Oeste/Sul		**6103,2**	**3787,2**

Fonte: PDDMA, 2011

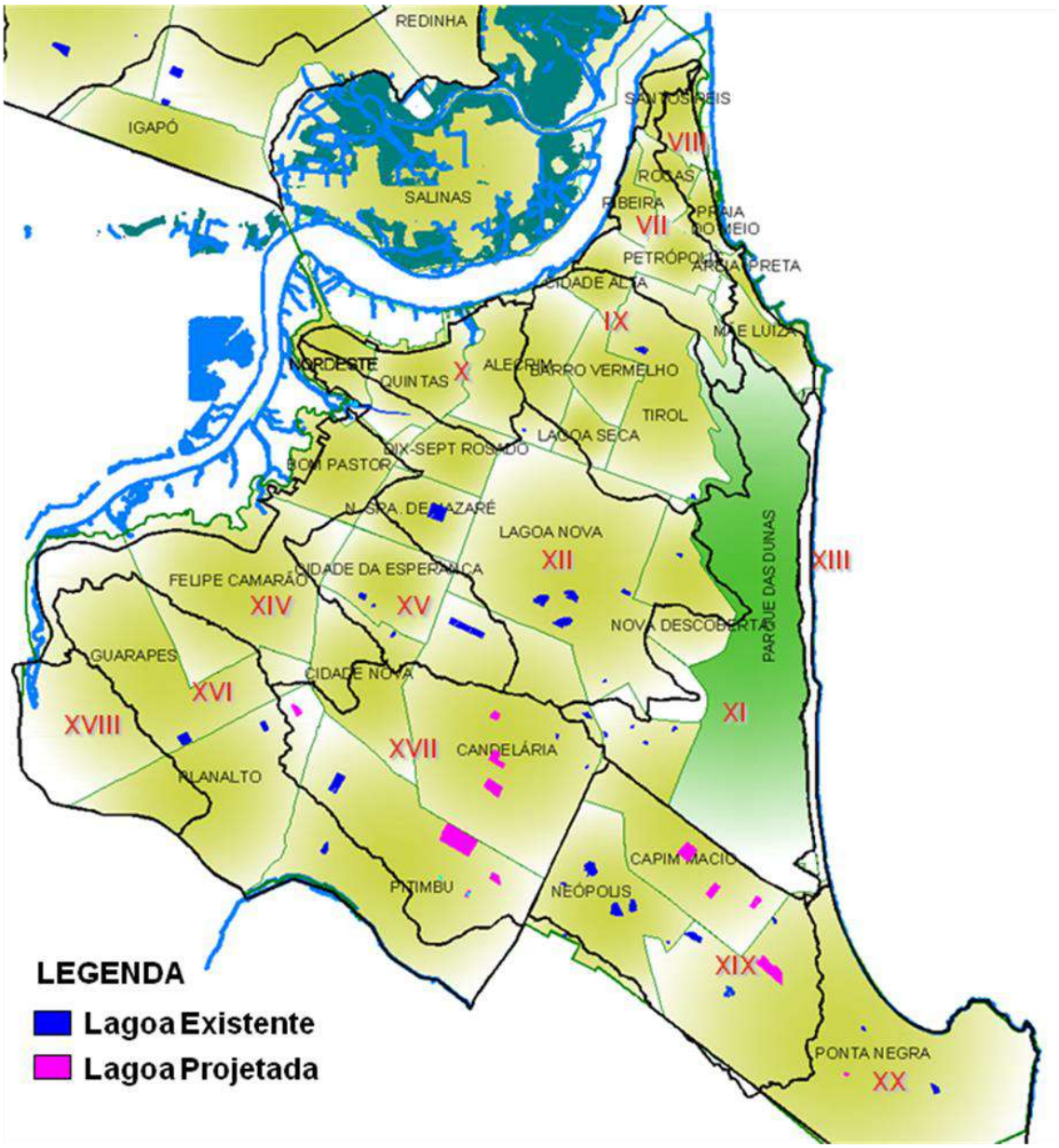
Figura 13. Bacias de drenagem da Zona Norte de Natal.



Fonte: PDDMA, 2011

Com a implantação do Sistema Integrado de Drenagem da Zona Norte, na bacia II, todas as bacias da Zona Norte tornaram-se abertas, com o direcionamento de suas águas aos seguintes exutórios: Rio Doce (bacia I); Lagoa Azul (bacia II); Lagoa de Extremoz (bacias III);Rio Golandim (bacia IV); Praia da Redinha (bacia V); Rio Potengi (bacia VI)

Figura 14. Bacias de drenagem das Zonas Leste, Oeste e Sul.



Fonte: PDDMA, 2011

As bacias fechadas de Natal encontram-se nas Zonas Leste e Sul, nas quais as águas têm destino predominante para as seguintes Lagoas: Lagoas da Jaguarari (bacia XV); Lagoas de San Vale (bacia XVII); Lagoinha (XIX).

Ademais, as bacias abertas das Zonas Leste, Oeste, Sul e Norte têm os seguintes exutórios: Riacho das Quintas (bacia Xll); Rio Potengi (bacias VII, X, XIV e V); Praias Urbanas (bacia VIII); Via Costeira (bacias XI e XIII); Rio Pitimbu (bacia XVI); Praia de Ponta Negra (bacia XX); Riacho

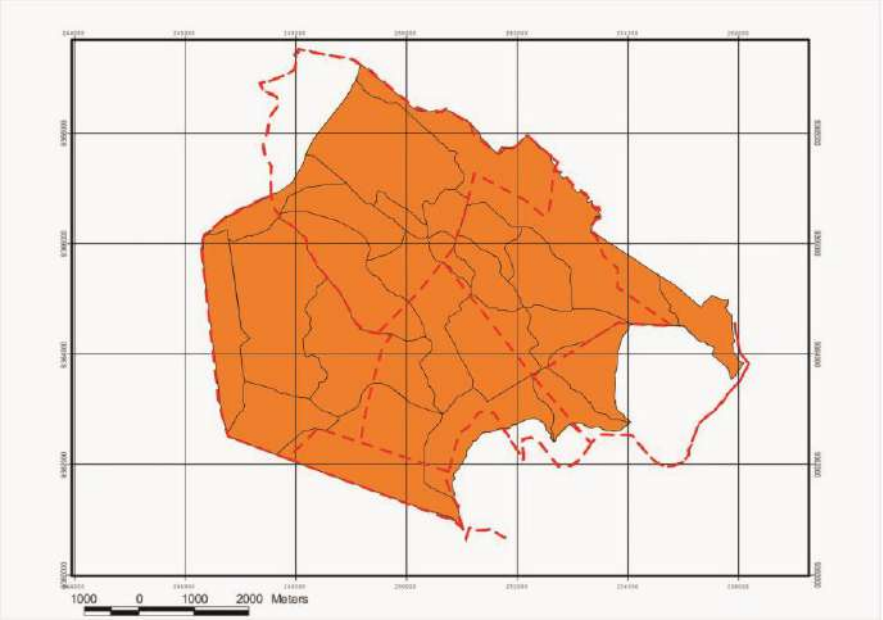
do Baldo (bacia IX); Rio Jundiaí (bacia XVII); Rio Doce (bacia I); Lagoa Azul (bacia II); Lagoa de Extremoz (bacia III); Rio Golandim (bacia IV); Redinha (bacia VI).

Caracterização Morfológica das Bacias de Drenagem do Setor I

A Região Norte de Natal (Setor I) apresenta 06 (seis) bacias de drenagem, subdivididas em sub-bacias, e distribuídas nos bairros de Redinha, Igapó, Pajuçara, Nossa Senhora da Apresentação e Lagoa Azul.

As principais lagoas existentes na Zona Norte são: Lagoa da Acaraú, Lagoa do Panatis II; Lagoa do Jardim Progresso; Lagoa da Aliança; Lagoa do Soledade, Lagoa José Sarney; Lagoa do Santarenzinho.

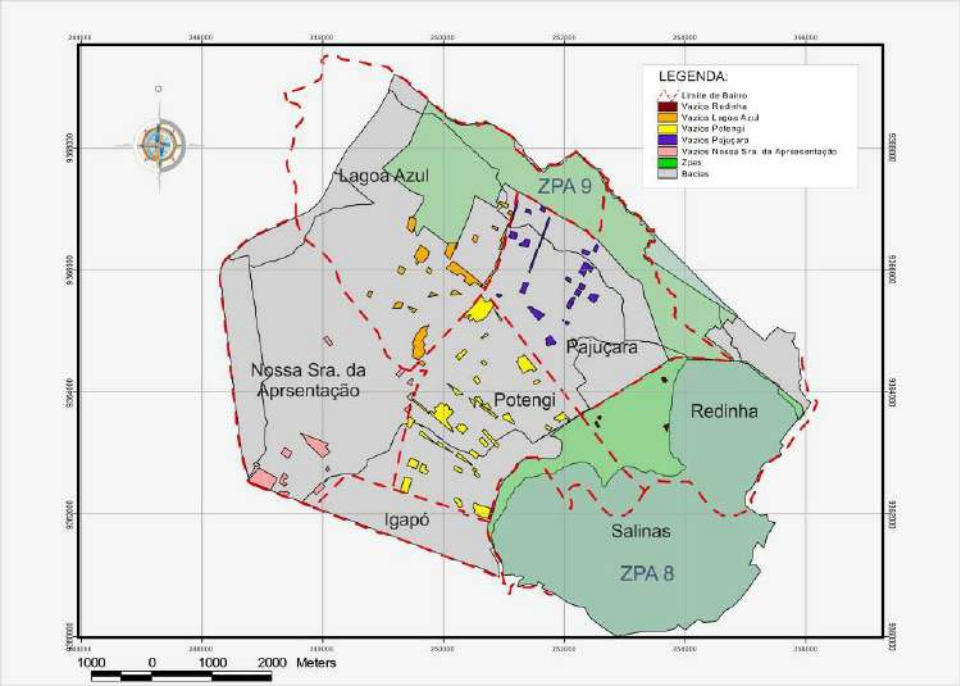
Figura 15. Sub-Bacias da Zona Norte de Natal.



Fonte: Start Consultoria, 2008.

A **Bacia I** localiza-se na parte nordeste do município e está dividida em 07(sete) sub-bacias. Possui uma área total de585 ha, inserida nos bairros da Redinha, Pajuçara, e Lagoa Azul. As ocupações na Bacia ocorrem de maneira rarefeitas, baixa densidade e ocupações informais, principalmente, nas sub-bacias I.1, I.2 e I.4, provocadas também, pela presença das áreas ambientais, sobretudo a Zona de Proteção Ambiental 9 e com uma forte vulnerabilidade ambiental. As sub-bacias I.3, I.5 e I.7 apresentam um número maior de ocupações, sendo na I.5 com uma presença maior de ocupações informais e na I.3 e I.7 com conjuntos habitacionais, com definição de lotes, quadras e um traçado viário regular.

Figura 16. Bairros da Zona Norte de Natal.



Fonte: Start Consultoria, 2008.

A **Bacia II** é a mais complexa, 2.420ha e diversificada da Zona Norte. Está localizada na porção central implantada dentro dos bairros de Potengi, Pajuçara, Nossa Senhora da Apresentação e Lagoa Azul, dividida em 13 (treze) sub-bacias. De maneira geral percebe-se a presença de algumas áreas permeáveis em quase todas as sub-bacias. A sua ocupação se configura de maneira semelhante as demais Bacias, com forte presença de conjuntos habitacionais, determinando um traçado regular, com limite de lotes e quadras e, outra parcela formada por ocupações informais, sem muita definição de limite de lotes, quadras e de sistema viário. Por ter a maior área e também o maior número de bairros, consequentemente possui maior diversidade de uso e ocupação e complexidade socioeconômica e ambiental, a mesma deve ser tratada no planejamento de maneira especial.

A **Bacia III** encontra-se localizada na porção Noroeste da região Norte, com uma área de 90 ha, dividida em 02 (duas) sub-bacias. A sub-bacia III.1 localiza-se no bairro de Lagoa Azul, limitando-se com o bairro Nossa Senhora da Apresentação, com a Bacia II e a BR-101, dentro do distrito industrial, com uma área de 46 ha. Apresenta o menor número de ocupações de todas as sub-bacias da região Norte. A sub-bacia III.2 localiza-se no bairro de Nossa Senhora da Apresentação, também no distrito industrial, às margens da BR-101, com área de 54 ha, com poucas ocupações, porém, com algumas edificações e lotes maiores, principalmente do tipo industrial, mas ainda com expressiva área permeável.

A **Bacia IV** assemelha-se às características da bacia anterior. Localizada na porção Oeste, no bairro de Nossa Senhora da Apresentação, divisa com o município de São Gonçalo do

Amarante, não apresenta divisão em sub-bacias e dispõe de área de 165 Ha, com forte presença de ocupações do tipo industrial e áreas de permeáveis.

A **Bacia V** encontra-se na porção Leste, totalmente inserida no Bairro da Redinha, dividida em 02 (duas)sub-bacias, totalizando uma área de, 100 ha. Por se tratar de uma área antiga da cidade, as ocupações no sitio foram feitas de maneira informal, sem planejamento, refletidas nas formas de ocupação sem definição de lotes, quadras, com um traçado viário complexo e uma densidade de ocupação média/alta.

A **Bacia VI** está na porção Norte inserida nos bairros de Salinas, Igapó, Redinha e Potengi, dividida em 05 (cinco) sub-bacias, com área de 883 ha, sendo a segunda maior bacia da Região Norte de Natal. A sub-bacia VI.1 encontra-se totalmente inserida no bairro de Pajuçara (103 ha de área), com muitas áreas desocupadas, parcelamento regular com a presença de conjuntos habitacionais, um traçado regular, na sua maioria do tipo "xadrez" e lotes e quadras bem definidos. A sub-bacia VI.2 está com a maior parcela inserida no bairro da Redinha (116 ha) e a outra no Pajuçara (9 ha), apresentando grandes áreas sem ocupação que favorecem a infiltração das águas pluviais e com forte presença de ocupações do tipo conjuntos habitacionais. A sub-bacia VI.3 apresenta o menor número de ocupações da Bacia, com a maior parcela no bairro da Redinha (71 ha). A sub-bacia VI.4 está inserida nos bairros do Potengi (141 ha) e outra parcela no bairro de Igapó (17 ha) com uma diversidade de ocupação (informais e formais – conjuntos habitacionais).

A sub-baciaVI.5 é a mais complexa da Bacia VI, esta inserida nos bairros de Igapó e Potengi. No bairro de Igapó percebe-se um forte adensamento e poucas áreas permeáveis, com ocupações lindeiras ao lote e um traçado "xadrez" complexo. No bairro do Potengi o traçado se comporta de maneira mais regular, principalmente pela presença dos conjuntos habitacionais e com algumas parcelas de áreas livres. Percebe-se, entretanto, que existe um processo de crescimento em direção as áreas ambientais onde se localiza a Bacia, comprometendo ainda mais os espaços potenciais de absorção das águas.

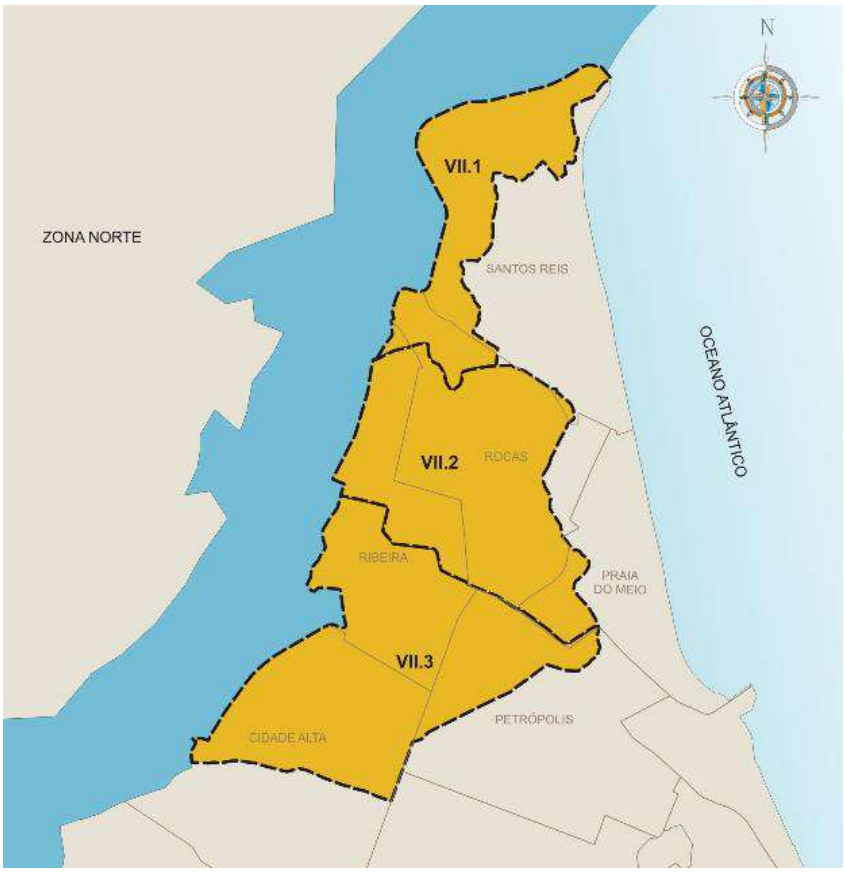
É importante destacar dois aspectos que devem ser vistos de maneira especial nas definições e proposta referentes à drenagem da região Norte. A primeira refere-se à complexidade da Bacia II, como visto anteriormente, sendo importante atenção redobrada nas medidas de planejamento para esta Bacia, uma vez que sua diversidade socioeconômica, ambiental e urbanística reflete de maneira significativa nas formas de ocupação e uso do solo desta área. O segundo destaque é para o bairro de Lagoa Azul, onde apresenta a maior porcentagem de área dentro das bacias (33% das áreas totais das bacias), em especial a Bacia II, com a maior quantidade de sub-bacias, aumentando a sua complexidade e diversidade.

Caracterização Morfológica das Bacias de Drenagem do Setor II

A **Bacia VII** está inteiramente localizada na Zona Leste, sendo dividida em 03 (três) sub-bacias que totalizam uma área de220 ha. Encontra-se distribuída em parte nos bairros das Rocas, Ribeira, Cidade Alta, e parte de Santos Reis, parte dos bairros Petrópolis e Praia do Meio,

fazendo limite ao oeste com o Rio Potengi, para onde as galerias e canais fazem a drenagem da água em pontos distribuídos nos bairros das Rocas, Ribeira e Cidade Alta (Figura abaixo).

Figura 17. Delimitação das sub-bacias da Bacia VII.



Fonte: PDDMA, 2011

A sub-bacia VII.1 é a menor das três, dividindo-se nos bairros das Rocas, Ribeira e Parte de Santos Reis, nesse último estando localizada sua maior parcela. Somente são encontradas galerias nas sub-bacias VII.2 e VII.3. A sub-bacia VII.2 é bem maior que a VII.1, com 80 ha, e apresenta-se dividida entre os bairros de Santos Reis, Ribeira, Praia do Meio e Rocas, estando predominantemente neste último. A sub-bacia, VII.3, é a maior das três, espraiando-se sobre os bairros de Petrópolis, Ribeira e Cidade Alta. Não existem lagoas nessa bacia.

Nesta bacia está inserida a Zona de Proteção Ambiental 7 – Forte dos Reis Magos e seu entorno. Quanto à sua ocupação urbana, varia desde uma ocupação mais rarefeita com a presença de vazios urbanos na sub-bacia VII.1 (principalmente na Praia do Forte e proximidades) até uma mais adensada na sub-bacia VII.2, principalmente na parte superposta ao bairro das Rocas. Neste recorte hidrográfico, o relevo variado e a proximidade com o Rio Potengi, incluindo sua foz, são elementos relevantes a serem considerados em um plano de drenagem. O espaço construído da área caracteriza-se por ter sido historicamente constituído

de forma espontânea, com edificações em sua maioria térreas, porém existindo hoje diversas construções de maior gabarito. A área ocupada por esta bacia é a mais antiga da cidade. Nas sub-bacias VII.2 e VII.3 o uso para comércio e serviços é mais intenso que na sub-bacia VII.1. As ruas são, em sua quase totalidade, impermeabilizadas, seja em paralelepípedos ou em asfalto.

A **Bacia VIII**, com área de 204 ha, está inserida na Zona Leste, subdividida em 06 (seis) sub-bacias. Situa-se ao longo do litoral leste da capital, margeando as Praias do Forte, do Meio, de Areia Preta e de Mãe Luíza e fazendo limite com o Parque das Dunas. Abrange uma pequena área das Rocas, grande parte do bairro de Santos Reis e a quase totalidade dos bairros de Praia do Meio, de Areia Preta e de Mãe Luíza (Figura abaixo).

A sub-bacia VIII.1 está completamente inserida em Santos Reis; a sub-bacia VIII.2 compreende pequenas porções dos bairros Santos Reis e Rocas e cerca de metade, da Praia do Meio, sendo a outra metade coincidente com a sub-bacia VIII.3. Já a sub-bacia VIII.4 abrange a maioria do bairro de Areia Preta e pequena parte de Mãe Luíza. As sub-bacias VIII.5 e VIII.6 estão inseridas inteiramente no restante do bairro de Mãe Luíza. Em todas as sub-bacias existem galerias de drenagem que conduzem águas pluviais para as praias do Forte, de Areia Preta e do Meio. Há uma galeria que segue o limite do Parque das Dunas com a sub-bacia VIII.5.

O tipo de ocupação, de caráter predominantemente espontâneo, não segue um traçado regular, variando ao longo da bacia. É mais adensada nas sub-bacias VIII.2, VIII.3, VIII.4 e VIII.5, que correspondem à grande parte dos bairros de Praia do Meio, de Areia Preta e Mãe Luíza. Nas sub-bacias VIII.1 e VIII.6, a densidade mais baixa é resultado da existência de áreas que não podem ser ocupadas por construções, como o espaço de tancagem da Petrobrás e duas áreas militares em Santos Reis e em Mãe Luíza. O adensamento é afetado também pela existência de duas Zonas de Proteção Ambiental, a ZPA 07 – Forte dos Reis Magos e seu entorno e ZPA 10 – Encostas dunares adjacentes ao Farol de Mãe Luíza. Na sub-bacia VIII.5 há vazios urbanos, resultantes de áreas de encostas com declividade acentuada. Não existem lagoas nesta bacia.

A tipologia construtiva da área desta é composta de edificações mais simples, com dimensão reduzida, predominantemente térrea, utilizando materiais convencionais (Santos Reis e Mãe Luíza), até construções mais elaboradas do ponto de vista técnico e formal, com gabarito elevado, nos bairros de Areia Preta e de Praia do Meio. Vale salientar que todo o bairro de Mãe Luíza e alguns trechos de Areia Preta e Praia do Meio, nas porções mais ao sul, são considerados assentamentos precários segundo o Plano de Habitação de Interesse Social. O uso é predominantemente residencial, sendo a maioria das vias impermeabilizadas. Há variações acentuadas no relevo da área em quase todas as sub-bacias, cumprindo destacar as elevações de Mãe Luíza, parte de Areia Preta e Praia do Meio.

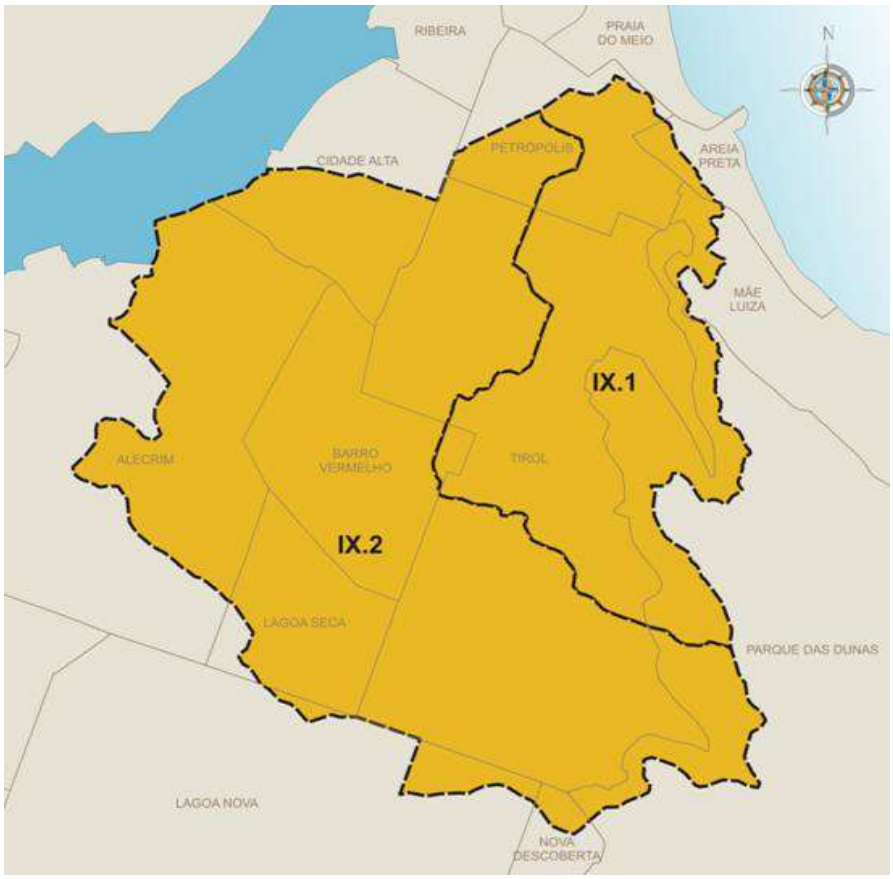
Figura 18. Delimitação das sub-bacias da Bacia VIII.



Fonte: PDDMA, 2011

A **Bacia IX** está localizada na Zona Leste de Natal, com exceção de pequeno trecho na Zona Sul, e possui uma área de 876 ha. Compreende parte dos bairros de Petrópolis, Cidade Alta, Alecrim, a quase a totalidade de Lagoa Seca, os bairros Barro Vermelho e Tirol, além de avançar por pequeno trecho de Lagoa Nova e Nova Descoberta. Ao nordeste, margeia o Rio Potengi e a oeste faz limite com o Parque das Dunas por grande extensão (Figura abaixo).

Figura 19. Delimitação das sub-bacias da Bacia IX.



Fonte: PDDMA, 2011

Apresenta 02 (duas) sub-bacias e 02 (duas) lagoas na sub-baciaIX.2.Na região limítrofe à sub-bacia IX.1, no bairro de Tirol, a Lagoa Manoel Felipe, inserida no Parque da Criança e a Lagoa das Dunas, localizada na zona limítrofe com o Parque das Dunas, próximo à Av. Bernardo Vieira. Além das galerias em ambas as sub-bacias, na sub-bacia IX.2 existe o Canal do Baldo, que serve de sangradouro para a Lagoa Manoel Felipe, por canalização em direção ao Rio Potengi. Há também um canal que atravessa o Barro Vermelho de norte a sul, até ligar-se ao Canal do Baldo (Figura a seguir) e um canal no bairro das Quintas, desaguando no sentido leste, oeste no Rio Potengi.

A sub-bacia IX.1 abrange parte dos bairros de Tirol e Petrópolis, tendo uso eminentemente residencial. Essa sub-bacia é extremamente adensada, em virtude de ser uma área já bastante verticalizada, com exceção da uma área militar, em que a ocupação do solo é mais rarefeita. Nesta sub-bacia, a malha é predominantemente ortogonal.

Figura 20. Canal do Baldo



Fonte: GOOGLE STREET VIEW, 2014

Já na área ocupada pela sub-bacia IX.2, que abrange parte de Tirol, Petrópolis, Cidade Alta, Alecrim, todo o Barro Vermelho e a quase a totalidade de Lagoa Seca, observa-se uma variedade no tipo de adensamento urbano, com tipologias, em sua grande maioria, residenciais, coexistindo casas térreas, pequenos prédios e torres mais altas. Quanto à malha urbana, esta também se apresenta bastante diversificada, com traçado em xadrez nos bairros Petrópolis, Tirol e Lagoa Seca, tornando-se menos regulares no Alecrim, Barro Vermelho e Cidade Alta.

Na bacia IX não há grandes vazios urbanos ou relevantes alterações no relevo, sendo a maior parte de seu solo recoberto por asfalto ou pavimentação poliédrica. Nesta área estão instaladas instituições urbanas importantes, como o Hospital Walfredo Gurgel, a sede do Corpo de Bombeiros e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRN). Assim como diversas clínicas, hospitais, colégios e um grande shopping (Midway Mall).

A **Bacia X** abrange cerca de 300 ha e localiza-se nas Zonas Leste e Oeste, abrangendo os bairros Quintas, parte dos bairros Nordeste e Alecrim, além de pequeno trecho do bairro Dix-Sept Rosado (Figura a seguir).

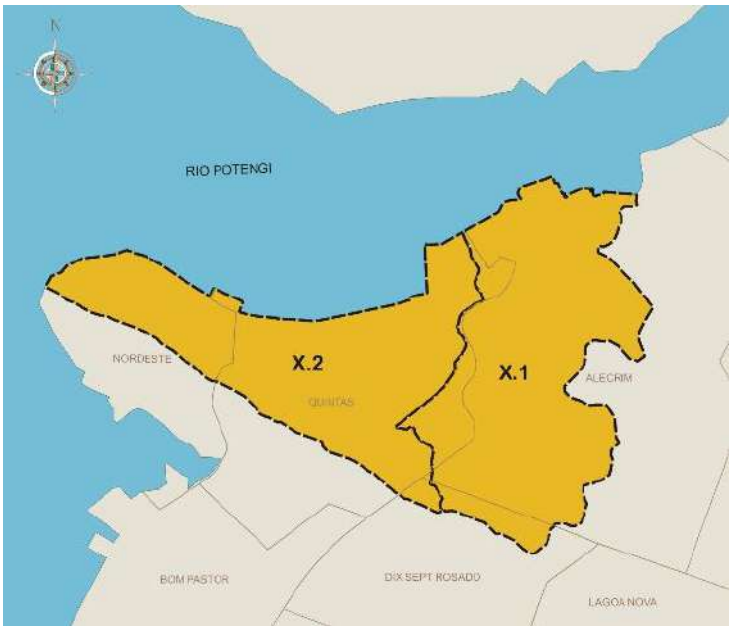
A sub-bacia X.1 é formada por cerca de metade do bairro do Alecrim e pequeno trecho do Dix-Sept Rosado, estando nelas instaladas galerias e canais de drenagem em direção ao Rio Potengi. Existem alguns riachos perenes no bairro das Quintas que correm em direção ao Rio Potengi, porém não há lagoas naturais ou artificiais.

Na sub-baciaX.2, englobando as Quintas e parte dos bairros Nordeste e Dix-Sept Rosado, está presente a Zona de Proteção Ambiental 08 – Estuário do Rio Potengi, no bairro Nordeste, onde existe uma pequena lagoa natural. Não existem lagoas nessa bacia.

A Bacia X é limítrofe com as margens do Rio Potengi, conferindo-lhe uma fragilidade ambiental maior do que bacias que não estão diretamente ligadas a ele.

Percebe-se que a ocupação da área em que está localizada a bacia se deu de forma espontânea na área do bairro Alecrim, sendo regular na parte do Bairro Nordeste. Existe um grande adensamento em toda a área da bacia, havendo poucos vazios urbanos, apenas na sub-baciaX.2, no bairro Nordeste. Contudo, a verticalização ainda não é alta, sendo mais comum a presença de casas térreas, com emprego de técnicas e materiais construtivos convencionais. O uso residencial é preponderante. Há presença de assentamentos precários nessa bacia, como a Favela do Novo Horizonte/Japão. Não há alterações relevantes no relevo que interfiram substancialmente no processo de drenagem.

Figura 21. Delimitação das sub-bacias da Bacia X.



Fonte: PDDMA, 2011

A **Bacia XI** (Figura a seguir) tem uma área de 1.129 ha. Abrange, além do Parque das Dunas em sua totalidade, parte dos bairros de Nova Descoberta, Lagoa Nova, Capim Macio e Candelária, todos inseridos na Zona Sul da capital. Por contemplar a área do Parque das Dunas, essa bacia é extremamente relevante para a cidade do Natal, do ponto de vista da preservação ambiental e dos seus recursos hídricos.

Figura 22. Delimitação das sub-bacias da Bacia XI.



Fonte: PDDMA, 2011

Nessa bacia estão inseridas 05 lagoas: A Lagoa do Natal Shopping e a Lagoa de Mirassol (XI.3B) e as Lagoas de Cidade Jardim 01, 02 e 03 (XI.3A).

Apresenta 04 (quatro) sub-bacias, sendo a sub-bacia XI.3 subdividida em sub-bacias XI.3A e XI.3B. A sub-bacia XI.1 é a maior de todas, representando aproximadamente 70% da bacia XI, correspondendo à quase totalidade do Parque das Dunas. Já a sub-bacia XI.2 engloba parte dos bairros de Nova Descoberta e Lagoa Nova, além de pequeno trecho do Parque das Dunas. A sub-bacia XI.3A é formada por parte dos bairros Nova Descoberta e Capim Macio, enquanto a sub-bacia XI.3B, a menor dessa bacia, é composta por porções de Candelária e Capim Macio.

Quanto à densidade, há um grande espaço não edificado, formado pela Zona de Preservação Ambiental ZPA02 – Parque Estadual Dunas de Natal e área de tabuleiro litorâneo adjacente ao Parque (Figura abaixo). A bacia, na porção correspondente a sub-bacia XI.2 (parcela de Nova Descoberta), tem uma ocupação mais rarefeita, em razão de na área ser instalada a Universidade Federal do Rio Grande do Norte. O adensamento se intensifica acentuadamente nas sub-bacias XI.3A e XI.3B, onde se observa a existência de conjuntos habitacionais com

traçado regular. A Sub-Bacia XI.4, que ao sul margeia a Avenida Engenheiro Roberto Freire, possui ocupação praticamente nula.

Figura 23. Vista aérea de Natal, destacando o Parque das Dunas**.**



Fonte: GOOGLE EARTH, 2014

No que se refere ao relevo, nas sub-bacias XI.1 e XI.4, este revela-se mais alto, sobretudo na área do Parque das Dunas, sendo o solo natural predominante. Já nas sub-bacias XI.2 e XI.3, a cota é baixa, sendo essas áreas mais vulneráveis à acumulação das águas pluviais, o que causa transtornos, uma vez que são áreas mais adensadas, com a maior parte do solo impermeabilizado por construções e pavimentação asfáltica ou poliédrica.

A **Bacia XII** (Figura a seguir) é a maior das zonas estudadas. Ocupa uma área de 1.276 ha, abrangendo parte dos bairros das Quintas, Nordeste, Dix-Sept Rosado, Nossa Senhora de Nazaré, Lagoa Nova, Nova Descoberta e Candelária, além de pequenos trechos do Parque das Dunas e dos bairros de Bom Pastor, Lagoa Seca, Alecrim, Capim Macio e Cidade da Esperança. Esta bacia relaciona-se com duas importantes áreas ambientais do município: o Rio Potengi e o Parque das Dunas, além de apresentar 07 (sete) lagoas e 01 (um) riacho.

Possui 05 (cinco)sub-bacias, divididas conforme descrição abaixo.

A sub-bacia XII.1 é formada por partes do bairro das Quintas, Nordeste e Lagoa Nova, com pequenos trechos do Alecrim e de Lagoa Seca. Nesta sub-bacia, existem o riacho das Quintas, com cerca de 600m de extensão, que drena parte das águas pluviais captadas pelas galerias, desaguando no Rio Potengi, e a Lagoa do Bum Bum, situada no bairro do Alecrim.

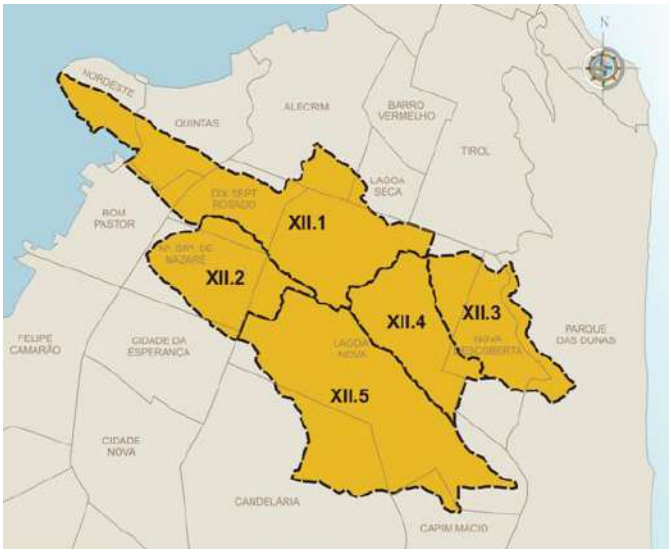
A sub-bacia XII.2 compreende quase a totalidade do bairro Nossa Senhora de Nazaré e porções de Dix-Sept Rosado e Lagoa Nova, além de um reduzido trecho do bairro Cidade da Esperança. Nela verifica-se a presença de galerias e da lagoa artificial de São Conrado.

A sub-bacia XII.3, localizada na parte leste da bacia XII, é formada quase que exclusivamente pelo bairro Nova Descoberta e por pequena porção do Parque das Dunas. Além da existência de galerias, a Lagoa dos Potiguares também integra este recorte hidrográfico.

A sub-bacia XII.4 é majoritariamente composta por parte de Lagoa Nova, acrescida de um trecho de Nova Descoberta, apresentando diversas galerias e a Lagoa do Preá mais ao sul da sub-bacia.

Por fim a sub-bacia XII.5, em sua maior parte formado pelo bairro de Lagoa Nova, compreende ainda porções de Candelária, apresentando 03 (três) lagoas: Lagoas do Centro Administrativo, RD 3 e RD4 com novos projetos de ampliação e urbanização que faz parte do sistema de drenagem Arena das Dunas nesta data em fase de implantação e Lagoa do CEI. Existe um sistema de galerias integrado com as lagoas do centro administrativo em Tunnel Liner por gravidade para o Rio Potengi.

Figura 24. Delimitação das sub-bacias da Bacia XII.



Fonte: PDDMA, 2011

Nessa bacia existem assentamentos subnormais nas sub-bacias XII.1, XII.3 e XII.4, localizados nos bairros das Quintas, Dix-Sept Rosado, Nordeste, Lagoa Nova e Nova Descoberta. Parte da bacia está inserida na Zona de Proteção Ambiental 08 – Estuário do Rio Potengi, no bairro Nordeste.

O uso da área da bacia XII é predominantemente residencial, abarcando edificações em diferentes condições e com condições socioeconômicas heterogêneas. O traçado é predominantemente regular, do tipo xadrez, com a presença de algumas quadras de grandes dimensões onde funcionam equipamentos urbanos como o Centro de Abastecimento do Rio Grande do Norte – CEASA-RN, o Centro Administrativo, o Hospital do Câncer, parte da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e a Arena Multiuso – Arena das Dunas. Existem poucas áreas com solo natural, havendo predominantemente o solo impermeabilizado,

contudo, parte do terreno do Centro Administrativo e da UFRN funcionam como áreas de absorção das águas pluviais em função dos seus espaços livres.

A **Bacia XIII** é a menor das zonas estudadas. Este recorte hidrográfico possui 116 ha de dimensão, distribuídos ao longo do sentido norte-sul, fazendo fronteira, ao oeste com o Parque das Dunas e ao leste com as praias da Via Costeira, não havendo sub-bacias ou lagoas (Figura a seguir). Pela divisão administrativa da cidade, essa bacia não está inserida em nenhuma zona nem abrange nenhum bairro. Existem galerias implementadas em diversos pontos, localizados ao longo de sua extensão longitudinal. Está diretamente ligada à Zona de Preservação Ambiental do Parque das Dunas e próxima ao assentamento precário do Bairro Mãe Luíza.

Não se pode falar de traçado do espaço urbano ou de tipologias construtivas, uma vez que a ocupação urbana é feita por hotéis de padrão de luxo e pelo Centro de Convenções de Natal, de forma bastante rarefeita (Figura abaixo). Existem extensas áreas com solo natural, sendo a porção impermeabilizada a área que corresponde à Via Costeira. O relevo apresenta declive acentuado em direção às praias, o que associado à alta porcentagem de solo natural, propicia facilidade na infiltração das águas pluviais.

Figura 25. Delimitação da Bacia XIII.



Fonte: PDDMA, 2011

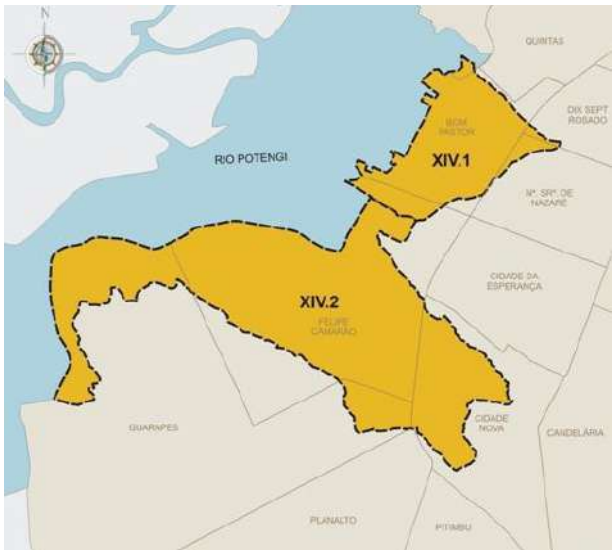
Figura 26. Vista aérea da Via Costeira.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2013

A **Bacia XIV** (Figura a seguir) se encontra integralmente localizada na Zona Oeste, possui 712 ha e compreende os bairros s de Bom Pastor e Felipe Camarão quase em suas totalidades, bem como trechos dos bairros de Dix-Sept Rosado, Nordeste, Nossa Senhora de Nazaré, Guarapes e Cidade Nova. Apresenta duas sub-bacias: a sub-bacia XIV.1, que abarca quase todo o Bom Pastor e pequenas porções dos bairros Nordeste, Dix-Sept Rosado, Nossa Senhora de Nazaré e Felipe Camarão. Já a sub-bacia XIV.2, mais ao sul, é formada por grande parte de Felipe Camarão, trechos dos Guarapes e Cidade Nova. Não existem lagoas nesta bacia porém verifica-se a existência de galerias fazendo o escoamento para o Rio Potengi, que margeia a bacia pelo oeste, ao longo dos bairros de Felipe Camarão e Bom Pastor.

Figura 27. Delimitação das sub-bacias da Bacia XIV.



Fonte: PDDMA, 2011

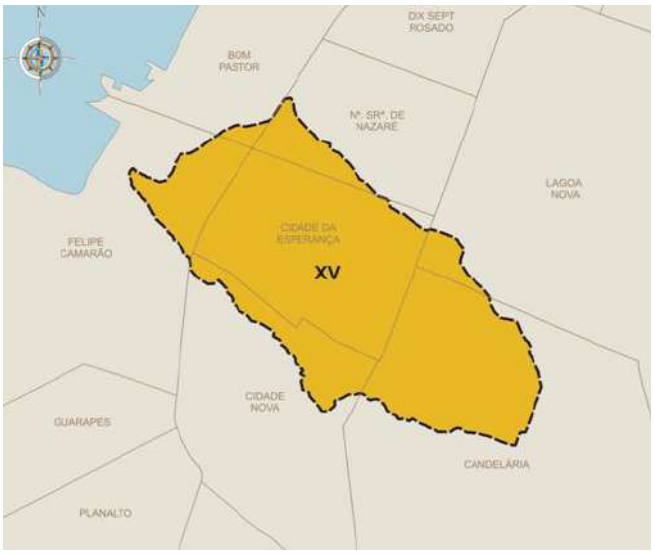
Nessa bacia, existe uma grande área ocupada pela Zona de Preservação Ambiental 08 – Estuário do Rio Potengi, sendo a bacia que tem o maior número de ocupações com habitações precárias distribuídas nas duas sub-bacias nos bairros das Quintas, Nordeste, Bom Pastor, Felipe Camarão e Cidade Nova. Não existem lagoas de drenagem naturais ou artificiais, existindo poucas galerias na sub-bacia XIV.1 e em maior quantidade na sub-bacia XIV.2.

O uso é predominantemente residencial, sendo a tipologia edilícia de materiais e técnicas tradicionais. Quanto à ocupação do solo, a área é relativamente muito adensada, pois apesar dos espaços urbanos estarem quase completamente construídos, as edificações são térreas em sua maioria, distribuída em quadros de formato retangular, distribuídas de maneira regular nas duas sub-bacias. Este adensamento diminui ao longo do trecho da sub-baciaXIV.2 que vai se aproximando do bairro Guarapes, sendo bastante rarefeita a ocupação da parte que está totalmente inserida nesse bairro em razão da existência de dunas.

O relevo é predominantemente plano, com baixas cotas de nível, com exceção de parte dos bairros Felipe Camarão e Guarapes, em que existem elevações dunares.

A **Bacia XV** (Figura a seguir) possui uma área de 431 ha. Este recorte hidrográfico é integrado por quase todo o bairro Cidade da Esperança, parte de Felipe Camarão, Cidade Nova e Candelária, além de pequenos trechos de Lagoa Nova, Nossa Senhora de Nazaré e Bom Pastor, estando, portanto, distribuída nas Zonas administrativas Oeste e Sul. Não possui sub-bacias e apresenta 04 (quatro) lagoas, são elas: Lagoas da Esperança e do Horto em Cidade da Esperança; Lagoa da Nova Cidade em Cidade Nova; e a Lagoa da Petrobrás na Candelária. Integrando o sistema de drenagem, existem galerias que realizam o escoamento da área para todas as lagoas existentes nessa bacia.

Figura 28. Delimitação da Bacia XV.



Fonte: PDDMA, 2011

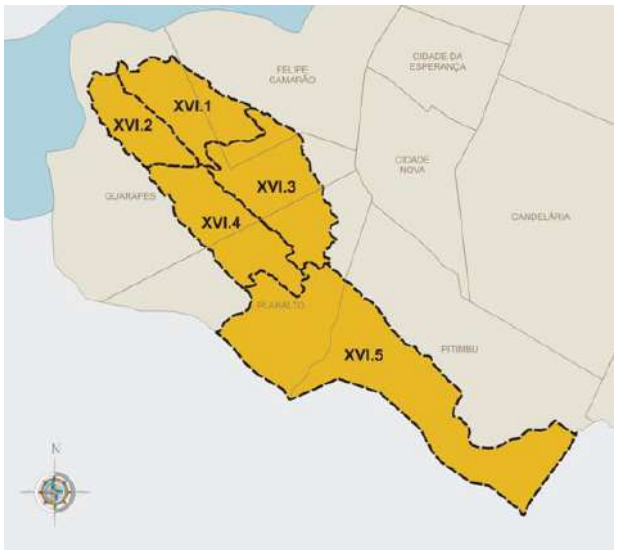
Com relação à ocupação urbana, a área ainda não se apresenta muito adensada, com padrão tipológico de casas térreas residenciais e existência de muitos condomínios horizontais, de alto padrão. Contudo, observa-se que a densidade tende a aumentar devido ao início do processo de verticalização no sítio, com construção de prédios residenciais destinados à classe média-alta. A malha urbana é bastante regular em Cidade Nova, tornando-se mais heterogênea nas bordas dessa bacia hidrográfica.

Existem 02(dois) assentamentos precários, um deles localizado no bairro Nossa Senhora de Nazaré e outro em Cidade Nova. Nesta região, estão inseridas porções da Zona de Proteção Ambiental 01 - Campo Dunar do Pitimbu, Candelária e Cidade Nova.

É verificada a presença de grandes equipamentos urbanos na bacia XV, como a sede da Petrobrás e o Terminal Rodoviário de Natal. Estes espaços, junto com os vazios urbanos, as áreas dunares da periferia da bacia e os condomínios horizontais, que regulam de forma mais rígida as taxas de ocupação do solo, fazem com que essa bacia tenha um nível de permeabilidade das águas pluviais satisfatório, apesar de ainda assim existirem problemas de inundação.

A **Bacia XVI** se encontra inserida nos bairros de Felipe Camarão, Guarapes, Planalto e Pitimbu. Esta bacia está localizada nas Zonas Leste e Sul da cidade, ocupando uma área de 712 ha. Este recorte hidrográfico é limítrofe com os municípios de Macaíba, a oeste e sul, e Parnamirim, ao sul e leste, sendo lindeiro ao Rio Pitimbu (Figura abaixo).

Figura 29. Delimitação das sub-bacias da Bacia XVI.



Fonte: PDDMA, 2011

Apresenta 06 (seis) sub-bacias e 03 (três) lagoas, sendo 02 (duas) no Planalto (sub-bacia XVI.3) e 1 (uma) na Av. dos Caiapós (sub-bacia XVI.5), estando prevista a Lagoa do Planalto 02 na sub-bacia XVI.4, que ainda não foi executada. Não existem galerias nas sub-bacias XVI.1 e XVI.2, porém é verificada a existência de algumas poucas galerias que são ligadas à Lagoa Planalto 01 e ao sítio onde deverá ser implementada a Lagoa do Planalto 02. Existe ainda um sistema de galerias e canal que faz o escoamento da sub-bacia XVI.5 para o Rio Pitimbu.

A sub-bacia XVI.1 é formada por parte dos bairros Guarapes e Felipe Camarão e a sub-bacia XVI.2 está completamente inserida no Guarapes. Estas sub-bacias tem ocupação bastante rarefeita, em grande parte, devido à presença de dunas. Nas sub-bacias XVI.3(inserida no Guarapes) e XVI.4 (inserida nos bairros Guarapes e Felipe Camarão), o adensamento apresenta um aceleramento no grau de ocupação, mas ainda se verifica que a maior parte do sítio permanece desocupada. A sub-bacia XVI.5, que está localizada nos bairros Planalto e Pitimbu, é a que apresenta maior adensamento, em um traçado bastante regular, porém são perceptíveis grandes vazios urbanos.

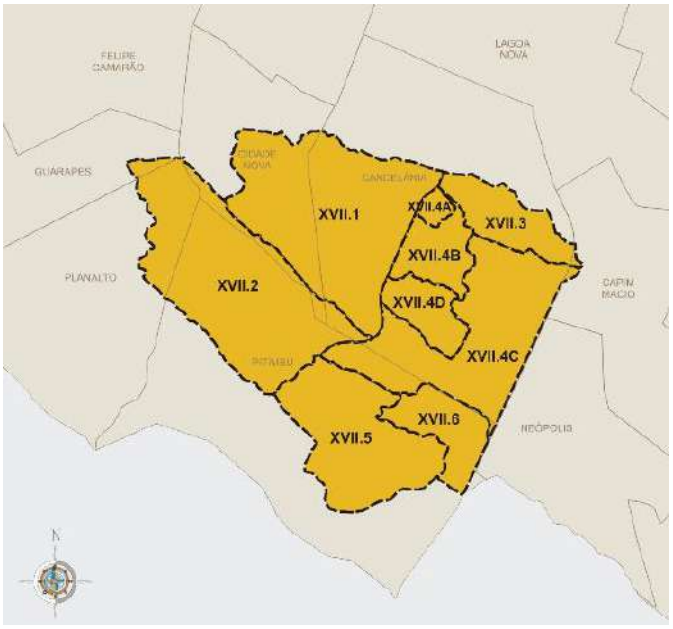
Nesta bacia existem duas Zonas de Proteção Ambiental: ZPA 03 – Área entre o Rio Pitimbu e Avenida dos Caiapós; e ZPA 04 – Campo Dunar do Guarapes. Podem ser verificados pontos de assentamentos precários.

O uso do solo predominante é o residencial. Quanto à impermeabilização do solo, essa bacia tem um dos menores índices de ocupação. Considerando as taxas de drenagem e pavimentação da **SEMURB** (2007) e as áreas da bacia correspondentes a cada bairro, o percentual de solo natural fica em torno de 50%. No que tange ao relevo, observa-se que o relevo nessa área é marcado pela presença de formações dunares.

A maior parte da **Bacia XVII** está inserida na Zona Sul, com pequeno trecho na Zona Oeste. Esta bacia possui 1.1482 ha. É formada pelos bairros de Candelária e Pitimbu, com trechos nos

bairros Cidade Nova, Planalto e pequena porção no bairro de Capim Macio. Apresenta 13 (treze) lagoas e 06 (seis) sub-bacias, sendo a sub-bacia XVII.4 subdividida em A, B, C e D (Figura abaixo).

Figura 30. Delimitação das sub-bacias da Bacia XVII.



Fonte: PDDMA, 2011

A sub-bacia XVII.1 está inserida nos bairros Cidade Nova e Candelária, não apresentando lagoas ou canais, apenas um pequeno trecho de galerias de drenagem. A sub-baciaXVII.2, contida nos bairros Planalto e Pitimbu possui a Lagoa dos Xavantes, não tendo sido implementado nenhum equipamento de escoamento de águas pluviais. Já na sub-bacia XVII.3, na Candelária, tem-se a Lagoa do Bairro Latino e algumas galerias.

A sub-bacia XVII.4, incluída quase completamente no bairro de Candelária e pequena porção nos bairros de Capim Macio e Pitimbu, apresenta o maior número de lagoas, sejam elas naturais ou artificiais: San Vale R.D.01, San Vale R.D.02A, San Vale R.D.02B, San Vale R.D.03, San Vale R.D.04 e a Lagoa da Integração/Salinas. Estão previstas para essa área diversas galerias que irão integrar essas lagoas em um sistema de drenagem. As sub-bacias XVII.5 e XVII.6, inteiramente incluídas no bairro Pitimbu, possuem respectivamente, San Vale R.D.06, e Lagoa do San Vale R.D.05, uma lagoa natural e a lagoa natural da Caiapós. Na sub-bacia XVII.6 está também prevista a implantação de galerias para o sistema de drenagem.

Na bacia existe a Zona de Proteção Ambiental - ZPA 01 do Campo Dunar do Pitimbu, Candelária e Cidade Nova. Há um assentamento considerado precário nessa área, o Viaduto, de pequenas dimensões.

O uso é eminentemente residencial, em sua maioria de casas térreas, porém a verticalização, principalmente na Candelária, vem se intensificando nos últimos anos. Há uma mescla de tipologias edilícias que vão da mais simples, até construções mais contemporâneas. O

adensamento é heterogêneo, sendo do tipo regular, com traçado em xadrez, no bairro Pitimbu (sub-bacias XVII.2, XVII.5 e XVII.6), porém existindo também vazios urbanos; sendo mais diversificado e irregular na parte da bacia inserida no bairro de Candelária. Ressalte-se que neste bairro, a área correspondente à sub-bacia XVII.1 apresenta ocupação praticamente nula, em virtude dessa área coincidir com a ZPA-01, formada por dunas.

Quanto ao relevo, este se mostra bastante acidentado, principalmente na área da bacia compreendida no bairro da Candelária. A existência de grandes espaços vazios nessa bacia faz com que o índice de impermeabilização do solo seja relativamente baixo nesse sítio.

A **Bacia XVIII** situa-se na Zona Oeste da capital. Esta bacia possui uma extensão pequena, de 397 ha, distribuída nos bairros Guarapes e Planalto. Esse recorte hidrográfico é limítrofe com o município de Macaíba, nos sentidos oeste e sul. Não possui lagoas nem sub-bacias, e sim um brejo formado pelo Rio Potengi, pra onde escoa as águas pluviais de galerias implantadas. Há previsão da construção de galerias e de canais nessa bacia. O relevo é marcado por formações dunares, que constituem parte da Zona de Proteção Ambiental - ZPA 04, do Campo Dunar do Guarapes (Figura a seguir).

Figura 31. Delimitação da Bacia XVIII.



Fonte: PDDMA, 2011

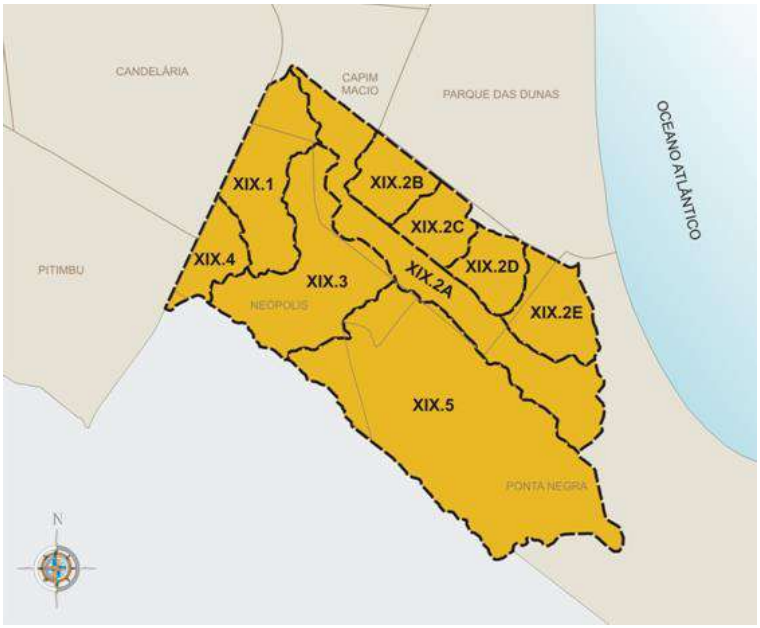
O uso é predominantemente residencial, de baixa renda, havendo um assentamento precário no sítio. Essa condição faz com que as tipologias construtivas sejam bastante simples, algumas vezes sendo edificações bastante frágeis, em virtude da precariedade do material e das técnicas empregadas.

São áreas pouco adensadas, em virtude de sua localização estar na periferia da cidade e por serem áreas ambientalmente sensíveis, dado a presença de dunas. Assim, possui o menor índice de impermeabilização dentre as bacias.

A parte ocupada, na porção noroeste da bacia, mescla uma malha regular com um traçado decorrente de ocupação espontânea.

A **Bacia XIX** possui uma área de 1.034 ha, localizada na Zona Sul da cidade de Natal. Este recorte hidrográfico distribui-se nos bairros Neópolis, Capim Macio e Ponta Negra. Limita-se ao sul com o município de Parnamirim. Apresenta 05 (cinco) sub-bacias e 12 (doze lagoas), conforme figura a seguir.

Figura 32. Delimitação das sub-bacias da Bacia XIX.



Fonte: PDDMA, 2011

A sub-bacia XIX.1 engloba parte dos bairros de Capim Macio e de Neópolis, contendo a Lagoa do Makro, com galerias ligadas a ela. A área é bastante ocupada, havendo vazios urbanos, principalmente na área próxima à Lagoa.

A sub-bacia XIX.2 encontra-se subdividida nas sub-bacias XIX.2 A, B, C, D e E, nelas estão inseridas as lagoas de Capim Macio R.D.01, Capim Macio R.D.02, Lagoa do Marina R.D.03, Lagoa do Marina R.D.04, Lagoa da Avenida Genipabu e Lagoa do C.T.G. Em todas elas, e muitas vezes entre as lagoas, existem galerias implementando um sistema de drenagem.

Ocupando parte dos bairros de Capim Macio, Neópolis e trecho bastante reduzido de Ponta Negra, a sub-bacia XIX.3 caracteriza-se pela presença das lagoas São Miguel dos Caribes/Pirangi e Ayrton Senna. Na sub-bacia XIX.4, inserida no bairro Neópolis, verifica-se a existência da Lagoa do Society.

A sub-bacia XIX.5, a maior dessa bacia, está incluída predominantemente no bairro de Ponta Negra, com uma parte em Neópolis, apresentando as lagoas da Cohab e de Lagoinha. Nela está inserida a Zona de Proteção Ambiental 05 – Associação de dunas e lagoas do bairro Ponta Negra (Região de Lagoinha). É também nessa sub-bacia que há o único assentamento precário da bacia, no entorno da Lagoa de Lagoinha.

Com exceção das sub-bacias XIX.3 e XIX.4, há previsão de implementação de galerias e canais em todas as sub-bacias, com especial incremento do sistema de drenagem na sub-bacia XIX.2.

A ocupação da área da bacia é em sua maioria regular, em função do processo de urbanização ter sido feito por meio de conjuntos habitacionais de casas e prédios residenciais, geralmente destinados à classe média. Cumpre destacar que a verticalização da área vem aumentando intensamente nos últimos anos, o que promoverá um maior adensamento no sítio. Pode-se considerar que a taxa de drenagem/impermeabilização, segundo dados da **SEMURB** (2007), oscila em torno de 75% da região, exceto em relação à sub-bacia XIX.5. Esta sub-bacia apresenta uma ocupação extremamente rarefeita, em função da existência da ZPA-05, em que o relevo é marcado pelas dunas existentes no entorno de Lagoinha.

Por fim, a **Bacia XX** (Figura abaixo), com uma área de 938 ha e englobando parcela do bairro Ponta Negra, está completamente inserida na Zona Sul de Natal. Esta bacia limita-se ao sul com o município de Parnamirim e se divide em 05 (cinco) sub-bacias com 03(três) lagoas, são elas: Lagoa de Alagamar (sub-bacia XX.2), Lagoa da Vila de Ponta Negra (sub-bacia XX.4) e Lagoa da Aeronáutica (sub-bacia XX.5). É lindeiro ao Parque das Dunas e seu limite no sentido norte é a Praia de Ponta Negra, para onde escoam as águas pluviais de algumas de suas galerias. Além do sistema de galerias existentes, estão previstas outras galerias para a integralização dos sistemas de microdrenagem.

Figura 33. Delimitação das sub-bacias da Bacia XX.



Fonte: PDDMA, 2011

A bacia tem dois assentamentos subnormais: o Alagamar, no entorno da lagoa de mesmo nome, na sub-bacia XX.2; e o Pião, na sub-bacia XX.5. Quanto às áreas de preservação ambiental, há a ZPA-06 – Morro do Careca e dunas associadas na sub-bacia XX.3, que faz limite com Parnamirim.

Com relação à ocupação urbana na área, esta só não ocorre na sub-bacia XX.5, onde existe a Zona de Preservação Ambiental 06. As tipologias vão desde pequenas casas com emprego de técnicas e materiais convencionais até altos edifícios residenciais e apart-hoteis de arquitetura contemporânea. O adensamento vem se intensificando a cada dia, principalmente em razão da verticalização. Nesta bacia, o relevo é bastante acidentado, o que, associado à impermeabilização do solo, propicia o escoamento das águas pluviais para as lagoas existentes. Na área, a maioria das vias é calçada por paralelepípedos ou asfaltada.

Características Hidrológicas nos Exutórios das Sub-bacias de Natal

As tabelas abaixo, retiradas do PDDMA (2011), fornecem as principais características hidrológicas das sub-bacias de drenagem de Natal. Tais características sintetizam os resultados dos levantamentos das sub-bacias, uso e ocupação, traçados das isócronas e cálculos dos hidrogramas. Os valores apresentados para cada sub-bacia são para as seguintes grandezas hidrológicas: A: área de drenagem; C_{2008}: coeficiente de deflúvio médio para o ano 2008; C_{futuro}: Coeficiente de deflúvio médio projetado para o ano de 2028; T_C: tempo de concentração; Q_{pico}: vazão de pico; Vol.: volume escoado; Tr: período de retorno.

Tabela 3. Características Hidrológicas das Sub-bacias do Setor I (Zona Norte).

Sub-Bacia	Cmédio2008	CmédioProjeção 20 anos	Área (ha)	TC* (min)	Tr = 2 anos		Tr = 10 anos		Tr = 25 anos	
					Qpico (m^3/s)	Vol (m^3)	Qpico (m^3/s)	Vol (m^3)	Qpico (m^3/s)	Vol (m^3)
I-1-2-3	0,17	0,30	168,80	30	5,37	20.071	6,76	25.269	7,71	28.809
I-4	0,16	0,30	76,20	10	3,26	8.594	4,11	10.820	4,68	12.336
I-5	0,42	0,50	119,10	50	9,99	35.152	12,58	44.256	14,34	50.456
I-6	0,11	0,40	79,52	10	2,23	5.877	2,81	7.399	3,20	8.436
I-7	0,22	0,30	118,30	30	5,98	18.381	7,52	23.141	8,58	26.384
II-1	0,36	0,50	374,40	50	8,08	33.108	10,17	41.682	11,59	47.522
II-2	0,51	0,60	125,70	80	9,13	45.055	11,49	56.724	13,10	64.671
II-3	0,58	0,60	31,90	30	3,49	12.946	4,39	16.298	5,01	18.582
II-4	0,50	0,60	48,60	30	5,17	17.030	6,51	21.440	7,42	24.444
II-5	0,39	0,50	227,40	70	11,01	61.641	13,86	77.605	15,80	88.478
II-6	0,58	0,60	248,90	60	20,40	101.184	25,68	127.390	29,28	145.238
II-7	0,54	0,60	35,40	40	2,99	13.506	3,76	17.003	4,29	19.386
II-8	0,54	0,60	67,60	40	5,59	25.567	7,03	32.189	8,02	36.699
II-9-A	0,61	0,61	71,00	40	7,97	30.280	10,03	38.122	11,44	43.463
II-9-B	0,51	0,60	121,55	50	10,11	43.667	12,72	54.976	14,50	62.679
II-10	0,53	0,60	393,10	60	34,00	145.255	42,81	182.875	48,80	208.497
II-11	0,46	0,50	314,00	50	25,17	100.873	31,68	126.998	36,12	144.791
II-12	0,41	0,50	194,30	50	13,98	56.301	17,60	70.882	20,06	80.813
II-13	0,57	0,60	141,80	50	14,00	56.325	17,62	70.913	20,09	80.848
III	0,21	0,40	100,23	10	5,54	14.604	6,98	18.387	7,96	20.963
IV	0,40	0,50	181,60	110	6,99	51.384	8,79	64.692	10,03	73.756
V-1	0,39	0,40	69,50	60	3,72	18.921	4,68	23.821	5,33	27.159
V-2	0,38	0,40	38,80	30	3,06	10.282	3,85	12.945	4,39	14.759
VI-1	0,35	0,40	103,70	40	7,17	25.304	9,03	31.858	10,29	36.321
VI-2	0,35	0,40	128,50	40	7,92	31.313	9,98	39.423	11,37	44.947
VI-3	0,21	0,40	85,90	20	4,09	12.379	5,16	15.585	5,88	17.769
VI-4	0,35	0,40	195,80	30	13,70	47.922	17,24	60.334	19,66	68.787
VI-5-A	0,40	0,50	67,40	70	4,35	18.952	5,48	23.861	6,25	27.204
VI-5-B	0,42	0,50	87,20	50	5,94	25.787	7,48	32.466	8,52	37.014
VI-5-C	0,40	0,50	217,80	50	13,66	61.475	17,20	77.396	19,61	88.240

* Tempo de concentração

Tabela 4. Características Hidrológicas das Sub-bacias do Setor II. (Zonas Leste, Oeste e Sul)

Sub-Bacia	Cmédio2008	CmédioProjeção20anos	Área (ha)	TC* (min)	Tr = 2 anos		Tr = 10 anos		Tr = 25 anos	
					Qpico	Vol	Qpico	Vol	Qpico	Vol
					(m³/s)	(m³)	(m³/s)	(m³)	(m³/s)	(m³)
VII-1	0,24	0,50	26,83	20	1,56	4.480	1,97	5.640	2,24	6.430
VII-2	0,68	0,68	80,48	30	10,30	38.458	12,97	48.418	14,79	55.201
VII-3	0,71	0,71	95,87	30	15,27	48.001	19,22	60.433	21,91	68.900
VIII-1	0,37	0,40	43,87	30	3,46	11.234	4,35	14.144	4,96	16.125
VIII-2	0,54	0,54	15,25	30	1,50	5.761	1,89	7.254	2,16	8.270
VIII-3	0,59	0,59	17,30	20	2,03	7.206	2,56	9.072	2,91	10.343
VIII-4	0,61	0,61	24,35	20	3,83	10.438	4,83	13.141	5,50	14.982
VIII-5	0,44	0,50	49,14	30	4,82	15.152	6,07	19.076	6,92	21.749
VIII-6	0,21	0,30	28,60	20	1,33	4.176	1,67	5.257	1,90	5.994
IX-1	0,52	0,70	252,55	60	21,82	91.300	27,48	114.946	31,33	131.051
IX-2	0,68	0,70	552,81	90	53,01	263.722	66,74	332.024	76,09	378.543
X-1	0,68	0,70	161,69	40	18,94	76.543	23,84	96.367	27,18	109.869
X-2	0,74	0,74	83,54	50	11,21	43.240	14,11	54.439	16,09	62.066
XI-1	0,10	0,10	773,99	10	20,59	54.218	25,92	68.261	29,55	77.824
XI-2	0,21	0,30	95,02	50	4,35	14.095	5,48	17.745	6,24	20.231
XI-3 (A)	0,51	0,51	113,65	30	12,03	40.615	15,14	51.134	17,27	58.298
XI-3 (B)	0,39	0,50	20,70	20	1,84	5.685	2,31	7.158	2,64	8.160
XI-4	0,17	0,17	158,94	50	1,84	7.329	2,31	9.227	2,63	10.520
XII-1	0,57	0,60	353,75	60	30,32	140.208	38,17	176.521	43,52	201.253
XII-2	0,54	0,60	59,72	30	7,68	22.455	9,67	28.270	11,02	32.231
XII-3	0,55	0,60	162,30	30	18,19	62.998	22,90	79.315	26,10	90.427
XII-4	0,53	0,60	128,78	50	10,37	47.593	13,05	59.919	14,88	68.314
XII-5	0,44	0,50	420,77	30	39,84	130.805	50,16	164.683	57,19	187.756
XIII	0,10	0,10	116,15	10	3,09	8.137	3,89	10.244	4,43	11.679
XIV (A)	0,62	0,62	166,04	50	18,65	71.817	23,48	90.417	26,77	103.085
XIV (B)	0,50	0,50	291,56	60	19,84	102.004	24,98	128.422	28,48	146.415
XV	0,53	0,60	316,13	90	28,78	118.352	36,24	149.005	41,32	169.881
XVI-1	0,10	0,10	132,52	10	3,52	9.283	4,44	11.688	5,06	13.325

* Tempo de concentração

7.3 PARÂMETROS HIDROLÓGICOS DE NATAL

Chuvas Intensas de Curta Duração

Usualmente emprega-se a seguinte fórmula geral para a estimativa das chuvas intensas:

$$i = \frac{K.T^{m}}{(t + t_0)^{n}} \qquad (I)$$

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

Para a determinação da equação geral de chuva intensa de Natal foi aplicado um método de regressão múltipla aos valores das chuvas intensas com duração igual ou inferior a 02 (duas) horas, estimados pela fórmula de Otto Pfastetter para a cidade do Natal, chegando-se aos seguintes parâmetros da fórmula geral para a cidade de Natal: ***K = 502,47***; ***m = 0,1431***;***n = 0,6060***;***t_o = 10,8 min***.

Com esses valores, tem-se a equação geral de chuvas intensas de Natal para durações t ≤ 2,0 horas:

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

Precipitações Máximas com Durações Maiores ou Iguais a 1 Dia

PFAFSTETTER (1957), engenheiro do antigo DNOS, publicou o estudo *Chuvas Intensas no Brasil*, que estabeleceu relações empíricas de distribuição de frequência para diversas durações em 98 postos pluviográficos cobrindo todo território nacional.

A fórmula de Otto Pfafstetter tem a seguinte apresentação:

$$P = K.P_0 \qquad (III)$$

Sendo que: P é a precipitação máxima anual em mm de chuva, P_0 é a precipitação ordinária (T=1) e K é o fator de frequência.

P_o e K são estimados pelas seguintes relações:

$$P_0 = a.t + b.[\log_{10}(1 + c.t)] \qquad (IV)$$

$$K = T^{\alpha + \frac{\beta}{T^{\gamma}}} \qquad (V)$$

Em que: t é a duração da chuva em horas, T é o período de retorno em anos e *a, b, c*, α, β, γ são parâmetros característicos de cada local. Para a cidade do Natal: *a* = 0,7, *b* = 23 e*c*= 20.

A tabela abaixo apresenta os valores dos demais coeficientes da fórmula de Otto Pfafstetter, para a cidade de Natal.

Tabela 5. Parâmetros da fórmula de Otto Pfastetter para Natal

t(h)	α	β	γ
1/6	0,12	0,00	0,25
1/2	0,13	0,08	0,25
1	0,15	0,12	0,25
2	0,16	0,12	0,25
3	0,17	0,12	0,25
4	0,17	0,12	0,25
5	0,17	0,12	0,25
6	0,17	0,12	0,25
7	0,18	0,12	0,25
8	0,18	0,12	0,25
9	0,17	0,12	0,25
10	0,17	0,12	0,25
11	0,17	0,12	0,25
12	0,17	0,12	0,25
13	0,17	0,12	0,25
16	0,17	0,12	0,25
20	0,17	0,12	0,25
24	0,17	0,12	0,25
72	0,15	0,12	0,25
96	0,15	0,12	0,25

A partir da série de precipitações diárias em Natal, do período 1926 – 1977, compreendendo 52 anos de dados, foram selecionadas as precipitações máximas anuais com durações de 1, 2, 5, 10, 15, 20 e 30 dias, formando séries históricas para todas essas durações(**GUIMARÃES JÚNIOR et al.**,2005).

As séries históricas foram dispostas em ordem crescente, podendo-se, desta forma, estabelecer-se uma associação entre os eventos máximos observados e os períodos de retorno, para cada duração. Fazendo-se um ajuste de funções matemáticas, com o auxílio do método dos mínimos quadrados, chega-se à seguinte função para a precipitação máxima anual:

$$P = 57{,}479.t^{0{,}437}\left[1 + 0{,}651.\ln\left(T\right)\right] \qquad \text{(VI)}$$

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

8 CARACTERIZAÇÃO E INDICAÇÃO CARTOGRÁFICA DE ÁREAS DE RISCO DE ENCHENTES, INUNDAÇÕES E ESCORREGAMENTOS

8.1 PONTOS CRÍTICOS DE DRENAGEM

Os pontos críticos de drenagem de Natal apresentados no diagnóstico do PDDMA (2011) foram identificados a partir de informações colhidas da equipe técnica da Secretaria Municipal de Obras Públicas e Infraestrutura (SEMOPI) em de reuniões com a comunidade nos bairro e confirmados pela equipe técnica de levantamento e cadastro do sistema de drenagem existente.

Foram cadastrados em toda a cidade de Natal 120 pontos críticos, sendo 39 pontos críticos na Zona Norte, 22 pontos críticos na Zona Leste, 13 pontos críticos na Zona Oeste e 46 pontos críticos na Zona Sul.

Em consulta ao Plano Diretor de Drenagem e Manejo e Águas Pluviais de Natal –RN estão disponíveis soluções de macrodrenagem para situações prioritárias e microdrenagem para estes pontos críticos, com apresentação esquemática, documentação fotográfica e estimativas de custo.

As localizações dos pontos críticos de drenagem da cidade de Natal podem ser consultadas na planta em anexo.

Quadro 7. Relação dos pontos críticos - Zona Norte

PC	LOGRADOURO	BAIRRO
1	Lagoa do Jardim Progresso	Nossa Sra. Apresentação
2	Lagoa do Aliança	Nossa Sra. Apresentação
3	Rua Sampaio Correia	Lagoa Azul / Cidade Praia
	Rua Joaquim Caldas	
	Rua Luiz Moura	
	Rua São Martinho	
	Rua São Caetano	
	Av. Cidade Praia	
	Av. Centenário da Abolição	
	Av. Três Américas	
4	Lagoa do Soledade	Lagoa Azul
5	Lagoa dos Idosos	Lagoa Azul
6	Rua Estivas	Lagoa Azul / Conj. Gramoré
7	Rua Baurú	Lagoa Azul / Conj. Gramoré
8	Lagoa Nova Natal	Lagoa Azul / Nova Natal
9	Loteamento Câmara Cascudo	Lagoa Azul
10	Lagoa do Potengi	Pajuçara
11	Rua Flora Rica	Pajuçara
12	Rua dos Imigrantes	Pajuçara
13	Rua Tenente Souza	Pajuçara
14	Rua Sta. Eulália	Pajuçara / Lot. Nova República
	Rua São Mateus	
	Rua São Marcos	
	Rua Caio Galvão de Lima	

	Rua 15 de Maio	
	Rua Sta. Catarina de Sena	
15	Acesso ao Conj. Brasil Novo	Pajuçara
16	Rua Açude Flechas	Pajuçara
17	Av. Barragem Armando Ribeiro	Pajuçara / Brasil Novo
18	Rua Santo Cristo	Pajuçara
19	Rua Beberibi	Redinha
20	Lagoa Jardim das Flores	Redinha / Cj. Jardim das Flores
21	Lagoa José Sarney	Potengi
22	Lagoa Santarenzinho	Potengi / Santarém
23	Rua Serra do Espinhaço	Potengi / Soledade II
24	Rua Serra da Canastra	Potengi / Soledade II
25	Rua Vitória da Conquista	Potengi / Soledade I
26	Acesso ao Hospital Santa Catarina	Potengi
27	Rua Jambueiro	Panorama
28	Lagoa dos Panatis	Potengi

Quadro 8. Relação dos pontos críticos - Zona Leste

PC	LOGRADOURO	BAIRRO
1	Rua Café Filho	Santos Reis
2	Rua Bela Vista	Santos Reis
3	Rua Areia Branca	Rocas
3	Rua Caubi Barroca	Rocas
3	Rua Pastor Climaco Bueno Asa	Rocas
3	Rua Pereira Simões	Rocas
4	Entorno da SEMURB	Rocas
5	Ribeira	Ribeira
6	Rua Afonso pena	Petrópolis/Tirol
7	Rua Mipibú	Petrópolis/Tirol
8	Rua Açú	Petrópolis/Tirol
9	Av. Hermes da Fonseca	Tirol
10	Rua Vale de Miranda	Tirol
11	Rua Pio Cavalcante	Tirol
12	Rua João XXIII	Mãe Luiza
13	Canal do Passos da Pátria	Cidade Alta
14	Rua Amaro Barreto	Alecrim
15	Av. Alexandrino de Alencar	Alecrim
16	Rua Dr. Mário Negócio	Alecrim
17	Rua Leão Veloso	Alecrim
18	Av. Cel. Estevão	Alecrim
19	Travessa - vizinha a Rua Pte. Gonçalves	Alecrim
20	Rua Álvaro Carrilho	Lagoa Seca

Quadro 9. Relação dos pontos críticos - Zona Oeste

PC	LOGRADOURO	BAIRRO
1	Lagoa de São Conrado	Nossa Sra. de Nazaré
2	Rua Silvio Caldas (Bacia da Adolfo Gordo)	Cidade da Esperança
3	Nova Cidade (Bacia do Posto de Saúde)	Cidade Nova
4	Rua São Miguel	Cidade Nova
5	Rua São Bernardo	Cidade Nova
6	Rua Da Divisão	Cidade Nova
7	Rua Sampaio Correia	Cidade Nova
8	Rua Sul	Cidade Nova
9	Rua Leonardo Gama	Felipe Camarão
10	Planalto	Planalto
11	Lagoa do Horto	Cidade da Esperança
12	Lagoa da Cidade da Esperança	Cidade da Esperança
13	Rua Castelo Branco	Bom Pastor

Quadro 10. Relação dos pontos críticos - Zona Sul

PC	LOGRADOURO	BAIRRO
1	R. Prof. Fco. Luciano de Oliveira	Candelária
2	Lagoa dos Xavantes	Pitimbu
3	Lagoa do San Vale RD 6	Pitimbu
4	Lagoa do Mirassol	Capim Macio
5	Rua Walter Fernandes	Capim Macio
6	Rua Industrial João Mota	Capim Macio
7	Rua João Florêncio de Queiroz	Capim Macio
8	Rua Pernambuco	Neópolis
9	Lagoa do Makro	Neópolis
10	Rua Sebastião Gomes de Carvalho	Neópolis
11	Rua Macassita	Neópolis / Cj. Pirangi
	Rua Maestro Tom Jobim	
	Rua Alto do Monte Belo	
	Rua Pantanal	
12	Lagoa do Ouro Preto	Neópolis / Cj. Pirangi
13	Lagoa da Ayrton Senna	Neópolis
14	Rua Umbelino Coelho	Neópolis /Cj. Pirangi
15	Rua Jerusalém	Neópolis / Cj. Pirangi
16	Rua Minas Novas	Neópolis
17	Av. Ayrton Senna	Neópolis
18	Lagoa da Av. Praia de Genipabu	Ponta Negra
19	Rua Florença	Ponta Negra / Cj. Pirangi
20	Lagoa do Alagamar	Ponta Negra
21	Rua Por do Sol	Ponta Negra
22	Rua Oswaldo F. do Rêgo	Ponta Negra / Rota do Sol
23	Lagoa do Jiqui	Neópolis

9 CARTAS DE ZONEAMENTO DE RISCOS DE ENCHENTES PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO

Utilizando-se das equações de chuva de Natal, podem ser facilmente determinados os volumes precipitados nas bacias e sub-bacias existentes para um dado período de retorno. Após da determinação das chuvas intensas de cada bacia, é possível se realizar um balanço hídrico, onde se determinam os volumes excedentes (volumes que geram inundação). Tais volumes são distribuídos nas áreas onde estão os baixios das bacias que seguem a topografia local.

As áreas de inundações determinadas neste estudo podem ser consultadas na planta em anexo.

10 ANÁLISE DE INDICADORES EPIDEMIOLÓGICOS DE AGRAVOS À SAÚDE POR DEFICIÊNCIA NOS SISTEMAS DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Saúde, segundo o conceito da Organização Mundial de Saúde - OMS, é o “estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não apenas a ausência de doença”.

Concernente à drenagem, o trabalho de Mara e Alabaster (1995) também merece destaque. Apresenta importante classificação das doenças relacionadas à habitação em países em desenvolvimento, ressaltando-se aquelas transmitidas por insetos vetores de hábitos peridomésticos, como a leishmaniose e a filariosebancrofti, para as quais se indica como forma de controle a drenagem pluvial.

O fenômeno da rápida urbanização resulta diretamente em significativas consequências, as quais são abordadas por Marin *et al.* (1999) e Tucci (1997) e apresentadas a seguir:

- Aumento do volume de escoamento superficial e das vazões máximas dos hidrogramas, da ordem de até sete vezes (Leopold, 1968 apud Tucci, 1997), além da antecipação do pico de cheia, em função do aumento da capacidade de escoamento em condutos e canais e da acentuada impermeabilização do solo;
- Redução da evapotranspiração e do escoamento subterrâneo;
- Aumento da produção de sedimentos decorrente da desproteção das superfícies, bem como da geração de resíduos sólidos;
- Comprometimento da qualidade das águas superficiais, em função do lançamento clandestino de águas residuárias e da lavagem das ruas, principalmente pelas primeiras chuvas, que carreiam materiais sólidos contendo, por exemplo, ovos de helmintos, de acordo com o que referem Capizzi e Schwartzbrod (1998).

Kolsky (1999), em seus estudos sobre a relação carência ou precariedade dos serviços de drenagem urbana – ocorrência de doenças, partindo da premissa de que inundações

frequentes são responsáveis por significativos agravos à saúde, relata a identificação de determinados mecanismos que estariam envolvidos na referida relação causal.

Segundo esse autor, a água escoa sobre as superfícies contaminando-se diretamente por conteúdos de latrinas, tanques sépticos e redes coletoras de águas residuárias, com os quais se mistura. Uma vez contaminada, leva à ocorrência de doenças por meio dos seguintes mecanismos:

- Infiltração na rede de abastecimento de água;
- Contaminação do ambiente doméstico seguida da ingestão de patogênicos de origem fecal;
- Contaminação do corpo e vestimentas de indivíduos que atravessam áreas alagadas, com subsequente condução de patogênicos para o ambiente doméstico;
- Dispersão de ovos de helmintos no solo, inclusive nos locais utilizados para brincadeiras infantis;
- Desenvolvimento de criadouros de mosquitos e caramujos transmissores de doenças.

Controle de Doenças Transmitidas por Vetores

A drenagem urbana pode ser empregada no controle de vetores transmissores de doenças.

Entende-se por controle de vetores as ações que têm o objetivo de deter o alastramento de doenças, ou seja, reduzir a morbidade, atuando sobre os vetores transmissores, e propiciando, além disso, segundo Heller e Möller (1996), a redução da mortalidade infantil e geral; o aumento da vida média do homem; a preservação das condições de conforto à vida humana.

Considera-se que há três formas básicas de realizar o controle de vetores: por controle químico, biológico e por manejo ambiental.

A primeira consiste no emprego de produtos químicos, tais como larvicidas e inseticidas. É bastante difundida no Brasil, mas tem sérios inconvenientes do ponto de vista ambiental, em função dos impactos que causa e de seu alto custo (Ault, 1994). Há, também, a necessidade de reaplicação dos produtos, uma vez que não eliminam definitivamente os vetores, havendo possibilidade de reinfestação. Por outro lado, são tóxicos ao homem e podem desenvolver resistência nos vetores, criando-se assim nova linhagem de indivíduos imunes (Heller e Möller, 1996).

O controle biológico corresponde à introdução no meio de um outro organismo capaz de controlar o vetor, por predação ou por competição ecológica. Porém este método (controle biológico) ainda carece de estudos específicos e, portanto se encontra em fase de pesquisas. Um exemplo deste tipo de controle seria a prática de piscicultura em reservatórios de retenção para controle da proliferação de larvas de mosquitos.

Quanto ao controle ou manejo ambiental, esta é uma técnica que abrange ampla gama de ações ligadas ao saneamento ambiental, de modo a criar condições adversas ao desenvolvimento dos vetores. Seu efeito é duradouro, não gera impactos ambientais e traz benefícios múltiplos à saúde e ao bem-estar da população, bem como à atividade econômica (Heller e Möller, 1996).

Controle de Doenças que incluem Hospedeiros

A drenagem também é empregada no controle de seres que se prestam à intermediação entre agente e indivíduo suscetível, mas apenas atuando como abrigos biológicos daquele, sem a função de o transportar. São conhecidos como hospedeiros intermediários ou intercalados, tendo-se como exemplo os moluscos que fazem parte do ciclo vital do agente da esquistossomose (Rouquayrol, 1988).

Relativamente a essa doença, **RAMO S**et al. (1970) asseveram já ser conhecido o papel que as inundações desempenham na vida dos referidos moluscos. Por um lado, tais fenômenos contribuem para a destruição dos criadouros desses caramujos, em função das alterações ecológicas que desencadeiam nos cursos d'água naturais e nos canais de irrigação. Por outro lado, contudo, facilitam sua proliferação e dispersão pela formação de alagadiços nas depressões próximas às margens dos rios, causam o transbordamento dos canais de irrigação, a vinda à tona e o espalhamento desses moluscos por toda a área cultivada e arredores; comprometem o sistema de esgotamento sanitário, facilitando a proliferação dos mesmos e aumentando o risco de contaminação das águas por larvas de Schistosoma mansoni; transportam plantas aquáticas a grandes distâncias, arrancadas pela violência das águas, dispersando os moluscos em questão.

Controle de Doenças Transmitidas pelo Contato Direto com Água ou Solo Contaminados

Como já citado, a ocorrência de inundações em áreas urbanas acarreta sérias consequências à saúde pública. Diversas investigações têm sido efetuadas corroborando tal relação causal, que, entretanto, poderia ser controlada por meio de eficientes obras de drenagem.

AZEVEDO E CORRÊA (1968) tecem, em seu trabalho, considerações sobre a epidemia de leptospirose que se seguiu às duas enchentes ocorridas em Recife, nos meses de maio e junho de 1966.

Controle de Doenças Transmitidas pela Ingestão de Água Contaminada ou pelo Contato Direto com Solos Contaminados

A drenagem urbana também está relacionada ao controle de doenças, tais como a febre tifóide, a hepatite A, as diarreias e as helmintoses intestinais.

O controle de inundações e da formação de alagadiços, por um lado, assim como a manutenção dos sistemas de abastecimento de água, evitando-se rachaduras, asseguram que, em havendo subpressão na rede, não ocorra contaminação da água por penetração, no seu interior, dos agentes etiológicos daquelas doenças, porventura presentes no ambiente externo.

Doenças Relacionadas à Carência ou Precariedade dos Serviços de Drenagem Urbana

Na tabela abaixo, são descritas, sucintamente, doenças relacionadas com a precariedade dos serviços de drenagem urbana, evidenciando sua etiologia, transmissão e epidemiologia, além das medidas de prevenção e controle correlatas.

Figura 34. Tabela das Principais doenças relacionadas com a deficiência da Drenagem Urbana.

DOENÇAS	ASPECTOS PRINCIPAIS			
	AGENTE ETIOLÓGICO	TRANSMISSÃO	EPIDEMIOLOGIA	PREVENÇÃO E CONTROLE
Febre Amarela Urbana	Vírus da febre amarela	Picada do mosquito vetor infectado	Erradicada do Brasil desde 1942	Controle do vetor; vacinação;
Dengue	Vírus DEN 1, 2, 3 e 4	Picada do mosquito vetor infectado	Importante arbovirose, cuja maior incidência ocorre durante o período das chuvas	Educação em saúde; controle do vetor
Leishmaniose	Leishmanias (protozoários)	Picada do mosquito vetor infectado	Forma tegumentar predominante em regiões de clima quente e úmido. Forma visceral endêmica na Ásia, África e América	Controle do vetor; afastamento de animais doentes
Esquistossomose	*Shistosoma mansoni* (helminto)	Contato direto com águas contaminadas	Endêmica no Nordeste brasileiro. Atualmente, atinge também zonas urbanas	Coleta e tratamento de esgotos; combate ao caramujo hospedeiro; educação em saúde
Filariose	*Wuchereria bancrofti* (helminto)	Picada do mosquito vetor contaminado	Detectada em regiões de clima tropical e subtropical do mundo	Controle vetorial; proteção ao indivíduo sadio
Leptospirose	Leptospiras (bactérias)	Contato direto com urina de ratos e cães doentes e com água e solo contaminados pela urina desses animais	As enchentes favorecem epidemias Atinge as populações de baixo nível socioeconômico da periferia das grandes cidades	Impedir o contato humano com águas contaminadas; controle de roedores;

CONTINUAÇÃO: Figura 34. Tabela das Principais doenças relacionadas com a deficiência da Drenagem Urbana.

DOENÇAS	ASPECTOS PRINCIPAIS			
	AGENTE ETIOLÓGICO	TRANSMISSÃO	EPIDEMIOLOGIA	PREVENÇÃO E CONTROLE
Malária	Plasmodiums (protozoários)	Picada do mosquito vetor infectado	É de distribuição universal, endêmica nas regiões de clima tropical e subtropical e de baixo poder socioeconômico	Controle vetorial
Febre Tifóide	*Salmonella typhi* (bactéria)	Ingestão da bactéria por meio da água ou alimentos contaminados	Afeta indivíduos de ambos os sexos e todas as idades, porém parece ser mais freqüente em adolescentes e adultos jovens	Vacinação em situações especiais; tratamento da água; coleta e tratamento de esgotos
Cólera	*Vibrio cholerae* (bactéria)	Ingestão da bactéria por meio da água, alimentos ou mãos contaminados;	Apresenta distribuição sazonal, havendo maior incidência nos países de baixas condições socioeconômicas	Vacinação dos mais expostos; tratamento da água; coleta e tratamento de esgotos
Hepatite A	Vírus VHA	Ingestão de água e alimentos contaminados; Secreções buco-nasais	Apresenta distribuição mundial. A disseminação está relacionada ao nível socioeconômico, ao grau de educação sanitária e às condições de higiene da população	Educação sanitária; tratamento da água; coleta e tratamento de esgotos
Ascaridíase	*Ascaris lumbricoides* (helminto)	Ingestão de ovos por meio da água e alimentos contaminados	O maior número de casos ocorre na Ásia. Na África, a Nigéria tem se destacado pela grande prevalência	Educação sanitária; tratamento da água; coleta e tratamento de esgotos
Ancilostomíase	*Necator americanus* e *Ancilostoma duodenale* (helmintos)	Ingestão de ovos e larvas por meio da água e alimentos contaminados; Contato direto com solo contaminado	Atinge preferencialmente crianças acima de quatro anos de idade, adolescentes e adultos jovens que se expõem ao andar descalços	Educação sanitária; tratamento da água; coleta e tratamento de esgotos
Tricuríase ou Tricocefalíase	*Trichuris trichiura* também chamado *Trichocephalus trichiurus* (helminto)	Ingestão de ovos embrionados por meio da água, alimentos ou mãos contaminadas	Apresenta prevalência relevante nas regiões tropicais e subtropicais do globo	Educação sanitária; tratamento da água; coleta e tratamento de esgotos

Fonte: Adaptado de Sounis (1985) apud Souza, 2001

Natal carece de estudos aprofundados que quantifiquem e registrem as doenças ocasionadas devido à precariedade dos serviços de drenagem urbana da cidade. Porém sabe-se que o principal problema neste contexto, se baseia nas principais fontes de contaminação: i. ligação clandestina de águas servidas na rede de galerias; ii. Deficiência dos serviços de limpeza, tanto de galerias e lagoas quanto do próprio espaço urbano.

Aliados à falta de fiscalização e ineficiência do poder público de aplicar as punições previstas na lei do PDDMA, a situação se agrava dia após dia.

É recomendado que se iniciem estudos que caracterizem as principais doenças disseminadas pelo sistema de drenagem implantado na cidade. Com os resultados destes estudos, elaborar, em caráter emergencial, ações de controle de vetores e a longo prazo, a criação de programas que promovam a educação ambiental e tanto regularizem a limpeza do sistema quanto proíbam de maneira satisfatória o despejo de águas servidas no sistema de drenagem pluvial.

11 ANÁLISE DOS PROCESSOS EROSIVOS E SEDIMENTOLÓGICOS E SUA INFLUÊNCIA NA DEGRADAÇÃO DAS BACIAS E RISCOS DE ENCHENTES, INUNDAÇÕES E DESLIZAMENTOS DE TERRA.

O Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais da cidade de Natal realizou a avaliação dos impactos ambientais que ocorrem nas bacias de drenagem da cidade.

A tabela abaixo, pertencente ao caderno de estudos ambientais do PDDMA, apresenta os impactos ambientais diretos, indiretos, propõe medidas mitigadoras para os devidos impactos e uma recomendação de estratégia de intervenção da área impactada.

Quadro 11. Avaliação dos Impactos Ambientais nas Bacias de Drenagem do Setor I da cidade de Natal

BACIA	TIPO	SUB- BACIA	IMPACTOS DIRETOS	IMPACTOS INDIRETOS	MEDIDAS MITIGADORAS	ESTRATÉGIAS DE INTERVENÇÃO
Bacia do Rio Doce	Aberta	• Lagoa do Santa Cecília • Lagoa do Potengi • LagoaViscond e de OuroPreto • LagoaParque das Dunas I	• Ocupação desordenada em áreas de enchentes das Lagoas; • Impermeabilização dos solos nos lotes; • Uso da pavimentação impermeabilizante intensifica o *runoff*; • 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 *in natura* nas águas das lagoas e do Rio Doce; • Comatação do fundo das lagoas de drenagem; • Depredação do patrimônio público;	• 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;	• 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 inundação; • Reassentamento da população que vive nas áreas de risco; • Adoção de telas filtrantes na entrada das lagoas de drenagem, retendo material particulado e rejeitos sólidos; • Retenção parcela de água no lote em chuvas de pico.	• 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 parqueslineares; • 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, 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 do Rio Potengi	Aberta	• Lagoa do Acaraú • Lagoa do Panatis	• 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 de Efluentes líquidos domésticos *in natura* nas águas das lagoas, do Rio Potengi e seus Afluentes, promovendo a contaminação da biota estuarina e aumento de populações bióticas específicas; • 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;	• Probabilidade de ocorrência de desmoronamentos e deslizamentos de terra, com perda de vidas humanas; • Assoreamento da calha dos Rios Potengi e Jaguaribe; • Assoeamento das nascentes do Rio Jaguaribe (afluente do Rio Potengi); • Alteração do fluxo natural de drenagem e vazão; • Comprometimento das características físico-químicas do solo e da água; • 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;	• Proteção e recomposição da mata ciliar e da área de mangues ocupado pelos tanques de carcinicultura; • 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; • 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.	• 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; • 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	• Ocupação desordenada da planície de inundação (superfície de deflação) gera prejuízos de ordem socioeconômicas; • Contaminação direta dos aquíferos livres decorrentes do lançamento *in natura* de efluentes líquidos domésticos nas ruas; • 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;	• Probabilidade de frequência de enchentes e inundações; • Alteração do fluxo natural de drenagem e vazão; • Comprometimento das características físico-químicas do solo e da água; • 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;	• Recomposição vegetal; • Retirada das pocilgas e currais; • Coleta e tratamento dos Efluentes líquidos domésticos; • Manutenção do sistema de drenagem, com limpeza de bocas de lobo, caixas coletoras e raspagem do fundo da lagoa de captação; • 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.	• Distribuição de mudas contendo espécies vegetais adequadas; • Implantação do Projeto de Arborização; • Ampliação e instalação da Rede Coletora e de Tratamento de Esgotos Domésticos através de Programa de Esgotamento Sanitário; • Humanização com projetos de urbanização e paisagismo das áreas de entorno das Lagoas de Captação da Rede de Drenagem; • Criação dos parqueslineares; • 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	• Lagoa José Sarney • Lagoa do Sapo • LagoaCâmaraCascudo • Lagoa Nova Natal • Lagoa dos Idosos • LagoaCarneiro	• 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 nos lotes e uso da	• Assoreamento das lagoas do Sistema Lacustre Pajussara/Gramorezinho; • Perda de produtividade agrícola; • Comprometimento das características físico-químicas do solo; • Comprometimento das características físico-químicas da água;	• 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; • Coleta e tratamento dos Efluentes líquidos domésticos;	• 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

		Ribeiro • Lagoa Don Pedro • LagoaParque das Dunas II • Lagoa do Santarenzinho • Lagoa da Soledade • Lagoa do Aliança • Lagoa do Parque dos Coqueiros • Lagoa do Jardim Primavera	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 *in natura* 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;	• 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;	• 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;	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	-	• Impermeabilização dos solos nos lotes intensifica a ocorrência de processos erosivos; • *Runoff* provocado pelo uso de pavimentação impermeabilizante;	• Assoreamento da calha do Rio Golandim; • Alteração do fluxo natural de drenagem e vazão no corpo receptor; • Comprometimento das características físico-químicas do	• 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;	• Distribuição de mudas contendo espécies vegetais adequadas; • Implantação do Projeto de Arborização • Instalação da Rede Coletora e de Tratamento de Esgotos Domésticos através de

			• 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 *in natura* nas águas Rio Golandim, promovendo a contaminação da biota fluvial e aumento de populações bióticas específicas; • Depredação do patrimônio público;	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;	• 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 *rápidos*, 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;	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	-	• 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; • *Runoff* provocado pelo uso de pavimentação impermeabilizante; • Despejo de resíduos sólidos em locais inadequados servindo como foco de atração de roedores e outros vetores	• 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	• 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 *rápidos*, auxiliares ao	• 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;

			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 *in natura* nas águas da Lagoa de Extremoz, promovendo a contaminação da biota lacustre e aumento de populações bióticas específicas; • Uso predatório do fogo sobre a mata ciliar e dos tabuleiros costeiros gera Poluição atmosférica e promove erosão;	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;	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 no lote em chuvas de pico;	• 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. • Implantação de caixas de brita em solos classe 3 e 4 e outros sistemas de infiltração.

Quadro 12. Avaliação dos Impactos Ambientais nas Bacias de Drenagem do Setor II da cidade de Natal

BACIA	TIPO	SUB-BACIA	IMPACTOS DIRETOS	IMPACTOS INDIRETOS	MEDIDAS MITIGADORAS	ESTRATÉGIAS DE INTERVENÇÃO
Bacia Potengi/Rocas-Ribeira	Aberta	• VII.1 • VII.2 • VII.3	• Alto índice de impermeabilização do solo nas vias de circulação e nos lotes intensificando assim o *runoff*; • 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 sanitários *in natura* nos corpos d'água e sistema de drenagem, sem o devido tratamento; • 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.	• Aumento do risco de enchente com consequente 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; • 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.	• 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; • 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	• 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 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); • 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;

					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.	
Bacia Praias urbanas	Aberta	• VIII 1 • VIII 2 • VIII 3 • VIII 4 • VIII 5 • VIII 6	• Lançamento de esgotos *in natura* 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;	• Contaminação das águas, tornando-as impróprias para banho; • Poluição das águas com consequências 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;	• Fiscalização frequente 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	• 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

					captação; • Educação ambiental para a população;	resíduos residenciais e comerciais com ampliação do Programa de Coleta Seletiva; • 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	• IX 1 • IX 2	• 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;	• Diminuição do leito e consequente 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 térmico; • Presença de odores fétidos em decorrência da poluição da Lagoa	• 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 ocupam as áreas de risco; • Coleta de lixo e coleta seletiva;	• Implementação de Programa de reurbanização de áreas degradas; • 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 de melhorias na área do entorno da Lagoa Manoel Felipe;

				Manoel Felipe; • Suscetibilidade a deslizamentos de material;		• Intensificação da Coleta de lixo e Ampliação do Programa de coleta seletiva; • Construção de Parques Lineares;
Potengi/Quintas-Base Naval	Aberta	• X 1 • X 2	• Supressão de vegetação ciliar; • Devastação dos mangues; • Lançamento de dejetos *in natura* 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 *in natura* 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 automotivo advindo das oficinas mecânicas;	• Assoreamento dos corpos hídricos, especialmente do rio Potengi; • Comprometimento do ciclobiológico; • 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;	• Reestabalecimento da mataciliar; • 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;	• 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;
Parque das Dunas	Fechada	• XI 1 • XI 2 • XI 3A • XI 3B • XI 4	• 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;	• 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	• 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	• 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;

			• Deposição de resíduos sólidos nas ruas e locais de drenagem das águas pluviais; • Lançamento de resíduos sólidos e esgotos *in natura* nas lagoas; • Lançamento clandestino de esgotos no sistema de drenagem; • Deposição de resíduos sólidos em área de APP;	durante os períodos chuvosos; • Sobrecarga do sistema de drenagem pelo lançamento de esgotos clandestinos; • Comprometimento da flora e fauna nativas do Parque das Dunas;	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;	• Implementação de Programa de reurbanização de áreas degradas; • 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; • 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 á Educação Ambiental;
Rio das Lavadeiras	Aberta	XII.1 XII.2 XII.3 XII.4 XII.5	• Alto índice de impermeabilização do solo nas vias de circulação e nos lotes intensificando assim o *runoff*; • Baixa arborização em contrapartida da urbanização acentuada; • Aterramento e ocupação indevida da planície inundável do estuário do Potengi;	• Aumento do risco de enchente com consequente 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	• 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	• 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, consequentemente o estuário do Potengi;

			• Supressão do manguezal e aterramento das margens do estuário do Rio Potengi para expansão urbana; • Lançamento de efluentes sanitários *in natura* 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, tais como margens de lagoas, encostas, margens do estuário através de aterramento; • 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.	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 frequência e tempo de enchentes e inundações; • 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.	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; • 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.	• 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 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. • Adoção de telas filtrantes na entrada das lagoas de drenagem, retendo material particulado e rejeitos sólidos.
Bacia Via Costeira	Aberta		• 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.	• 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.	• 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;	• 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	• Alto índice de impermeabilização do solo nas vias de circulação e nos lotes intensificando assim o *runoff*; • Uso de pavimentação impermeabilizante intensificando o *runoff*; • Supressão do manguezal e avanço sobre o ecossistema devido a pressão urbana;	• 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 consequentemente o corpo d'água receptor das águas pluviais; • Aumento do escoamento superficial e de processos erosivos;	• 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	• 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, consequentemente o estuário do Potengi;

			• 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 *in natura* 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/Jundiaí; • 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 de substâncias poluentes no meio ambiente.	• Interferência no ciclo hidrológico e consequente 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; • 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.	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 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.	• 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 Captação da Rede de Drenagem; • 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 Lagoasda Jaguarari	Fechada		• Aumento da pressão urbana sobre ecossistemas frágeis; • Alto índice de impermeabilização do solo nas vias de circulação e nos lotes intensificando assim o *runoff*; • Baixa arborização em contrapartida da urbanização acentuada; • 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 *in natura* 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	• Alteração do relevo e declividades devido aos aterramentos, com consequente alteração do fluxo natural de drenagem; • Interferência no ciclo hidrológico e consequente rebaixamento do lençol freático e recarga do aquífero ; • Aumento do *runoff* e vazão da água para os corpos receptores; • Alteração microclimática com ocorrência de desconforto térmico e aumento do escoamento superficial devido a falta de copa de árvores; • 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 consequentemente os corpos d'água receptores;	• 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 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; • 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;	• 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, consequentemente 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 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

			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.	• 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 físico-química das águas dos corpos receptores por contaminação de substâncias poluentes; • 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.	• 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.	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; • Adoção de telas filtrantes na entrada das lagoas de drenagem, retendo material particulado e rejeitos sólidos.
Rio Pitimbú	Aberta		• 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	• Assoreamento da calha do Rio Pitimbu; • Alteração do fluxo natural de drenagem e vazão no corpo receptor; • Comprometimento das características físico-químicas da	• 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	• 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

			decorrente do uso de pavimentação impermeabilizante, intensificando o *runoff*; • 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; • 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 *in natura* nas águas do Rio Pitimbu; • Depredação do patrimônio público (rede de drenagem) favorece a ocorrência de enchentes nos bairros da bacia;	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 excretas; • Desequilíbrio biótico no sistema fluvial; • Perda da biodiversidade;	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 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 tio Pitimbu; • Retenção de parcela de água no lote em chuvas de pico.	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; • 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	Fechada		• 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	• 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;	• 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	• 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;

			pavimentação impermeabilizante, intensificando o *runoff*; • Supressão da cobertura vegetal e extração irregular de areia atrelado a movimentação de terra tem promovido a descaracterização do cordão dunar; • 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;	• 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;	Educação Ambiental e de consciência cidadã para conservação do Patrimônio Público; • Fiscalizar e combater a ocupação irregular das áreas verdes situadas dentro da bacia; • Retenção de parcela de água no lote em chuvas de pico; Fiscalizar o cumprimento dos 20% de área permeável nos lotes, previsto pelo PDN.	• Recomposição vegetal das áreas com processo erosivo; • Urbanização das áreas verdes situadas na área da bacia, priorizando a arborização e o uso de piso permeável nos projetos de passeio publico; • 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 Jundiaí/Guarapes	Aberta		• 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	• Probabilidade de ocorrência de desmoronamentos e deslizamentos de terra, com perda de vidas humanas; • Assoreamento da calha dos Rios Jundiaí/Guarapes; • Assoreamento das nascentes do Rio da Prata, afluente do Rio Guarapes • Alteração do fluxo natural de	• 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;	• 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

			como foco de atração de roedores e outros vetores de doenças; • Ocupação da zona estuarina por industrias e por empresas limpa-fossas, descaracterizam o meio ambiente local; • Ausência de Rede coletora de esgotos gera a emissão de Efluentes líquidos domésticos *in natura* nas águas do Rio Jundiaí/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 Jundiaí/Guarapes • Depredação do patrimônio público;	drenagem e vazão dos rios e seus afluentes; • Comprometimento das características físico-químicas do solo e da água; • 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; O uso do fogo gera poluição atmosférica;	• Combate ao uso do fogo; • Retirada das pocilgas e currais; • Combate a invasão das áreas de talude e de manguezais (APP's); • 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.	Domésticos através de Programa de Esgotamento Sanitário; • Monitoramento semestral da qualidade das águas do estuário, bem como da recuperação da biota estuarina; • 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. • Implantação de caixas de brita em solos classe 3 e 4.
Lagoinha	Fechada		• 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 *runoff* 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 *in natura* nas águas das lagoas, promovendo a contaminação da biota lacustre e aumento de	• 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;	• 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 drenagem,	• 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 Subzona de Proteção da ZPA 05, com instituição de uma unidade de Conservação do Município; • Implantação de Pavimentação com material poroso, facilitando a infiltração; • Perfuração de uma bateria poços no entorno da “Lagoa do CTG” destinados ao abastecimento público de água

			populações bióticas específicas; • Poluição atmosférica gerada pelo uso do fogo;		retendo material particulado e rejeitos sólidos;	e controle do nível freático das lagoas durante o período chuvoso. • Implantação de unidade de monitoramento ambiental para gestão do sistema lacustre.
Praia de Ponta Negra	Aberta		• 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 frequentadores da praia de Ponta Negra, tem feito com que haja o acumulo de grande quantidade de lixo na orla desta praia, gerando um aspecto cênico feio e degradado.	• 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 frequentadores 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 frequentadores da praia tem gerado perdas econômicas ao comerciantes de Ponta Negra;	• Redimensionamento do sistema de esgotamento Sanitário de Ponta Negra; • Recuperação do sistema de drenagem que chega a praia; • Recuperação das áreasdegradadas; • Desenvolvimento de um Programa de Educação Ambiental com frequentadores e comerciantes da praia de Ponta Negra; • Redimensionamento das equipes de limpeza urbana da praia de Ponta Negra;	• Redesenho do sistema de drenagem de Ponta Negra, com a adoção de redutores de energia e combate ao processo erosivo pluvial;

12 AÇÕES DE DRENAGEM

A Prefeitura Municipal de Natal (PMN) tem desenvolvido soluções de drenagem para áreas de expansão da cidade em diversos bairros e loteamentos já ocupados ou em fase de ocupação que deverão ser implantadas de acordo as prioridades do poder executivo dentro da disponibilidade de recursos pleiteados nos programas do Governo Federal.

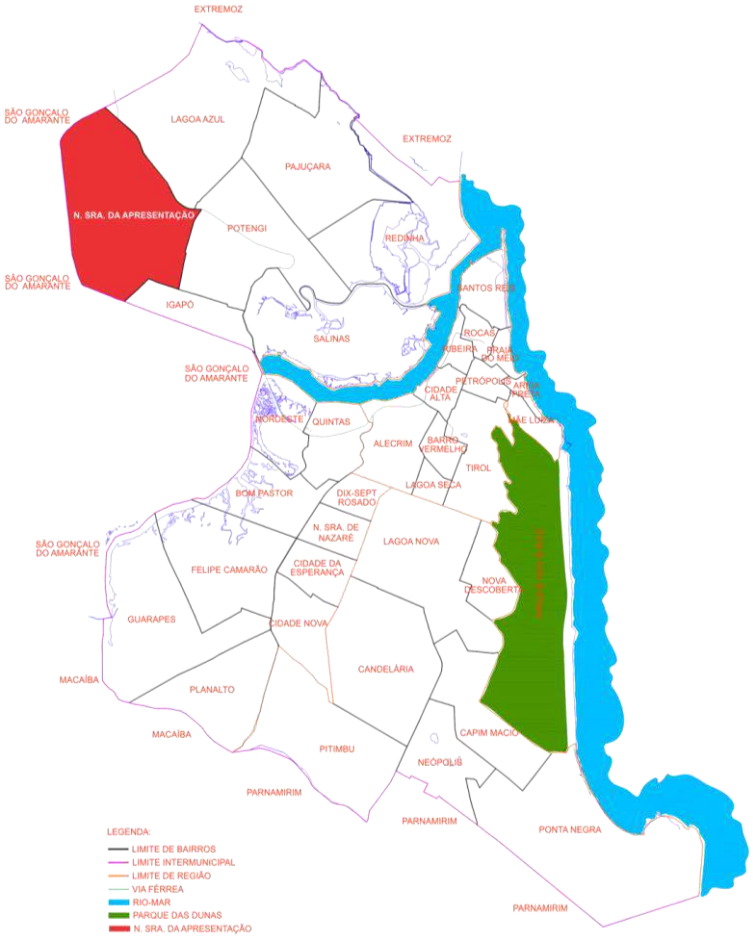
Apresentamos a seguir algumas áreas, consideradas prioritárias, onde este trabalho já foi desenvolvido pela Prefeitura Municipal de Natal:

12.1 PLANO DE SANEAMENTO INTEGRADO DA ZONA NORTE

Trata-se da elaboração de um programa integrado de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, e Pavimentação, promovido pela prefeitura, em consonância com o Plano de Esgotamento Sanitário e Abastecimento, elaborado pela Companhia de Águas e Esgoto do Rio Grande do Norte (CAERN) e Plano de Resíduos Sólidos (URBANA), para a Zona Norte da cidade de Natal.

Esse plano será implantado no bairro de Nossa Senhora da Apresentação (Figura a seguir) e se propõe para inserção no Programa de Aceleração do Crescimento II – PAC II como complementação das obras, já executadas, do Programa de Aceleração do Crescimento I – PAC I, visto que, são obras adjacentes e no mesmo bairro, facilitando assim, a obtenção de recursos federais para a execução das mesmas.

Figura 35. Mapa de Localização do Bairro Nossa Senhora da Apresentação (em vermelho).



Fonte: PMN, 2013

A seguir são apresentadas as localidades, propostas pela PMN, que integram, atualmente, o Plano de Saneamento Integrado da Zona Norte de Natal.

Lotemento Parque Industrial

Foram elaboradas soluções de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, e Pavimentação das bacias de drenagem da comunidade Parque Industrial – no bairro de Nossa Senhora da Apresentação - Zona Norte – Natal, Estado do Rio Grande do Norte.

A área esta dividida em 04 (quatro) bacias de drenagem. A bacia “A” refere-se ao Loteamento Bom Jesus e terá como destino final o Reservatório de Detenção 02 – RD 02 – do Loteamento Nordelândia que possuirá extravasor para a Lagoa do Soledade. A bacia “B” terá como destino final o Reservatório de Detenção 03 – RD 03 – localizado nas proximidades da linha férrea, em terreno adjacente ao Loteamento Bom Jesus, contará com extravasor para o Reservatório de Detenção 02 – RD 02 – do Loteamento Nordelândia que “abre” a bacia para o sistema

integrado de drenagem da Lagoa do Soledade. A bacia “C” que terá como destino final o Reservatório de Detenção 04 – RD 04 – localizado em terreno disponível no encontro da Av. Industrial com a Rua Artesã Dary Miranda. A bacia “D” terá como destino final o Reservatório de Detenção 05 – RD 05 – localizado entre a Rua Couto Magalhães e a Rua Valdemiro Alcebíades, dotado de extravasor para o sistema integrado de drenagem do PAC I.

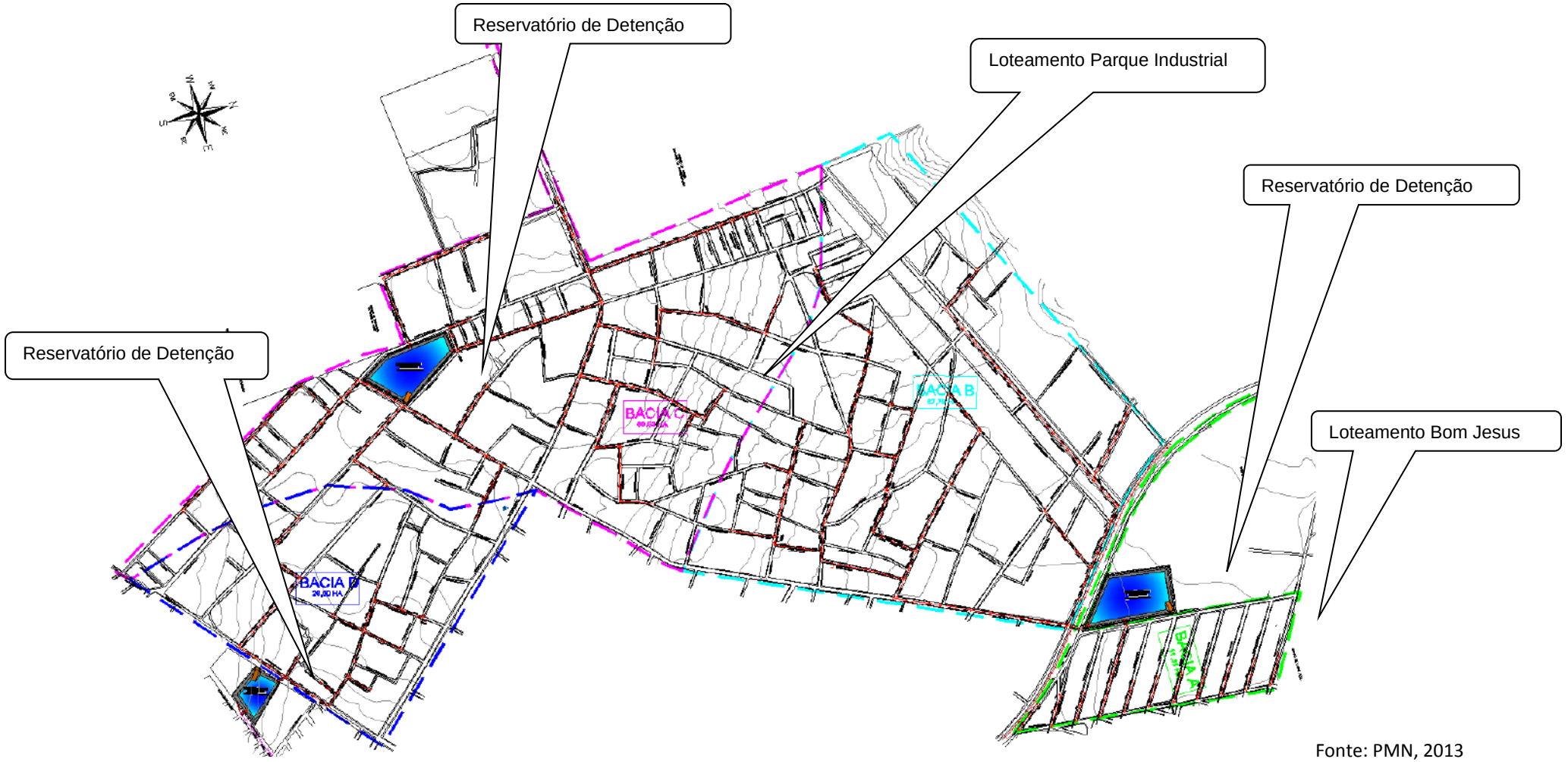
O sistema proposto(Figura abaixo) é composto de uma rede de microdrenagem do tipo convencional em tubos de concreto, pavimentação das ruas e dos reservatórios de detenção (RD 03, RD 04 e RD 05). O RD 03 será dotado de extravasor para o RD 02 do Loteamento Nordelândia, do RD 02 segue por extravasamento para a lagoa do Soledade que estará integrada ao sistema de macrodrenagem do bairro de Nossa Senhora da Apresentação. O RD 04 irá funcionar como Reservatório de acumulação e infiltração sem extravasor e o RD 05 terá um extravasor para o sistema integrado de drenagem do PAC I.

Figura 36. Foto da Rua Seis de Outubro com problemas de alagamento.



Fonte: PMN, 2013

Figura 37. Solução Proposta para o Loteamento Parque Industrial.



Fonte: PMN, 2013

Loteamentos Nordelândia, Boa Esperança e Cidade Praia

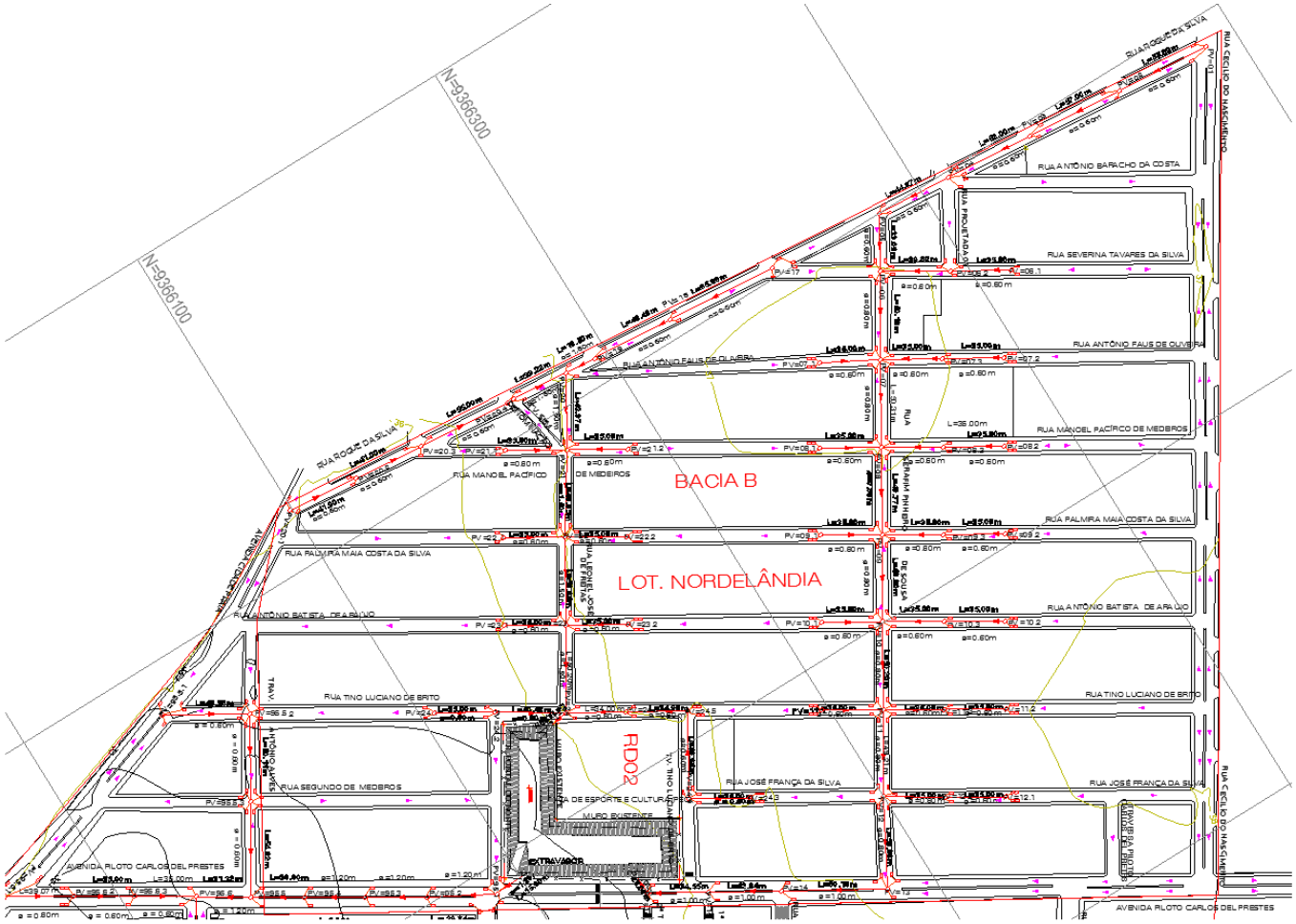
Foram elaboradas soluções de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, e Pavimentação das bacias de drenagem dos Loteamentos Nordelândia, Boa Esperança e Cidade Praia (Figuras abaixo) – no bairro de Nossa Senhora da Apresentação – Zona Norte – Natal, Estado do Rio Grande do Norte.

A solução consiste na implantação de um sistema integrado de drenagem dividido em 03 (três) bacias. A Bacia "A" abrange parte do Loteamento Boa Esperança e terá como destino final o Reservatório de Detenção 01 – RD 01. A bacia "B" ocupa parte do Loteamento Nordelândia e terá como destino final o Reservatório de Detenção 02 – RD 02. Por fim, a bacia "C", ocupa parte do Loteamento Boa Esperança, parte do loteamento Nordelândia e todo o Loteamento Cidade Praia, terá como destino final a lagoa do Soledade. O RD 02 receberá ainda uma contribuição de 11,31 hectares do loteamento Bom Jesus.

O sistema proposto é composto de uma rede de microdrenagem do tipo convencional, pavimentação das ruas e dos reservatórios de detenção (RD 01 e RD 02) ambos dotados de extravasor para a lagoa do Soledade, que esta integrada ao sistema de macrodrenagem, do bairro de Nossa Senhora da Apresentação, executado nas obras do PAC I. A drenagem do Loteamento Cidade Praia, por se encontrar mais a jusante e próximo ao destino final das águas, foi dividida em dois ramais, um deles ligado ao sistema que vem da lagoa do Aliança e o outro ligado ao extravasor dos reservatórios do Loteamento Nordelândia e Loteamento Boa Esperança.

O sistema de macrodrenagem do bairro Nossa Senhora da Apresentação, foi implantado com recursos do PAC I e tem seu sistema integrado dimensionado para receber estas bacias de contribuição que estão adjacentes, desde que as mesmas sejam projetadas com reservatórios de detenção para amortecimento dos picos de cheia, o sistema esta integrado com a abertura das bacias através de uma galeria com diâmetro de 2,80 m construída pelo método não destrutivo que tem como destino final a Lagoa do Sapo e daí segue para o Rio Doce.

Figura 38. Solução Proposta para o Loteamento Nordelândia.



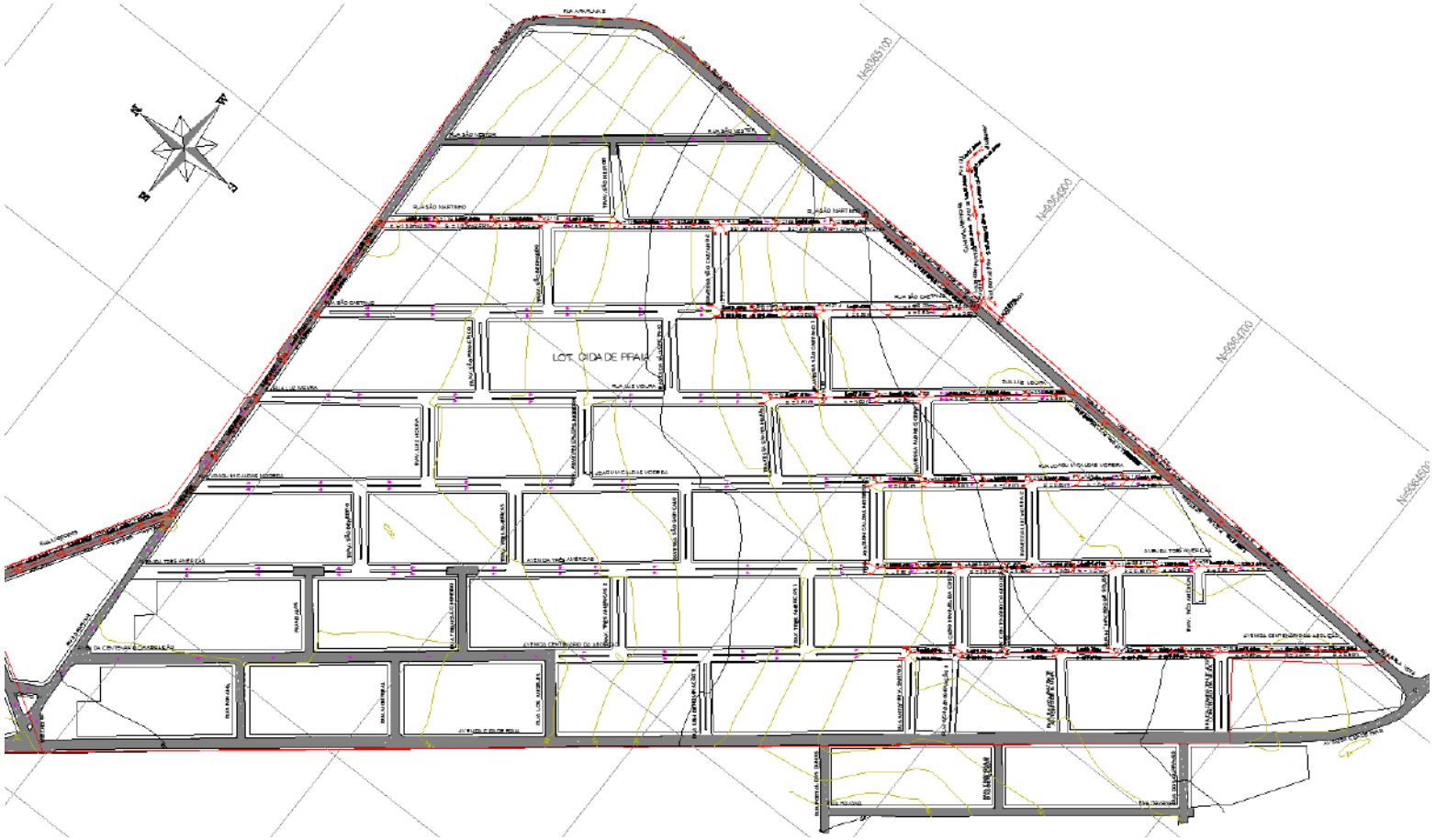
Fonte: PMN, 2013

Figura 39. Solução Proposta para o Loteamento Boa Esperança.



Fonte: PMN, 2013

Figura 40. Solução Proposta para o Loteamento Cidade Praia.



Fonte: PMN, 2013

Figura 41. Foto da Avenida Nila Jales (Boa Esperança) com problemas de alagamento.



Fonte: PMN, 2013

Loteamento José Sarney

Foram elaboradas soluções de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, e Pavimentação da bacia de drenagem do Loteamento José Sarney (Figura abaixo) – no bairro de Nossa Senhora da Apresentação - Zona Norte – Natal, Estado do Rio Grande do Norte.

Será implantada a pavimentação das ruas e o sistema de microdrenagem com galerias que tem como destino final a Lagoa do Soledade. Esta lagoa é parte integrante do projeto integrado de Nossa Senhora da Apresentação (PAC I), fazendo parte do sistema integrado de drenagem da Zona Norte, que é aberta para a Lagoa Azul através de túnel de drenagem já implantado.

Figura 42. Solução Proposta para o Loteamento José Sarney.



Fonte: PMN, 2013

Figura 43. Foto de Rua alagada do Loteamento José Sarney.



Fonte: PMN, 2013

Loteamento Câmara Cascudo

Foram adotadas soluções de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, e Pavimentação da bacia de drenagem do Loteamento Câmara Cascudo (Figura abaixo) – no bairro de Lagoa Azul - Zona Norte – Natal, Estado do Rio Grande do Norte.

A partir da implantação da pavimentação das ruas, será implantada a microdrenagem convencional com galerias de concreto, que terá como destino final uma lagoa de acumulação e infiltração que será construída em terreno existente entre o Loteamento e o Conjunto Gramoré.

No Conjunto Nova Natal, a pequena área a ser drenada será através de galerias que levará as águas para uma lagoa já existente que deverá ser ampliada para atender ao acréscimo de contribuição.

Figura 44. Solução Proposta para o Loteamento Câmara Cascudo.



Fonte: PMN, 2013

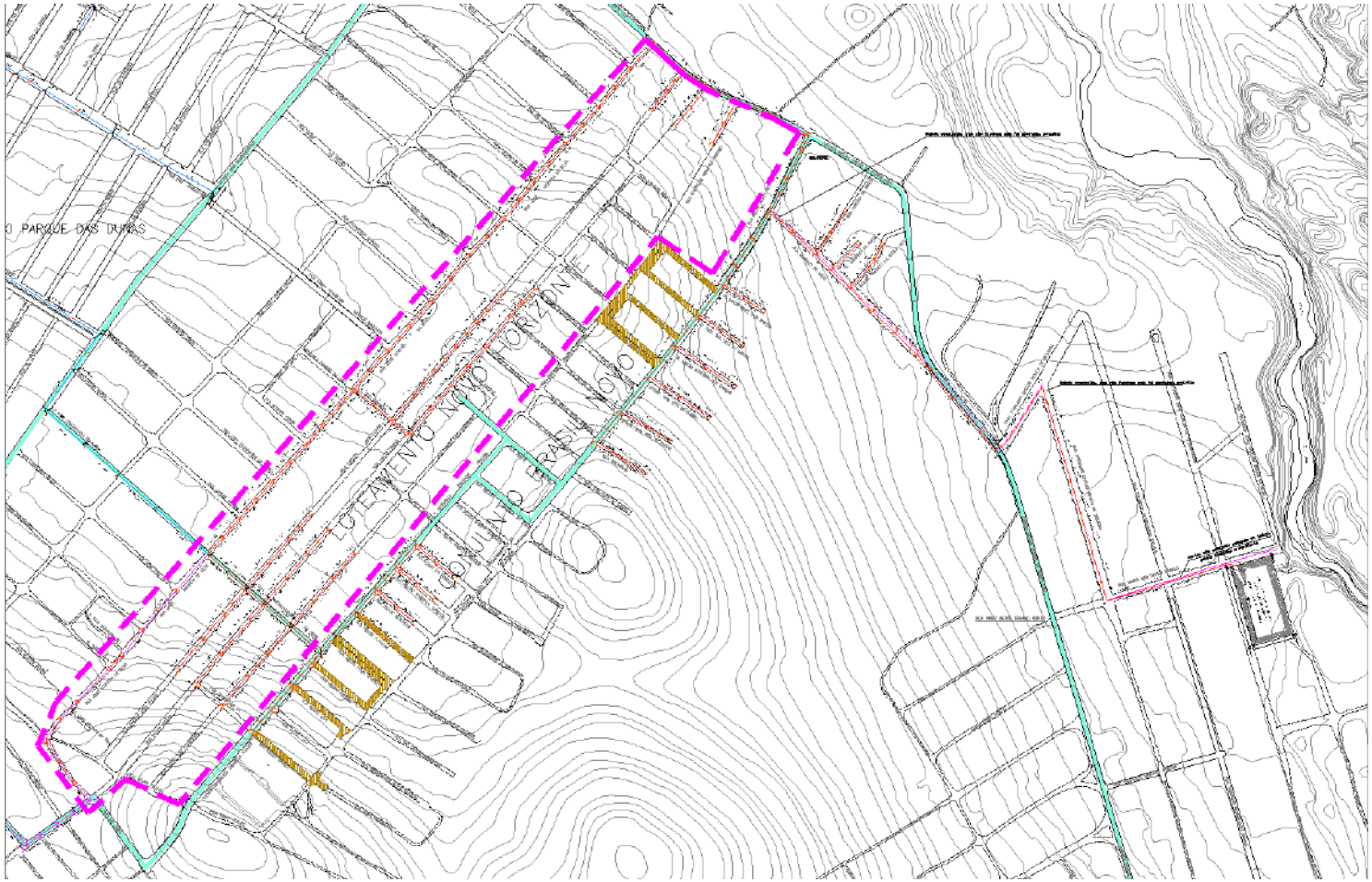
Conjuntos Habitacionais Brasil Novo e Novo Horizonte

Foram adotadas soluções de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, e Pavimentação da bacia de drenagem dos Conjuntos Habitacionais Brasil Novo e Novo Horizonte (Figura a seguir) – no bairro de Nossa Senhora da Apresentação - Zona Norte – Natal, Estado do Rio Grande do Norte.

A partir da implantação da pavimentação das ruas, será executado um sistema de drenagem com galerias, fazendo a transposição das bacias para um único ponto de lançamento, um reservatório de detenção a ser localizado na margem direita do Rio Doce, este reservatório terá a função de amortecer os picos de chuva, possibilitar o monitoramento da qualidade da água que irá extravasar para o Rio Doce, promover a infiltração de parte da água no solo e principalmente fazer a retenção de resíduos sólidos através de um sistema de gradeamento a ser implantado no extravasor deste reservatório.

A implantação deste sistema resolve o Ponto Critico de drenagem número 15, apresentado no Plano Diretor de Drenagem de Natal.

Figura 45. Solução Proposta para os Conjuntos Habitacionais Brasil Novo e Novo Horizonte.

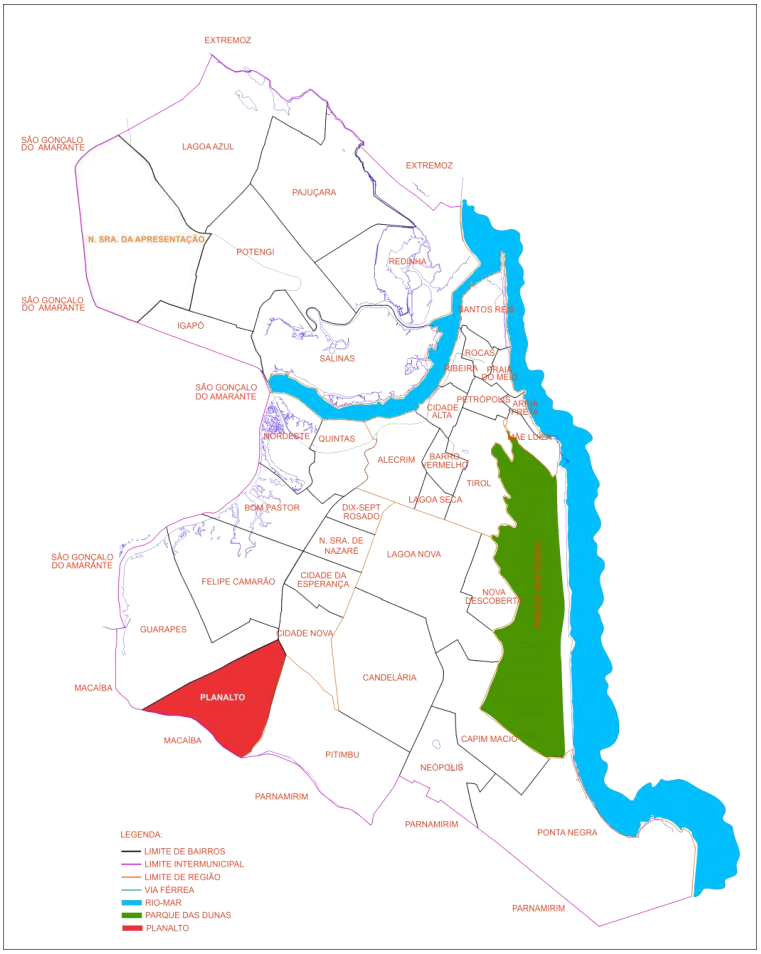


Fonte: PMN, 2013

12.2 BAIRRO PLANALTO

Trata-se da elaboração de um programa de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, e Pavimentação, promovido pela Prefeitura. Este programa foi proposto para inserção no Programa de Aceleração do Crescimento II – PAC II e será implantado no bairro Planalto, Zona Oeste da cidade de Natal, Estado do Rio Grande do Norte, conforme figura a seguir.

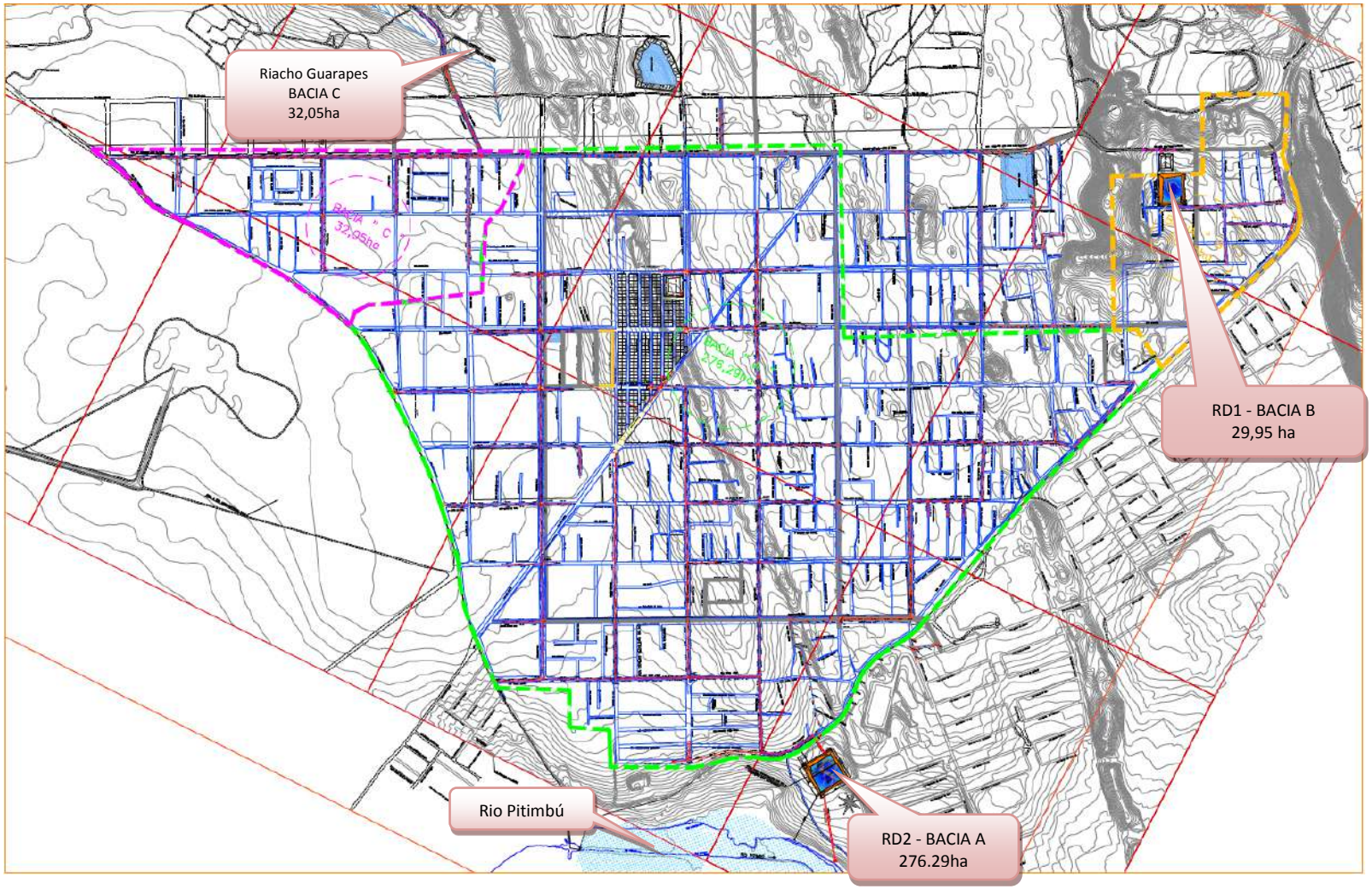
Figura 46. Mapa de Localização do Bairro Planalto (em vermelho).



Fonte: PMN, 2013

Foram adotadas soluções de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, e Pavimentação das bacias de drenagem do Bairro Planalto (Figura abaixo).

Figura 47. Solução Proposta para o Bairro Planalto.



Fonte: PMN, 2013

A partir da implantação da pavimentação das ruas, serão implantadas as redes de microdrenagem convencional com galerias de concreto, que conduzirão as águas pluviais aos seus destinos finais, são eles:

- Bacia “A” – Rio Pitimbú através do Reservatório de Detenção 02 – RD02;
- Bacia “B” – Reservatório de Detenção 01 – RD01;
- Bacia “C” – Riacho Novo Guarapes (em galeria já existente);
- Bacia “D” – Reservatório de Detenção 03 – RD03

Está prevista a implantação de uma rede de drenagem para receber as águas da bacia e direcioná-las para um Reservatório de Detenção a ser construído fora da faixa de preservação das margens do Rio Pitimbú na qual será implantado um extravasor com dissipadores de energia para o rio, com o objetivo de atender as ocorrências de eventos maiores que a capacidade do reservatório.

O Reservatório de Detenção deverá atender as ocorrências de 30% dos eventos médios mensais, ou seja, os eventos relacionados a um período de recorrência de 02 (dois) anos.

Está previsto, no destino final das águas para o rio, a implantação de um dissipador de energia com o objetivo de diminuir a lâmina d’água e reduzir a velocidade de chegada ao rio, o que irá diminuir significativamente o impacto erosivo.

O projeto também irá promover a contenção do processo erosivo, conforme figuras que seguem, já existente na Rua São Bráulio, da bacia, para o Rio Pitimbú.

O impacto no corpo d’água será atenuado com a construção do Reservatório de Detenção, construído em dois níveis, com o objetivo de reter, no nível mais baixo, os poluentes finos através de decantação e, uma provável contribuição de águas servida durante os períodos de estiagem.

Também é prevista a implantação de drenos profundos para aumentar a capacidade de infiltração do solo. O extravasor receberá as águas através de um vertedouro que será dotado de gradeamento para reter os sólidos em suspensão, tais providências servem de barreira física para os poluentes, salientando que o volume precipitado das águas de chuva resulta numa diluição destes prováveis poluentes minimizando o potencial poluidor no corpo receptor.

Figura 48. Processo Erosivo da Rua São Bráulio para o Rio Pitimbu (Bairro Planalto).



Fonte: PMN, 2014

Figura 49. Processo Erosivo da Rua São Bráulio para o Rio Pitimbu (Bairro Planalto).



Fonte: PMN, 2014

Figura 50. Rua com problema de drenagem e sem pavimentação (Bairro Planalto).



Fonte: PMN, 2013

Figura 51. Rua com problema de drenagem e sem pavimentação (Bairro Planalto).



Fonte: PMN, 2013

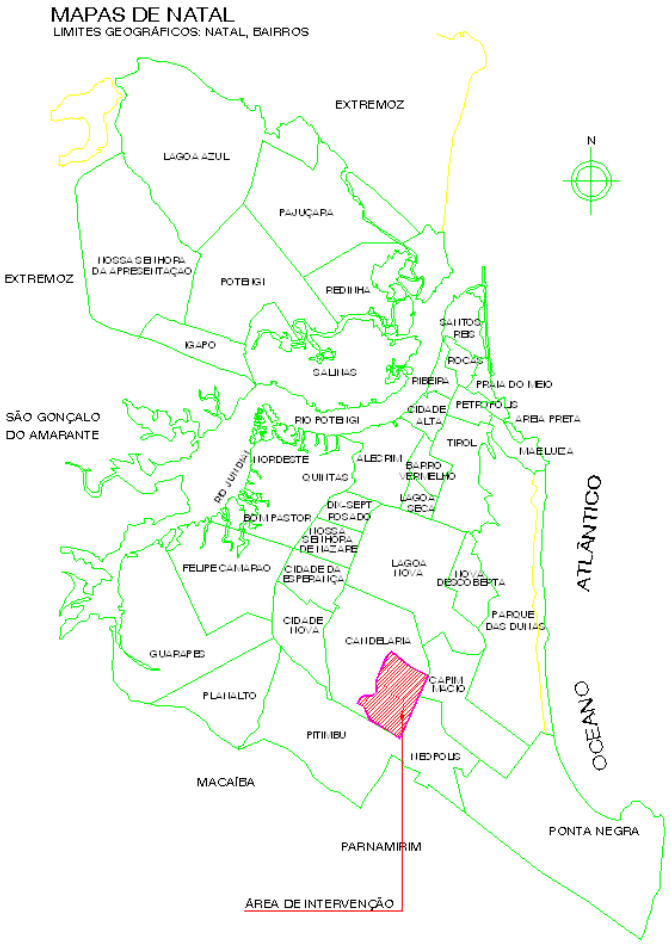
12.3 LOTEAMENTO SAN VALLE E PARQUE DAS COLINAS

O objetivo do Projeto elaborado foi de permitir a urbanização da região em condições de desenvolvimento sustentável, visando: valorizar urbanisticamente e economicamente a área, reduzir substancialmente os riscos de inundação e ampliar a recarga do aquífero - umas das principais demandas ambientais do município de Natal, tendo em vista a localização do projeto na área de recarga do aquífero que abastece a cidade em condições bastante promissoras para captações de águas subterrâneas.

O projeto engloba sistemas de microdrenagem convencional e reservatórios de detenção e infiltração como elementos de macrodrenagem situados nos pontos mais baixos nos fundos de vale de sub-bacias fechadas.

A área do projeto localiza-se na Zona Sul de Natal, conforme figura abaixo, abrange uma área de intervenção de 450,84 ha, com os seguintes limites: ao norte, a Av. Prudente Morais no Parque da Cidade; ao sul, a BR 101 em Neópolis; ao leste, a Av. da Integração em Candelária e ao oeste, a Av. dos Xavantes na Cidade Satélite.

Figura 52. Mapa de Localização da Área de Intervenção (em vermelho).

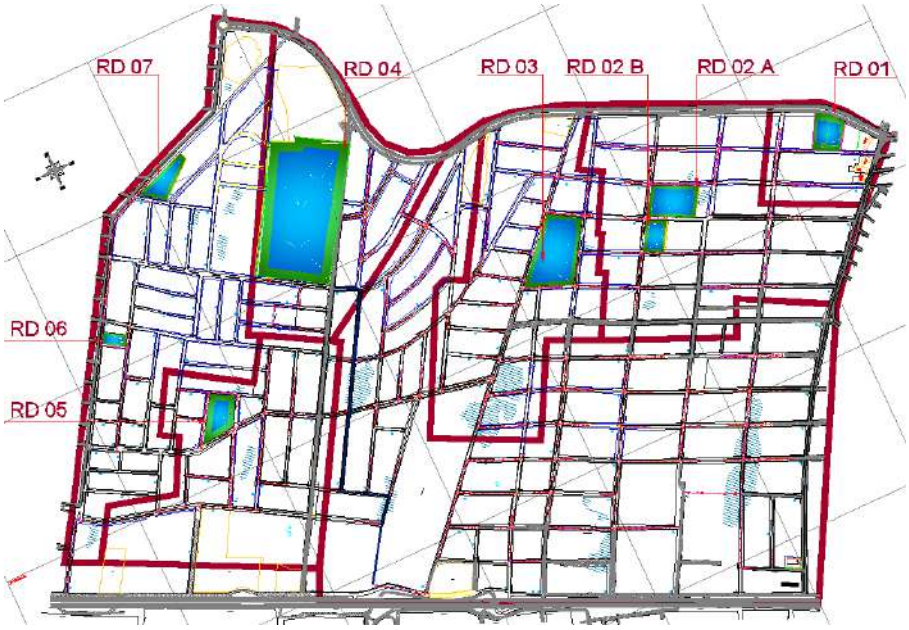


Fonte: PMN, 2009

A implantação dos reservatórios de detenção (RD) na área do projeto de drenagem de Parque das Colinas e San Valle contempla a adoção de um sistema de infiltração induzida, constituído por estruturas específicas - denominadas de reservatórios de detenção - distribuídas na área. E assim sendo, os reservatórios de detenção se constituirão em pontos/áreas de recarga induzida do aquífero Barreiras por águas pluviais conduzidas para o local.

O projeto engloba a implantação de07(sete) reservatórios de detenção e infiltração que recebem as águas de sistemas de microdrenagem de bacias de drenagens fechadas, conforme figura seguinte:

Figura 53. Reservatórios de Detenção da Drenagem de San Valle e Parque das Colinas.



Fonte: PMN, 2009

12.4 BAIRROS TIROL E PETRÓPOLIS

A PMN já possui o projeto básico de drenagem de águas pluviais e pavimentação, das bacias fachadas dos bairros de Tirol e Petrópolis na Zona Leste da Cidade de Natal, estado do Rio Grande do Norte, que abrange uma área de 146,60 Há (conforme proposição do PDDMA).

O projeto apresenta solução para o manejo de águas pluviais da área considerada, com a implantação de microdrenagem, composta de galerias de seção circular de concreto armado. O destino final das águas ocorre em um só ponto do Rio Potengi, através de um dissipador de energia que deverá ser projetado de forma que o deságue provoque o menor impacto erosivo possível.

A solução concebida resolve definitivamente os problemas de alagamento em diversos pontos dos bairros de Tirol e Petrópolis, região central da cidade que tem características de ocupação mista (comercial e residencial).

Os bairros de Tirol e Petrópolis estão localizados na região central da cidade, onde na década de 60 foi ocupada com a implantação de infraestrutura de pavimentação e drenagem com características residenciais notadamente de classe média. Com o passar do tempo, verificou-se a verticalização do bairro, a instalação de pontos de comércio, bancos e pequenos shoppings gerando uma maior demanda de infraestrutura. Estas modificações aumentaram a taxa de ocupação do bairro, ocasionando a impermeabilização das áreas remanescentes. Devido a esta ocupação, a infraestrutura de drenagem implantada na década de 60 se tornou obsoleta não suportando as novas contribuições ocasionadas pela alta taxa de impermeabilização do bairro. A prefeitura fez várias tentativas de melhorar o sistema de captação nos pontos críticos, mas verifica-se que as galerias troncos, responsáveis pela macrodrenagem não suportavam as vazões de pico, decorrentes dos eventos chuvosos, ocasionando grandes alagamentos em várias ruas e avenidas, conforme figuras abaixo.

Figura 54. Rua Mipibu



Fonte: PDDMA, 2011

Figura 55. Cruzamento da Rua Seridó com Av. Afonso Pena.



Fonte: PDDMA, 2011

Figura 56. Cruzamento da Rua Açu com Av. Afonso Pena.



Fonte: PDDMA, 2011

Figura 57. Cruzamento da Rua Mossoró com Av. Afonso Pena.



Fonte: PDDMA, 2011

Para solucionar os problemas de drenagem do bairro foi proposta a implantação de um sistema de macrodrenagem que atenda toda a bacia dos bairros, partindo da Av. Afonso Pena pela Rua Mossoró tendo como destino final o Rio Potengi, que recebe toda a contribuição dos bairros de Tirol e Petrópolis, através de um sistema de microdrenagem que será implantado de forma a coletar as águas dos pontos de inundação.

Na implantação do novo sistema de drenagem o trecho de galeria existente na Av. Afonso Pena até a Rua Apodi será desconsiderado, ficando a galeria antiga funcionando a partir deste ponto até a Lagoa Manoel Felipe com uma vazão bastante reduzida que poderá ser atendida pelo sistema existente.

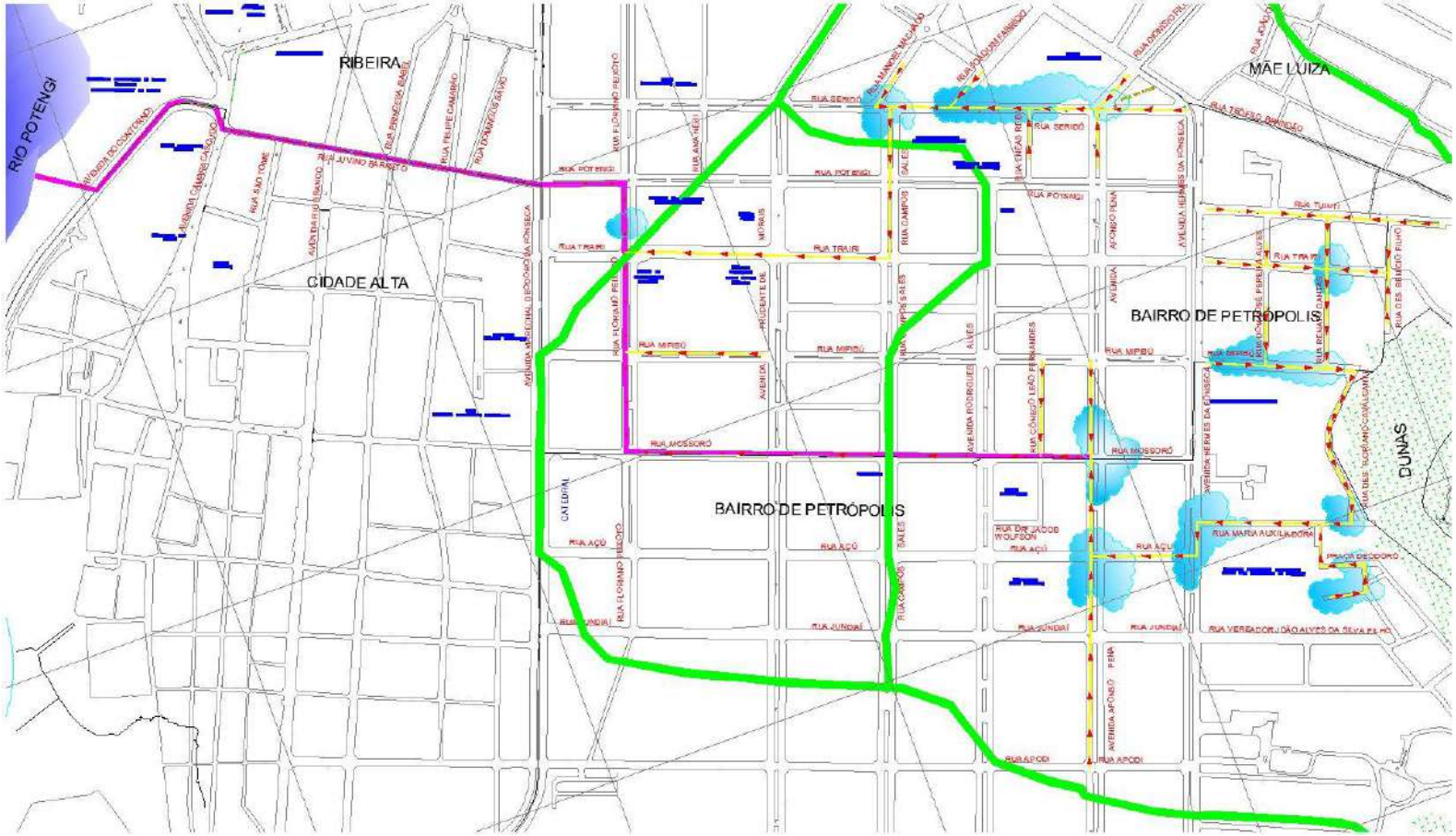
Na implantação do sistema proposto, conforme figura que segue, foram levados em consideração os seguintes aspectos:

1. A contribuição do bairro de Petrópolis será retirada da galeria da Av. Afonso Pena,otimizando o seu funcionamento a partir da Rua Apodi;
2. Do sistema de drenagem do canal do baldo será retirada a contribuição de aproximadamente 94,8 hectares melhorando as condições do destino final que ocorre de forma precária na galeria do Passo da Pátria para o Rio Potengí;
3. Retirada de grande parte da contribuição da Lagoa Manoel Felipe melhorando as condições de assoreamento da mesma;
4. Do sistema de drenagem da Ribeira será retirada a contribuição de aproximadamente 47,9 hectares da bacia da Cidade Alta aliviando a já saturada drenagem da Ribeira que funciona em condições precárias.

A microdrenagem será do tipo convencional, com tubos de concreto armado, poços de visita e a captação feita por bocas de lobo, onde não for necessária a implantação de galerias a drenagem será feita superficialmente pelo pavimento.

Já a macrodrenagem será composta de galerias circulares a serem implantadas pelo processo não destrutivo nos trechos de grandes profundidades, para que seja possível se fazer a transposição das águas por gravidade, e nos trechos mais à jusante do sistema, onde as profundidades são menores, a galeria será de seção retangular em concreto armado.

Figura 58. Área de intervenção do Projeto com Pontos de Alagamento (Macrodrenagem na cor Magenta).



Fonte: PMN, 2009

12.5 TÚNEL ARENA DAS DUNAS

A macrodrenagem e manejo de águas pluviais promovida pela implantação do túnel arena das dunas, conforme figura seguinte, quando totalmente construída, beneficiará os Bairros de Nova Descoberta, Lagoa Nova, Dix-Sept Rosado, parte de Candelária e parte da Cidade da Esperança, abrangendo uma área de 474,35 hectares, localizada nas Zonas Sul e Oeste da Cidade de Natal, Estado do Rio Grande do Norte.

A proposta deste novo sistema de drenagem, abrindo as bacias de drenagem envolvidas para o rio Potengi, por gravidade, tem a vantagem de eliminar todo sistema de bombeamento existente eliminando o risco de transbordamento das lagoas, elimina também o alto consumo de energia das estações elevatórias, reduz grande parte das contribuições do atual sistema de drenagem implantado que escoa pela galeria da Avenida António Basílio, fazendo-a voltar a funcionar para atender a demanda para a qual foi dimensionada.

A implantação da Arena das Dunas com a utilização da área do Centro Administrativo só se tornou viável com a implantação do sistema de drenagem por gravidade pelo processo não destrutivo, devido aos grandes desníveis a se vencer para se fazer a transposição das bacias.

Na nova concepção do sistema de drenagem, é necessário se manter as lagoas de acumulação e infiltração existentes para receber a microdrenagem já implantada, servindo de reservatórios de detenção. O que reduz substancialmente as vazões de pico e consequentemente o custo do sistema.

O sistema de drenagem proposto é composto por um sistema integrado de reservatórios de detenção implantados em lagoas existentes que alimentam grandes galerias denominadas de túnel, com diâmetros variando de 2,20 m até 3,00 m. Os túneis serão construídos pelo processo não destrutivo e estarão conectados aos reservatórios de detenção através de tubos de descarga colocados no fundo dos mesmos.

O sistema integrado se inicia no reservatório de detenção da Lagoa dos Potiguares, seguindo para o cruzamento da Avenida Amintas Barros com a Rua Marise Bastier, onde recebe a contribuição da Lagoa do Preá e segue pela Rua São José até a Avenida Jerônimo Câmara onde recebe as águas dos reservatórios de detenção das lagoas do Centro Administrativo. A partir daí, o caminhamento vai para a Lagoa do São Conrado onde recebe as águas do reservatório desta lagoa, assim como as água da galeria que faz a transposição da bacia da Cidade da Esperança até esse ponto. Daí o sistema vai até o seu destino final, desaguando no estuário do Rio Potengí.

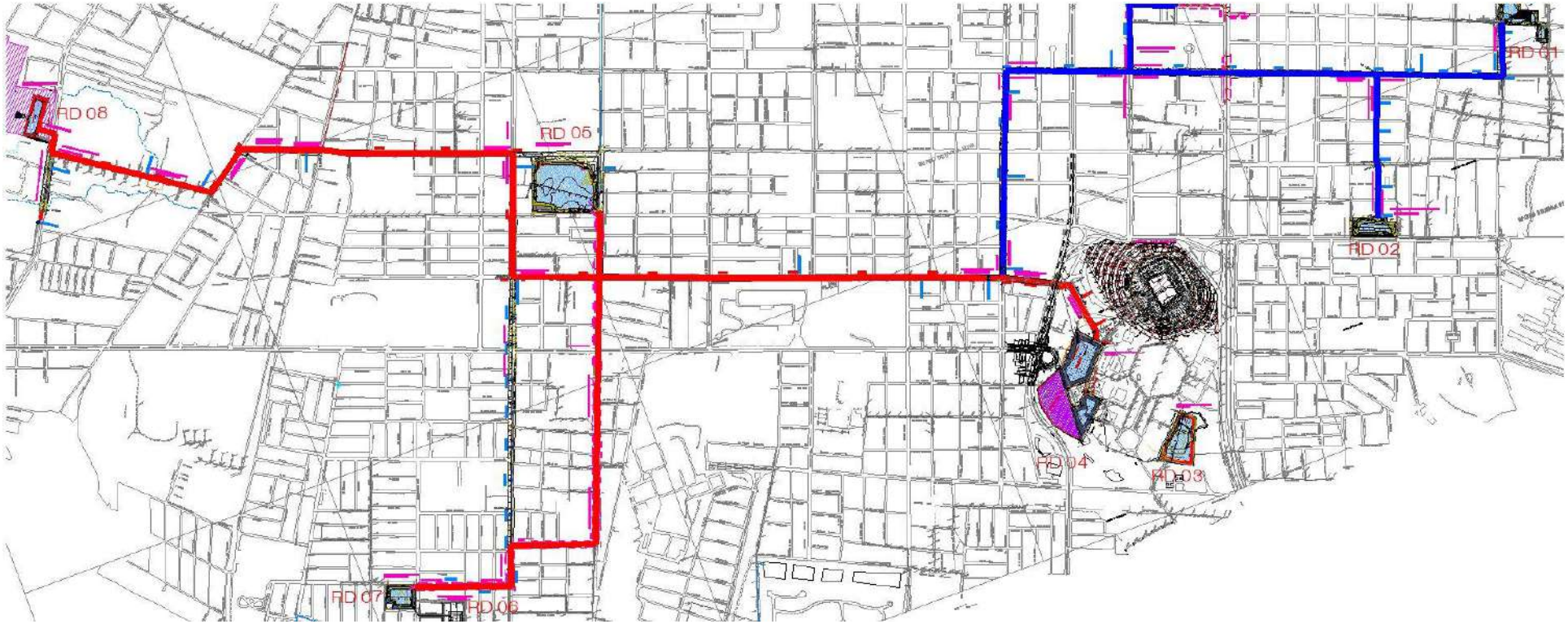
O sistema funcionará por gravidade para o Rio Potengi, será fechado não recebendo contribuições diretas da microdrenagem, evitando assim a presença de poluentes que ficarão retidos nos Reservatórios de Detenção.

Os reservatórios de detenção serão urbanizados com revestimento dos taludes em placas de concreto, calçadas, cercas, equipamentos públicos (bancos e lixeiras), iluminação, arborização e acessibilidade.

No processo de extravasamento dos reservatórios será implantado um sistema de gradeamento para retenção de sólidos. Isto facilita a limpeza, diminuindo a carga de poluentes no Rio Potengi.

Como medida mitigadora aos impactos ambientais no corpo receptor dos efluentes do sistema integrado (Rio Potengi), foi proposta a construção de um reservatório de primeira chuva, locado no final do sistema, com capacidade para reter os primeiros 5,00 mm de chuva onde a concentração de poluentes é maior.

Figura 59. Área de implantação do Túnel Arena das Dunas (Etapa 1 em Vermelho e Etapa 2 em azul).



Fonte: PMN, 2014

12.6 REVITALIZAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM DA SUB-BACIA VII.2 DOS BAIRROSRIBEIRA/ROCAS

O Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de Natal define os pontos críticos de drenagem números 3 e 4 (Zona Leste) que englobam as Ruas Areia Branca, Cauby Barroca, Pastor Clímaco Bueno e Pereira Simões, no bairro das Rocas (Ponto Crítico 03)assim como as Ruas General Glicério, Teotônio Freire e Rua Felinto Elísio, no bairro da Ribeira (Ponto Crítico 04), ambos localizados na Zona Leste da Cidade de Natal. O sistema de drenagem faz parte do projeto de drenagem da Ribeira executado no início da década de 80, encontra-se totalmente comprometido devido à ação do tempo e a falta de manutenção encontra-se obstruído com lama e lixo, durante as grandes chuvas o sistema falha chegando a inundar as ruas e interromper o tráfego de veículos.

No arquivo fotográfico abaixo, é possível identificar a precariedade do atual sistema de drenagem implantado na bacia em análise.

Figura 60. Rua com galeria obstruída e danificada.



Fonte: Start Consultoria, 2014

Figura 61. Boca de Lobo com esgoto, obstruída e danificada.



Fonte: Start Consultoria, 2014

Figura 62. Canal a ser desobstruído e recuperado.



Fonte: Start Consultoria, 2014

Figura 63. Boca de Lobo totalmente tomada pelo lixo.



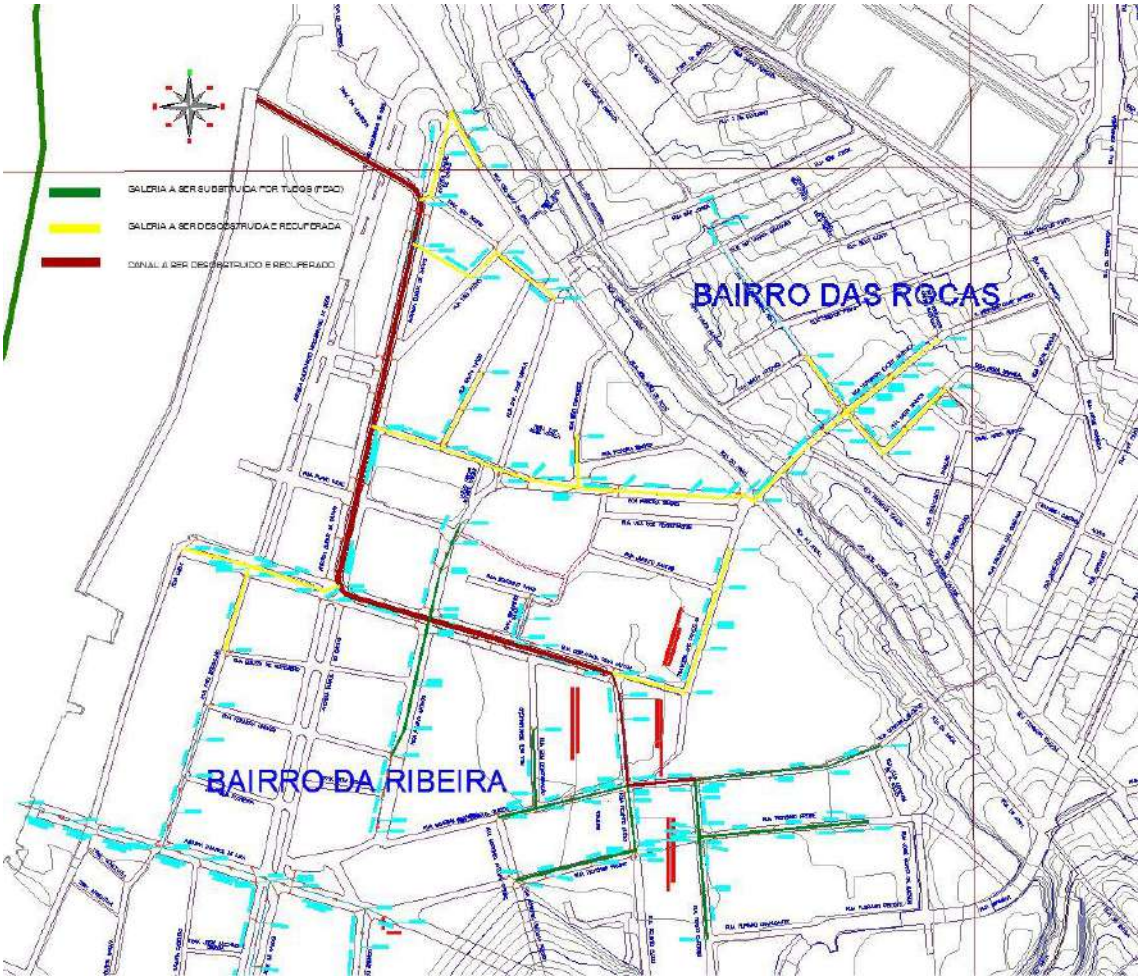
Fonte: Start Consultoria, 2014

O sistema de drenagem do bairro da Ribeira foi executado no início da década de 80 tendo o seu funcionamento atendido as expectativas, no entanto com o passar do tempo sem uma manutenção adequada o sistema hoje está apresentando problemas localizados devido a obstrução de galerias e dos canais de macrodrenagem como já foi apresentado na análise do ponto crítico 4, no entanto o sistema como um todo necessita de um grande serviço de recuperação como a desobstrução de galerias e canais, a recuperação de bocas de lobo, corta águas, sarjetas, poços de visita, e canais já com sua estrutura bastante comprometida, a realização de um grande serviço de recuperação e desobstrução do sistema como um todo com certeza irá devolver as condições de funcionalidade do sistema.

O sistema proposto para a solução dos pontos críticos 6, 7 e 8 da Zona Leste (drenagem do bairro Tirol Petrópolis) já vai trazer grande benefício para a drenagem da Ribeira pois o mesmo no trecho da Rua Juvino Barreto já tira do sistema da Ribeira uma contribuição de aproximadamente 60 hectares melhorando as condições de funcionamento do mesmo.

Para solucionar o problema da Bacia VII.2 (pontos críticos 3 e 4 da Zona Leste), que abrange parte dos bairros Ribeira e Rocas, deve ser realizada desobstrução de 1.782,00 m de galeria de concreto, substituição de 1.179,00 m de galeria de concreto por tubos de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), e desobstrução de 1.074,00 m de canal, sendo 887,00 m do canal de seção retangular de 4,50x2,00m e 187,00 m do canal de seção retangular de 3,00x1,50 m.

Figura 64. Área de intervenção.



Fonte: Start Consultoria, 2014

12.7 DRENAGEM DA BACIA DA RUA GUANABARA NO BAIRRO DE MÃE LUIZA

O bairro de Mãe Luiza situa-se na Zona Leste da Cidade de Natal, esta inserido em Zona de adensamento Básico, é considerado pelo Plano Diretor de Natal (2007) como Área Especial de Interesse Social, inserida nas encostas dunares do litoral.

Quanto à ocupação verifica-se um arruamento irregular, com ruas estreitas, edificações residenciais de baixa renda bastante adensada caracterizando uma ocupação horizontal com poucas áreas verdes nos quintais; ausência de praças e áreas de lazer, quanto ao tipo de solo, constata-se ser o mesmo de origem dunar com alto poder de absorção o que facilita a infiltração da água no solo dificultando o escoamento superficial nas poucas áreas permeáveis do bairro e quanto a topografia, se trata de um terreno de encosta dunar com grandes desníveis, perfil de grande declividade em direção as ruas mais baixas.

As soluções propostas estão inseridas no programa de recuperação da **área de risco permanente** das encostas do bairro de Mãe Luiza atingido pelo desmonte hidráulico provocado pelas chuvas do dia 13 e 14 de junho de 2014 na cidade de Natal - RN.

A solução de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais da bacia de drenagem da Rua Guanabara, no bairro de Mãe Luiza, foi concebida para solucionar de maneira abrangente e definitiva o grave problema de erosão, conforme figura a seguir, ocasionada pelo desmonte hidráulico nas encostas da Rua Guanabara em direção a Av. Gov. Silvio Pedrosa possibilitando a recuperação da área atingida para as condições anteriores.

O sistema proposto, conforme figura abaixo consiste na implantação de uma rede de microdrenagem para receber as águas da bacia e direcioná-las para a rede de macrodrenagem, composta de uma galeria de seção retangular de 1,00 m x 1,00 m de concreto armado a ser implantada sobre a escadaria que liga a Trav. Atalaia a Rua Guanabara, outra com seção retangular de 2,00 m x 1,50 m em terreno existente que liga a Rua Guanabara a Av. Gov. Silvio Pedrosa.

O sistema, no final das galerias, ainda conta com caixas de controle de vazão e dissipadores de energia com o objetivo de diminuir a lâmina d'água e reduzir a velocidade de chegada à praia, o que irá diminuir significativamente o impacto erosivo na mesma.

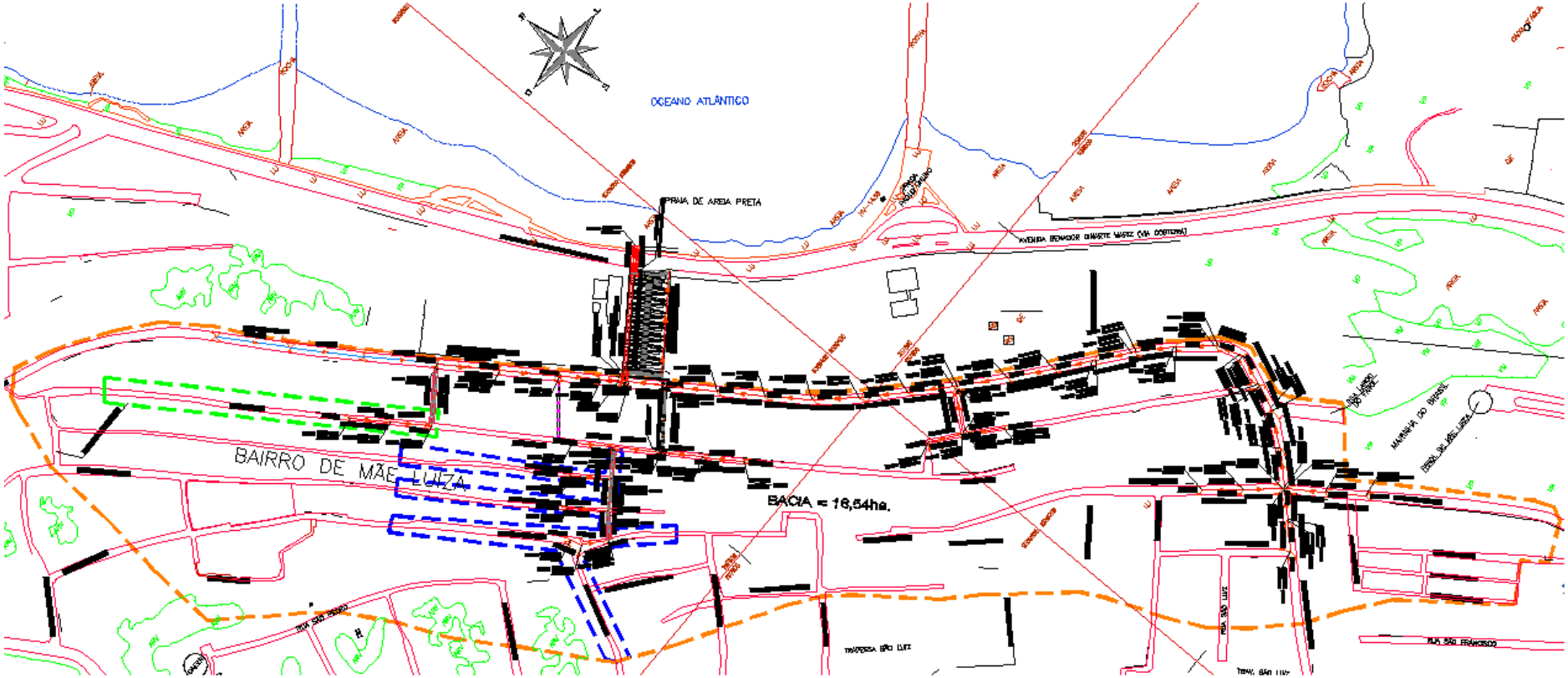
A concepção da drenagem também contará com uma escadaria de acesso da Av. Gov. Silvio Pedrosa a Rua Guanabara com rampa acessível cuja concepção do projeto pertence ao IAB Instituto dos Arquitetos do Brasil, tal equipamento além da função de permitir o acesso de pedestres ao bairro tem a função de drenagem, pois poderá funcionar como uma escadaria hidráulica para o escoamento superficial das águas na hipótese de falha no sistema de galerias devido à obstrução ou chuvas torrenciais acima do período de retorno considerado no dimensionamento, tendo como destino final a Praia de Areia Preta.

Figura 65. Erosão da Rua Guanabara (Desmonte Hidráulico).



Fonte: PMN, 2014

Figura 66. Solução Proposta para Drenagem e Manejo de Águas Pluviais da Bacia da Rua Guanabara (Mãe Luiza).



Fonte: PMN, 2014

13 CONCLUSÃO

Com a elaboração deste diagnóstico, foi possível identificar a situação que se encontra o sistema atual de drenagem da cidade, assim como o seu gerenciamento e grau de manutenção. A partir daí construímos uma matriz das principais ações de drenagem (estruturais e não estruturais) a serem apreciadas pelo poder público municipal para tomada de decisões, conforme tabelas abaixo.

Quadro 13. Matriz das medidas estruturais de drenagem proposta pelo Plano Municipal de Saneamento Básico

Nº	MEDIDAS ESTRUTURAIS	AÇÕES A DESENVOLVER			
		CONCEPÇÃO	PROJETO BÁSICO	PROJETO EXECUTIVO	OBRAS
1	Plano de Saneamento Integrado da Zona Norte				
2	Drenagem e Pavimentação do Bairro Planalto (Zona Norte)				
3	Loteamento San Valle e Parque das Colinas (Zona Sul)				
4	Drenagem e Pavimentação dos Bairros Tirol e Petrópolis (Zona Leste)				
5	Drenagem da Bacia da Rua Guanabara (Mãe Luiza) (Zona Leste)				
6	Revitalização da Drenagem da Bacia VII.2 (Ribeira/Rocas) (Zona Oeste)*				
7	Adequação e Plano de Manejo e Manutenção de diversas Lagoas *				
8	Drenagem e Pavimentação da área de Lagoinha (Zona Sul)				
9	Drenagem e Pavimentação da área da Lagoa do Jacó (Zona Leste)				
10	Drenagem e Pavimentação da área de Lagoa do Panatís (Zona Norte)				
11	Drenagem e Pavimentação da Av. Ayrton Sena – Rua Minas Novas - (Zona Sul)				
12	Drenagem e Pavimentação da Rua Ouro Preto (Zona Sul)				
13	Drenagem e Pavimentação da área de Nova Cidade (Zona Oeste)				
14	Drenagem e Pavimentação da Rua Beberibe (Zona Norte)				
15	Drenagem e Pavimentação dos Loteamentos Santa Inês e Ki Panorama (Zona Norte)				
16	Drenagem e Pavimentação do Loteamento Caiana (Zona Norte)				
17	Drenagem e Pavimentação do Loteamento Algimar (Zona Norte)				
18	Drenagem e Pavimentação do Loteamento Santa Clara (Zona Norte)				
19	Drenagem e Pavimentação do Loteamento Santa Cecília (Zona Norte)				
20	Drenagem e Pavimentação da Av. Passeio dos Girassóis e adjacências (Zona Sul)				
21	Drenagem da Av. das Alagoas e da Lagoa São Miguel dos Caribes (Zona Sul)				
22	Drenagem da Rua Alameda das Mansões – Bairro Latino –(Zona Sul)				
23	Drenagem e Pavimentação da bacia da Rua Frei Henrique de Coimbra – Candelária – (Zona Sul)				

Quadro 14. Matriz das medidas não estruturais proposta pelo Plano Municipal de Saneamento Básico

Nº	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS
1	Ações educativas de uso e conservação do sistema de drenagem junto à população.
2	Treinamento dos Funcionários envolvidos com a Limpeza e Manutenção do sistema de drenagem da cidade.
3	Programa de Manutenção e Limpeza de Bocas de Lobo e Galerias.
4	Atualização anual do cadastro do sistema de drenagem do PDDMA.
5	Criação de um Fundo Municipal para Drenagem.
6	Criação de Departamentos e Setores dentro da estrutura administrativo-organizacional da Secretaria Adjunta de Planejamento de Obras – SEMOV, para melhor desempenhar os papéis de manutenção, fiscalização, planejamento e atualização do PDDMA.
7	Dimensionamento e aquisição de equipamentos apropriados para limpeza urbana (galerias bocas de lobo, sarjetas etc.)
8	Dimensionamento de equipe de pessoal em número adequado para os serviços de limpeza urbana (poços de visita, galerias, bocas de lobo, sarjetas etc.)

Vale salientar que os problemas de drenagem e a demanda de aplicação de medidas estruturais e não estruturais, crescem conforme o desenvolvimento urbano da cidade, portanto além das ações de drenagem aqui propostas, o poder público, deve também consultar o caderno de proposições do PDDMA e elaborar, conforme a necessidade, novos estudos e projetos que beneficiem a população e tentem equilibrar de maneira sustentável o sistema de drenagem da cidade com o processo evolutivo da mesma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAERN (1995). **Plano Diretor de esgotos sanitários da cidade do Natal/RN**. Natal, v 1-2.

GUERRA, A. J. T., (2005). **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.

MEDEIROS, T. H. de L., (2001). **Evolução geomorfológica, (des)caracterização e formas de uso das lagoas da cidade do Natal/RN**. Natal: UFRN, 100p. Dissertação de Mestrado em Geodinâmica e Geofísica.

MEDEIROS, T. H. de L., (2007). **Análise Ambiental. In: Nunes, E; et al. (org.). Dinâmica e Gestão do território potiguar.** Natal: EDUFRN, 284p.

NATAL. **Lei Complementar n° 124**, de 30 de junho de 2011. Dispõe sobre o Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais do Município do Natal e dá outras providências.

PFAFSTETTER, O., (1982). **Chuvas Intensas no Brasil**, 2ª ed., Rio de Janeiro, DNOS. 426 p.

RIGHETTO, A. M.; MOREIRA, L. F. F.; SALES, T. E. A. de, (2009). **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. In: FINEP, PROSAB. (Org.). Manejo de Águas Pluviais Urbanas. 1ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009, v. 04, cap. 1, p. 19-73.

SEMARH – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Relatório Síntese do Plano Estadual de Recursos Hídricos**, (2000).

SEMOV – Secretaria Municipal de Obras Públicas e Infraestrutura. (2008). **Relatório do Projeto de Drenagem Pluvial e Manejo de Águas Pluviais dos Loteamentos San Valle e Parque das Colinas**. Natal/RN, 100 p.

SEMOV – Secretaria Municipal de Obras Públicas e Infraestrutura. (2011). **Projeto Executivo de macrodrenagem pelo método não destrutivo (túnel arena das dunas) e urbanização dos reservatórios de detenção de águas pluviais das zonas sul e oeste do município de Natal**. Natal/RN.

SEMOV – Secretaria Municipal de Obras Públicas e Infraestrutura. (2014). **Projeto Executivo de drenagem da bacia da Rua Guanabara no bairro de Mãe Luiza**. Natal/RN.

SEMOV – Secretaria Municipal de Obras Públicas e Infraestrutura. **Plano de Saneamento Integrado da Zona Norte de Natal**. Prefeitura Municipal de Natal, 2013.

SEMOV – Secretaria Municipal de Obras Públicas e Infraestrutura. **Projeto Básico de Drenagem e Pavimentação do bairro Planalto**. Prefeitura Municipal de Natal, 2013.

SEMOV – Secretaria Municipal de Obras Públicas e Infraestrutura. **Projeto Básico de Drenagem e Pavimentação dos Bairros Tirol e Petrópolis**. Prefeitura Municipal de Natal, 2013.

SEMURB – Secretaria do Meio Ambiente e Urbanismo. **Mapa temático: localização das lagoas e recepção e drenagem**. Prefeitura Municipal de Natal, 2008.

SEMURB – Secretaria do Meio Ambiente e Urbanismo. **Anuário Natal**. Prefeitura Municipal de Natal, 2014.

SOUZA, C. M. N., (2001). **Carência ou Precariedade dos Serviços de Drenagem Urbana e Ocorrência de Doenças de importância para a Saúde Pública**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Universidade de Brasília.

TUCCI, CARLOS E. M., (1997). **Gerenciamento da Drenagem Urbana**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos / ABRH, v. 2, n. 2, p.5-12, Porto Alegre/RS.