UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA

LÚCIA MARA FIGUEIREDO

ANÁLISE DA SALUBRIDADE DO MEIO URBANO COM BASE NA UTILIZAÇÃO DE ÍNDICES AMBIENTAIS: APLICAÇÃO NA BACIA DE DRENAGEM XII DA CIDADE DO NATAL/RN

Natal
2011

LÚCIA MARA FIGUEIREDO

ANÁLISE DA SALUBRIDADE DO MEIO URBANO COM BASE NA UTILIZAÇÃO DE ÍNDICES AMBIENTAIS: APLICAÇÃO NA BACIA DE DRENAGEM XII DA CIDADE DO NATAL/RN

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação, em Engenharia Sanitária, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Sanitária.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Marozzi Righetto

Natal

2011

Seção de Informação e Referência

Catalogação da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede

Figueiredo, Lúcia Mara

Análise da salubridade do meio urbano com base na utilização de índices ambientais: aplicação na bacia de drenagem XII da cidade do Natal-RN / Lúcia Mara Figueiredo. – Natal, RN, 2011.

84 f. : il.

Orientador: Antônio Marozzi Righetto.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária.

1. Índice de saneamento básico – Dissertação. 2. Centros urbanos – Dissertação. 3. Sistemas urbanos – Dissertação. 4. Plano diretor de drenagem de águas pluviais. – Dissertação. 5. Bacia de drenagem – Dissertação. 6. Satisfação – Dissertação. I. Righetto, Antônio Marozzi. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BCZM CDU 628

LÚCIA MARA FIGUEIREDO

ANÁLISE DA SALUBRIDADE DO MEIO URBANO COM BASE NA UTILIZAÇÃO DE ÍNDICES AMBIENTAIS: APLICAÇÃO NA BACIA DE DRENAGEM XII DA CIDADE DO NATAL/RN

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Engenharia Sanitária, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Sanitária.

BANCA EXAMINADORA

_____

Dr. – Antônio Marozzi Righetto – Orientador

_____

Dr. – Arthur da Costa Mattos (UFRN)

_____

Dr. – Tarciso Cabral da Silva (UFPB)

Natal, 04 de Novembro de 2011.

Esta dissertação é dedicada a todos aqueles que mesmo trabalhando oito horas diárias, enfrentando todas as dificuldades e vicissitudes típicas do inicio da carreira profissional, ainda conseguem encontrar paciência, tempo e inspiração para servirem a ciência, dedicando seus poucos momentos de sossego à pesquisa e ao desenvolvimento do nosso país.

AGRADECIMENTOS

Ao terminar mais esta etapa de minha vida, sinto-me na necessidade de agradecer a todos aqueles que, direta ou indiretamente, participaram desta caminhada de pouco mais de dois anos. No entanto, parece-me demasiadamente extenso e, um tanto quanto perigoso citar, individualmente, cada uma dessas pessoas. Desta forma, opto nesta oportunidade em agradecer de maneira genérica na maioria dos casos e, em situações especiais prestarei homenagens mais especificas.

Assim, começo não só dedicando, mas OFERECENDO este trabalho aos meus pais, Lindalva e Francisco Figueiredo e, aos meus quatro irmãos Lília, Luciene, Fernando e Emanuel por razões que somente um livro sobre a minha história de vida poderia explicar completamente.

Agradeço também pelo apoio e colaboração, aos demais membros da minha família, aos queridos e eternos amigos que fiz na Superintendia Estadual de Meio Ambiente do Ceará – SEMACE, aos colegas e professores do Mestrado do Laboratório de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – LARHISA e, a alguns fieis companheiros como Victor Diógenes, Geórgia Gurgel, Dayana Torres e Jairo Ferreira que, há tantos anos, dedicam a mim sua amizade e compreensão.

Agradeço, por fim, ao meu orientador Antônio Marozzi Righetto por me alertar sobre as dificuldades e conseqüências atreladas às decisões que precisei tomar nesta jornada e, por aceitar minha condição limitada de estudante e profissional. Mais do que agradecer, mostro aqui minha admiração por este professor que acreditou em mim ainda que nem eu mesma o fizesse em alguns momentos.

A obtenção do título de mestre em Engenharia Sanitária nada mais é que o início de novos desafios. Então, meu muito obrigada a todos e que possamos estar juntos em tantos outros agradecimentos futuros.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS I

LISTA DE TABELAS E QUADROS III

LISTA DE GRÁFICOS IV

RESUMO V

ABSTRACT VI

INTRODUÇÃO 1

1 REFERENCIAL TEÓRICO 5

1.1 O MEIO AMBIENTE URBANO 5

1.1.1 Os conglomerados urbanos e a saúde da população 6

1.2 A URBANIZAÇÃO BRASILEIRA 7

1.2.1 O processo desordenado do uso e ocupação do solo 8

1.2.2 Os grandes centros urbanos 9

1.3 A CIDADE DO NATAL E AS POLITICAS DE SANEAMENTO 10

1.3.1 A cidade do Natal/RN e suas políticas de saneamento 10

1.3.2 A Copa do Mundo de Futebol de 2014 e os Impactos na Dinâmica Urbana em Natal 12

1.3.3 O transito e a violência como fatores de declínio da qualidade de vida 14

1.4 SISTEMAS URBANOS E A PROMOÇÃO DA SAÚDE 17

1.4.1 Sistemas de abastecimento de água 18

1.4.2 Sistemas de coleta e tratamento de esgoto 19

1.4.3 Sistemas de coleta e destinação final de resíduos sólidos 21

1.4.4 Sistemas de drenagem urbana 23

1.4.4.1 As Lagoas de recepção de águas pluviais 26

1.4.5 Os sistemas urbanos e o arcabouço jurídico brasileiro 27

1.5 OS INDICADORES DE SALUBRIDADE AMBIENTAL 30

1.5.1 Os Índices e Indicadores Ambientais como Ferramenta de Gestão do Espaço Urbano 32

1.5.2 O Geoprocessamento e os Indicadores Ambientais 33

2 METODOLOGIA 35

2.1 ÁREA DE ESTUDO 35

2.1.1 Unidades de Conservação da Bacia de Drenagem XII 38

2.1.2 Lagoas de recepção de drenagem urbana da Bacia XII 39

2.2 A UNIDADE DE ESTUDO 40

2.2 INSTRUMENTOS PARA ANÁLISE DA ÁREA DE ESTUDO 42

2.3 QUESTIONÁRIO 43

Fonte: SEMURB, 2009; PDDAP, 2009 44

2.3.1 A amostra 44

2.3.2 Campos do questionário 48

2.4 ÍNDICE DE SANEAMENTO BÁSICO (ISBA) 48

2.4.1 Índice de Abastecimento de Água (I_{AA}) 50

2.4.2 Índice de Coleta de Esgoto (I_{CE}) 51

2.4.3 Índice de Coleta de Resíduos Sólidos (I_{RS}) 52

2.4.4 Índice de Drenagem de Águas Pluviais (I_{DAP}) 53

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES 55

3.1 ASPECTOS GERAIS DA ATUAL SITUAÇÃO DOS SISTEMAS URBANOS NOS BAIRROS QUE COMPÕEM A BACIA DE DRENAGEM XII 55

3.2 APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE SANEAMENTO BÁSICO – ISBA 57

3.2.1 Caracterização da amostra 57

3.2.2 Abastecimento de água 58

3.2.3 Coleta e tratamento de efluentes líquidos 62

3.2.4 Coleta disposição final de resíduos sólidos 64

3.2.5 Drenagem Urbana 65

3.2.5.1 Lagoas de Drenagem Urbana da Bacia XII 69

3.2.6 Acesso e satisfação da população aos sistemas urbanos na bacia de Drenagem XII 75

4 CONCLUSÕES 78

5 DESAFIOS E RECOMENDAÇÕES 80

REFERÊNCIA 83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Interface entre os componentes para a gestão das cidades e o Plano de Saneamento 8
Figura 1.2: Em destaque o bairro de Lagoa Nova 13
Figura 1.3: Área onde será instalado o empreendimento (esquerda) e foto-montagem da estrutura proposta pelo Plano executivo da obra (direita) 14
Figura 1.4: Sistema genérico de abastecimento de água 18
Figura 1.5: Técnicas compensatórias para o manejo de águas pluviais 26
Figura 1.6: pirâmide de hierarquia dos dados 31
Figura 2.1: Bacia de Drenagem Rio das Lavadeiras (Bacia XII – PDDU) 37
Figura 2.2: As Zonas de Proteção Ambiental – ZPA's e a Bacia de Drenagem XII .. 38
Figura 2.3: lagoas de recepção de águas pluviais da Bacia de Drenagem XII 40
Figura 2.4: Bacia de drenagem XII e a divisão em setores censitários 41
Figura 2.5: Bacia de drenagem XII e a divisão em bairros 41
Figura 2.6: Limites das áreas de trabalho de órgãos como a SESAP, a URBANA e a CAERN 44
Figura 2.7: Representação espacial da metodologia adotada para a escolha dos setores censitários na aplicação dos questionários 47
Figura 3.1: Bacia de Drenagem XII e a distribuição do sistema de abastecimento de água. Em azul, a tubulação com menos de 100 mm; em vermelho, a tubulação com mais de 100 mm 59
Figura 3.2: Bacia de Drenagem XII e suas estruturas de abastecimento de água (abaixo) 62
Figura 3.3: Representação espacial do uso dos setores censitários que compõem cada bairro na obtenção dos níveis de rede de drenagem existentes na Bacia XII .. 66
Figura 3.4: Resíduos sólidos interceptando as bocas-de-lobo (Bairro do Alecrim) .. 69
Figura 3.5: Resíduos sólidos lançados nos canais de drenagem (Bairro das Quintas) 69
Figura 3.6: Visão geral da lagoa do Preá 70
Figura 3.7: Inexistência de cerca ou muro de proteção (Lagoa dos Potiguares) 70
Figura 3.8: Lixo nos arredores da Lagoa do Preá 70
Figura 3.9: Lagoa de São Conrado em 12/04/2010 71

Figura 3.10: Lagoa de São Conrado em 21/04/2011 71
Figura 3.11: Lagoa de São Conrado em 12/04/2010 71
Figura 3.12: Lagoa de São Conrado em 21/04/2011 71
Figura 3.13: Taludes em bom estado, inexistência de resíduos e cerca de proteção (Lagoa do CEI) 72
Figura 3.14: Lagoa sem qualquer estrutura (Lagoa do Bumbum) 72
Figura 3.15: As Lagoas do CA tomadas por vegetação 72
Figura 3.16: Riacho das Quintas, com seus 600m de extensão, drena as águas pluviais para o Rio Potengi 72

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1.1: Importância dos sistemas de coleta de esgoto.....20
Fonte: Adaptado de FUNASA (p. 153-154, 2006).....20
Quadro 1.2: Principais características das políticas nacionais de saneamento básico e resíduos sólidos 30
Quadro 2.1: Características principais das 5 (cinco) sub-bacias da Bacia de Drenagem XII 36
Fonte: Adaptado de PDDAP, p. 28, 2009.....36
Tabela 2.1: Número de Setores Censitários amostrados por Estrato.....46
Tabela 2.2: Número de residencias a participarem da pesquisa por bairro 47
Quadro 2.2: Nível de salubridade por faixa de situação.....50
Tabela 3.1: Distribuição da amostra por faixas de idade 57
Tabela 3.2: Índice de Abastecimento de Água e seus dois componentes: acesso a água e nível de confiança 60
Tabela 3.3: Índice de Esgotamento Sanitário e seus dois componentes: acesso à coleta de efluentes e acesso ao sistema de fossa-sumidouro 64
Tabela 3.4: índice de Resíduos Sólidos e seus dois componentes – Acesso a Coleta Convencional e Acesso a Coleta Seletiva.....65
Tabela 3.5: Obtenção do componente Rede de Drenagem (RD1).....67
Tabela 3.6: Índice de Drenagem de Águas Pluviais e seus dois componentes – Índice de Eficiência e Rede de Drenagem (1).....67
Tabela 3.7: Índice de Drenagem de Águas Pluviais utilizando-se unicamente dados da amostra extraída da Bacia XII 68
Quadro 3.1: Principais características das Lagoas de águas pluviais da Bacia de Drenagem XII 74
Tabela 3.8: Sub-índices e taxas de satisfação.....76
Tabela 3.9: Sub-índices e taxas de satisfação 76

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1: Participação no PIB Natalense 12
Gráfico 1.2: Histórico do aumento da frota de veículos na cidade do Natal entre os anos de 2005 e 2010.....15
Gráfico 1.3: Crimes mais comuns cometidos em Natal entre os anos de 2002 e 2009 16
SESP, 2009.....16
Gráfico 1.4: tendência de crescimento ao longo de 6 (seis) anos.....16
Fonte: SESP, 2009.....16
Nesta seara, Holden (2008) faz a seguinte consideração:.....33
Gráfico 3.1: Acesso aos serviços de água e esgoto fornecidos pela Companhia Estadual de águas e esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN.....56
Gráfico 3.2: Porcentagem do bairro com rede de drenagem urbana instalada.....56
Gráfico 3.3: Densidade demográfica dos bairros mais representativos em área da Bacia de drenagem XII.....57
Gráfico 3.4: Taxa de satisfação quanto ao serviço de abastecimento de água 60
Gráfico 3.5: Poços tubulares da bacia XII (esquerda).....62
Gráfico 3.6: Taxa de satisfação quanto ao serviço de coleta de efluentes líquidos .63
Gráfico 3.7: Taxa de satisfação quanto ao serviço de coleta de Resíduos Sólidos .64
Gráfico 3.8: Taxa de satisfação quanto ao serviço de drenagem urbana 68
Gráfico 3.9: Utilização do RD2 (dados da amostra) e coeficiente de correlação alcançado.....76
Gráfico 3.10: Utilização do RD1 (dados externos) e coeficiente de correlação alcançado.....76

RESUMO

O crescente acúmulo de pessoas nos centros urbanos fez com que problemas crônicos das cidades passassem a tomar proporções cada vez mais insustentáveis. Relacionados principalmente a falta de infra-estrutura de saneamento e somadas a falta de investimentos em setores críticos como saúde, educação, habitação e transporte, estes problemas passam a degradar acentuadamente a qualidade de vida dos citadinos e colocam em teste as políticas de gestão dos espaços urbanizados. Para reverter tal quadro, mostra-se imprescindível o uso de ferramentas que auxiliem na avaliação das atuais condições e possam auxiliar na predição de cenários futuros. A partir das informações elencadas supra, a presente pesquisa busca apresentar um instrumento ambiental denominado Índice de Saneamento Básico (ISBA) que visa a analise dos quatro sistemas urbanos (água, esgoto, resíduos sólidos e drenagem urbana) sob a ótica de aplicação em um recorte geográfico especifico – no caso a Bacia de Drenagem XII, definida pelo Plano de Drenagem Urbana de Águas Pluviais da cidade do Natal, capital do Rio Grande do Norte. Este índice, juntamente com análises de outros fatores ajuda a traçar as atuais condições da bacia e com isso, auxiliar na proposição das melhores soluções. Para a aplicação do índice foram utilizados obtidos através de um questionário com uma amostra de 384 (trezentos e oitenta e quatro) residências que objetivava estudar duas variáveis: acesso e a satisfação da população aos serviços de saneamento. O ISBA mostrou que o sistema mais deficitário é o de coleta e destinação final de efluentes (I_{CE}=47,66%), seguido pela drenagem de águas pluviais (I_{DAP}=54,17%), o abastecimento de água (I_{AA}=61,36) e a coleta de resíduos sólidos (I_{RS}=78,28). Com o ISBA foi possível verificar que dados qualitativos cuja subjetividade mostra-se evidente (como é o caso da satisfação dos usuários) podem ser de grande importância quando de uma avaliação, visto que se obteve coeficiente de correlação entre as variáveis “Acesso” e “Satisfação” igual a 0,8234, mostrando grande correlação entre a existência/qualidade de serviço oferecido e as impressões da população que os recebe.

PALAVRAS CHAVES: Centros Urbanos; Sistemas Urbanos; Índice de Saneamento Básico; Plano Diretor de Drenagem de Águas Pluviais; Bacia de Drenagem; Satisfação

ABSTRACT

The growing accumulation of people in urban centers caused chronic problems of the cities to begin to take an increasingly unsustainable. Primarily related to lack of infrastructure coupled with sanitation and lack of investment in critical sectors such as health, education, housing and transportation, these problems start to deteriorate markedly the quality of life of city dwellers and put into test management policies of the spaces urbanized. To reverse this situation, shows is essential to the use of tools (highlighting this harvest rates and environmental indicators) that help in assessing the current conditions and may assist in predicting future scenarios. From the information listed above, now put the research seeks to present an index called ISBA Environmental (Sanitation Index) which looks at the four urban systems (water, sewer, solid waste and urban drainage) from the viewpoint of application in a geographical cutout specific - in this case the Drainage Basin XII, defined by the Plan of Urban Drainage Stormwater in the city of Natal, capital of Rio Grande do Norte. This index, together with analysis of other factors sought to trace the current conditions of the basin and thus, assist in proposing the best solutions. For the preparation of the index was applied a questionnaire with a sample of 384 (three hundred eighty-four) households that aimed to study two variables: access to services and satisfaction of the population in relation to these. The ISBA has shown that the system is the most deficient collection and disposal of effluents (ICE = 47.66%), followed by the drainage of rainwater (IDAP = 54.17%), water supply (AAI = 61, 36) and solid waste collection (IRS = 78.28). With the ISBA was possible to verify that the qualitative data shows whose subjectivity is evident (as is the case of user satisfaction) can be of great importance when an assessment, since we obtained the correlation coefficient between the variables "Access" and " Satisfaction "equal to 0.8234, showing a strong correlation between the existence / quality of service offered and the impressions of the population that receives them.

KEY-WORDS: Urban Centers, Urban Systems; Index Sanitation; Master Plan for Stormwater Drainage, Drainage Basin; Satisfaction

INTRODUÇÃO

Com a acentuada concentração populacional nos espaços urbanos, torna-se indispensável a elaboração de um planejamento consistente que possa promover a ocupação adequada destas áreas com vistas à manutenção do bem-estar dos citadinos. Dentre as ações deste planejamento, deve-se atentar para os serviços de saneamento básico fornecidos à população, considerando a importância destes para a salubridade do meio ambiente urbano e das pessoas que o compõem. Assim, aspectos relativos ao abastecimento de água, à coleta e adequada destinação final dos esgotos, resíduos sólidos e águas de drenagem devem ser vistos como prioritários em qualquer programa que busque o desenvolvimento de uma cidade ou mesmo de uma nação.

O Brasil, porém, ainda mostra-se deficitário quando se trata de políticas de saneamento público mesmo tendo promovido ao longo das últimas décadas ações que visam amenizar este quadro. Políticas como a Lei nº 11445, de 05 de janeiro de 2007, que versa sobre o saneamento básico, assim como a recente norma legal tratando especificamente sobre os resíduos sólidos[1] são exemplos dessa tentativa ainda insipiente de garantir saúde às populações através de serviços básicos de saneamento adequados e para todos.

Catástrofes ocasionadas pela falta de serviços básicos de saneamento e da ocupação desordenada e intensa do espaço urbano trazem a real situação deste país cujos habitantes que sucumbem às tempestades e epidemias oriundas da fragilidade dos sistemas urbanos. Tais sistemas se mostram completamente interligados; no caso de inexistência de coleta e tratamento de esgoto, repercute-se negativamente no abastecimento de água de qualidade; e na ausência de gerenciamento adequado do lixo urbano advém prejuízos às estruturas que compõem o sistema de drenagem quando do período de chuvas.

Desta forma, verifica-se que as cidades brasileiras (que continuam crescendo sem praticamente qualquer controle por parte do Estado e de seus instrumentos de

---

[1] Lei nº 12305, de 02 de agosto de 2010 que Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

ocupação e uso do solo) ainda enfrentam as graves conseqüências da fragilidade dos sistemas urbanos disponibilizados.

Assim, como outros centros urbanos, a cidade do Natal – capital do estado do Rio Grande do Norte – também padece de problemas relacionados aos serviços de saneamento básico. Tais problemas, para serem corretamente sanados, necessitam de estudo especifico que possa apresentar sua localização e dimensão, procurando assim direcionar de maneira mais responsável e eficiente os recursos disponíveis para a melhoria dos serviços de saneamento.

Os investimentos nesses serviços na cidade do Natal (seguindo uma tendência nacional) são insuficientes para garantir boas condições de salubridade a todos os munícipes. Assim, faz-se necessário a adoção de critérios que visem estabelecer prioridades quando da aplicação dos recursos disponíveis, buscando beneficiar o maior número de pessoas em cada ação. Para isso, é preciso fazer uso de ferramentas comprovadamente eficientes e que sejam de fácil adoção já que, instrumentos demasiadamente complexos podem limitar sua utilização pelas instituições responsáveis pela criação e implantação de políticas de planejamento urbano.

Estas ferramentas devem considerar desde o investimento em obras efetivas (rede coletora, adutoras, canais, estações de tratamento de esgoto, aterros sanitários etc.), até ações que busquem apresentar à população como ela, na qualidade de integrante do sistema, pode melhor utilizar os serviços disponibilizados (nesta seara, destaca-se a educação ambiental).

Pelo exposto, a pesquisa ora posta procura apresentar índices e indicadores como alternativa para avaliar de maneira simples e ampla as condições de salubridade da população, auxiliando sobretudo a tomada de decisão quando da escolha dos locais onde se verificam as maiores limitações e problemas a serem sanados.

Tomando os indicadores como sendo *“elementos utilizados para avaliar o desempenho de políticas”*, verifica-se que estes atendem a necessidade apresentada acima e, por serem de fácil entendimento, também têm a vantagem de possibilitar uma melhor compreensão e, por conseqüência, maior acompanhamento dos investimentos por parte da população, oportunizando o tão preconizado controle social.

Tomando-se os indicadores como instrumento de avaliação das condições de salubridade, foi selecionada uma área de estudo com base no Plano de Drenagem de Águas Pluviais - PDDAP da cidade do Natal. Tal Plano compartimentou a cidade do Natal em 20 (vinte) bacias de drenagem, divididas entre as 4 (quatro) zonas administrativas.

Dentre estas bacias, destacou-se por sua localização e importância para a cidade, a bacia de drenagem XII, tendo em vista que esta engloba, parcialmente, uma grande diversidade de bairros (12 bairros, englobando partes da zona sul, oeste e leste) e, passa por grandes alterações em razão da escolha da cidade do Natal para sediar a copa do mundo de futebol no ano de 2014.

Desta forma, o trabalho aqui apresentado busca alcançar um diagnóstico conclusivo acerca das condições de salubridade (que estão diretamente relacionadas aos serviços de saneamento) da mesma, bem como das áreas que necessitam de maiores investimentos em setores estratégicos para alcançar melhores resultados no que concerne à qualidade de vida dos moradores.

Esta analise, além de apresentar a cidade do Natal a partir da perspectiva da Salubridade Ambiental, também pode subsidiar a tomada de decisão por parte do Poder Público que, respaldado por estudo cientificamente embasado, canalizará os recursos para as ações mais urgentes e que atendam um maior contingente populacional.

Com vistas a alcançar o objetivo apresentado acima, a pesquisa irá:

- Verificar as tendências de uso e ocupação do solo na área de estudo, comparando-as com as regras e limites estabelecidos em instrumentos municipais de ordenamento urbano (Plano Diretor, Código de Obras, Código de Meio Ambiente, além de outras normativas correlatas);
- Fazer o reconhecimento detalhado da Bacia XII no que concerne aos seus sistemas urbanos (água, esgoto, resíduos sólidos e drenagem urbana), aspectos sociais (habitação, escolaridade e segurança publica) e econômicos (principais atividades desenvolvidas e nível de renda da população) que interferem na qualidade ambiental do local;
- Identificar as problemáticas (seja através da análise de documentos ou inspeção no local) que impedem o bom funcionamento dos sistemas de saneamento ou que influenciem negativamente nas questões socioeconômicas a serem analisadas;

- Definir os parâmetros a serem utilizados, com base no diagnóstico da região, para a determinação de um índice de qualidade ambiental que mostre de forma simplificada e fidedigna as condições de salubridade da área de estudo;
- Construir mapas temáticos fazendo uso de ferramentas de geoprocessamento para apresentar o comportamento da região frente ao índice anteriormente mencionado;
- Apresentar as principais dificuldades detectadas para a melhoria dos serviços de saneamento;
- Sugerir melhorias a serem adotadas no sentido de otimizar o uso dos sistemas urbanos, trazendo também a influência de outros aspectos (trânsito, condições de habitação, investimentos em educação e saúde etc) na determinação dos condições de vida da população.

Com a realização deste estudo espera-se desenvolver uma metodologia de auxilio ao Planejamento urbano que poderá ser empregada em bacias de drenagem e que tenham as divisões naturais (não apenas os recortes político-administrativos) como princípio norteador e unidade central para a gestão ambiental urbana.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico busca contextualizar os assuntos a serem abordados no desenvolvimento deste trabalho, apresentando-os sob a ótica da literatura técnica especializada. Assim sendo, este foi compartimentado em 5 (cinco) grupos para uma melhor compreensão.

O primeiro grupo trata das questões relacionadas à urbanização, apresentando alguns dos acontecimentos que levaram ao acelerado crescimento dos centros urbanos, bem como os problemas advindos com as formações dos conglomerados humanos.

O segundo e terceiro trazem uma abordagem similar ao primeiro, alterando-se apenas a dimensão da análise: o Brasil e a cidade do Natal, respectivamente. Ainda na abordagem sobre Natal são realizadas referencias a regiões da cidade que apresentam maior importância para o escopo da pesquisa ora posta.

Feitas as considerações acerca das problemáticas envolvendo a formação das cidades, o grupo que segue traz de forma pormenorizada descrição dos 4 (quatro) sistemas urbanos e sua relação com a salubridade do meio. Assim, os sistemas de abastecimento de água, coleta, transporte e disposição final de efluentes líquidos e resíduos sólidos, bem como a drenagem urbana passam a ser descritas sob a perspectiva de sua importância para o bom desenvolvimento das cidades.

Por fim, os indicadores de salubridade ambiental são mostrados como uma alternativa para avaliar a situação sanitária dos espaços urbanos, apontando direcionamentos para investimentos públicos e/ou privados. Nesta seara, o geoprocessamento e as ferramentas de Sistema de Informação Geográfica – SIG são postas como instrumentos de auxilio na aplicação, interpretação e utilização prática dos resultados obtidos com a aplicação dos índices ambientais.

1.1 O MEIO AMBIENTE URBANO

A percepção reducionista do meio ambiente, que o delimita a questões relativas exclusivamente a paisagens naturais, vem sendo superada com o crescimento cada vez mais acelerado dos aglomerados urbanos e o advento de regiões notadamente alteradas por ações antrópicas. Este meio ambiente – agora constituído pela interação dos processos biológicos, físicos, químicos e socioeconômicos – também denominado meio ambiente urbano é hoje de imprescindível compreensão, visto ser este a base para

a sobrevivência de cerca de metade da população mundial (Hancock, 2000) e de intensa instrumentação provocada pela tecnologia e densificação ocupacional.

Assim sendo, o uso e ocupação do solo urbano, as atividades desenvolvidas nestes espaços e as relações travadas entre os diferentes grupos sociais que compõem este meio (sociedade civil, empresários, Poder Público etc) devem ocorrer de forma a garantir um crescimento ordenado e saudável. No entanto, considerando-se os processos históricos – destacando nesta perspectiva a revolução industrial – que desencadearam tão acelerado crescimento dos espaços urbanizados em todo o mundo, vê-se hoje em grande parte das cidades um quadro de desordem preocupante.

Essa desordem provoca, além de outras conseqüências, um decaimento representativo na qualidade de vida dos citadinos, já que esta se acha diretamente atrelada às condições de salubridade de uma dada área. Este fato pode ser verificado através dos alarmantes índices de patologias (principalmente aquelas relacionadas às condições de higiene e limpeza do meio) verificados nos centros urbanos. Assim sendo, percebe-se a urgente necessidade de mudanças nos planos e políticas de planejamento destes espaços, visando garantir às populações que neles residem saúde e bem estar.

1.1.1 Os conglomerados urbanos e a saúde da população

O meio ambiente urbano torna-se ainda mais importante quando se analisa a influência deste sobre a saúde das populações. As primeiras civilizações (destacando a egípcia e a Greco-romana) já conseguiam estabelecer a relação entre as condições adversas do ambiente com a propagação de doenças entre os habitantes (REZENDE e HELLER, 2008).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) tem as condições ambientais como um dos pressupostos mais determinantes para a promoção da saúde (FUNASA, 2006). Assim sendo, saúde passa então a ser hoje entendida não apenas como a ausência de doença e sim, como um estado que integra o bem estar físico, mental e social.

Nesta seara, vê-se que as condições de saneamento (entendido neste contexto como toda ação voltada para promover a salubridade de uma área) e o ordenamento do solo de uma cidade determinam os níveis de saúde – e conseqüentemente de qualidade de vida – de uma determinada população. Desta forma, a negligência frente a estes dois fatores leva à existência de epidemias que atingem milhares de pessoas (principalmente as residentes nas cidades dos países subdesenvolvidos e emergentes) e reflete diretamente nos processos sociais e econômicos do local.

1.2 A URBANIZAÇÃO BRASILEIRA

O Estatuto da Cidade (Lei 10257/01) que estabeleceu a base da Política Urbana Brasileira traz, em seu artigo 2º, inciso I:

> Art. 2º A política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais:
> I – garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações;

Considerando o mencionado diploma legal (que regulamenta um dispositivo Constitucional), a cidade deve ser gerida de forma a garantir aos seus munícipes todas as condições para o seu pleno desenvolvimento físico, mental e social. Com isso, verifica-se a importância do município como ente federativo que mais diretamente lida com os problemas inerentes a estes espaços e assim, a necessidade de se instituir instrumentos que garantam a este ente uma gestão sustentável das áreas urbanas.

Dentre estes instrumentos vale destacar – por sua importância no contexto deste estudo – o Plano Diretor, o zoneamento ambiental, os planos de saneamento ambiental e a gestão participativa. Tais instrumentos (ainda aplicados de forma insipiente na maioria das cidades brasileiras) podem proporcionar ao gestor dos espaços urbanizados maior possibilidade de evitar os muitos problemas verificados nas cidades em razão, principalmente, do inchaço populacional típico destes ambientes. A figura 1.1 traz as relações que são estabelecidas entre um Plano de Saneamento e os componentes para a gestão de uma cidade.

Percebe-se, portanto, que mesmo ainda apresentando muitas limitações, as cidades passam cada vez mais a adotarem (sejam por opção ou mesmo por necessidade) uma postura independente. Esse comportamento beneficia setores como o saneamento já que grande parte das soluções para o bom funcionamento desses sistemas é a sua gestão mais local ou regional (principalmente no caso dos resíduos sólidos).

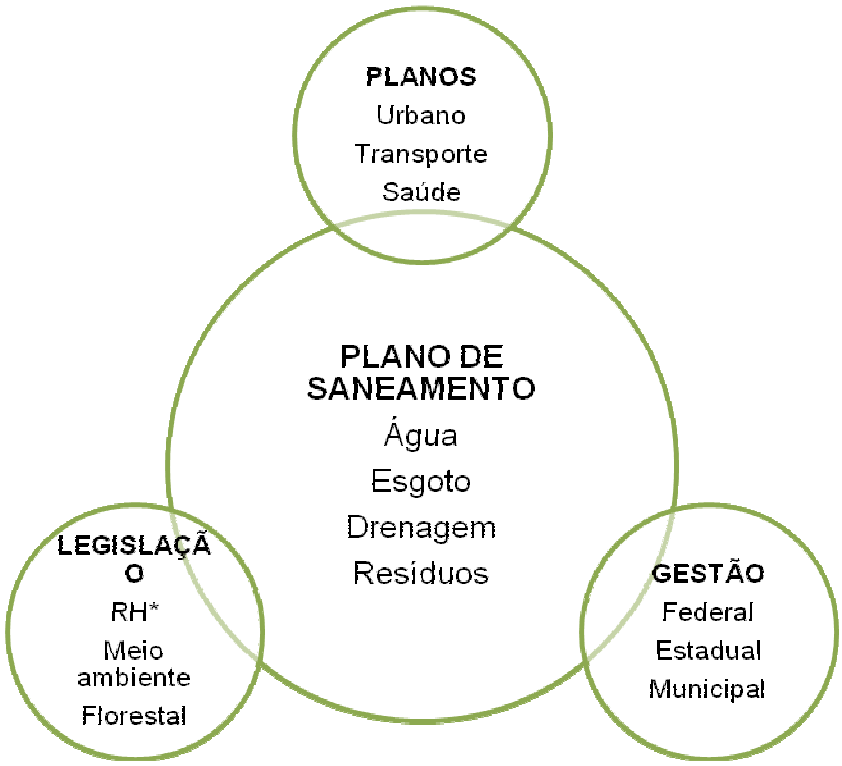


Figura 1.1: Interface entre os componentes para a gestão das cidades e o Plano de Saneamento
Fonte: Adaptado de Tucci, pag. 77, 2008

Como pode ser observado, a gestão de um centro urbano acha-se intrinsecamente relacionado à boa execução do plano do saneamento em suas 4 (quatro) vertentes. Apenas com o investimento adequado – pois grandes obras mal planejadas apenas agravam os problemas – pode-se visualizar na prática os resultados deste organograma que ainda se encontra na esfera meramente teórica.

1.2.1 O processo desordenado do uso e ocupação do solo

Quando se trata de meio ambiente (seja ele qual for) é imprescindível analisar as interações das partes que o compõe, pois só assim poderá se conhecer verdadeiramente uma dada região. Partindo-se então desta análise, verifica-se que os problemas relacionados às desigualdades sociais – tão marcantes em todo o território nacional – estão diretamente atrelados a atual desordem do processo de uso e ocupação do solo urbano.

Desta forma, faz-se essencial ver a cidade como sendo uma instância social, que reúne, de forma indissociável, a materialidade e as ações do homem (SANTOS, 2005). Quando esse conjunto (ser humano e cidade) não é plenamente entendido, a

população cada vez crescente passa a ser excluída do verdadeiro processo de urbanização. Tal exclusão acaba levando a uma ocupação desordenada do espaço, culminando em problemas como as enchentes que assolam tantas cidades brasileiras.

O Planejamento até então realizado pauta-se, em grande parte, na realização de obras de saneamento pontuais e em políticas que levam em conta setores isolados. Esse comportamento, que já se mostrou ineficaz, deixa um abismo entre a ínfima população beneficiada e a massa marginalizada, levando a conflitos sociais que se encontram sem solução ate hoje. Apenas ações integradas (obras eficazes e abrangentes, gestão pública participativa e políticas sociais) levarão a resultados mais condizentes com as necessidades atualmente existentes nas cidades brasileiras.

1.2.2 Os grandes centros urbanos

A partir da análise feita por Milton Santos (p. 11, 2005), as áreas urbanas brasileiras podem ser assim vistas: *"A cidade, onde tantas necessidades emergentes não podem ter respostas, está, desse modo, fadada a ser tanto o teatro de conflitos crescentes como o lugar geográfico e político da possibilidade de soluções".*

Percebe-se, portanto, que estes ambientes tão complexos e dinâmicos oferecem condições para que seus conflitos sejam sanados apesar de mostrar-se por vezes tão hostil a boa parte da população. Para tanto é preciso integrar as políticas, planos e projetos da cidade.

Quando se vislumbra regiões metropolitanas (atualmente comuns nas configurações espaciais brasileiras) esta integração deve, inclusive, superar os limites de um município e alcançar todos os entes que se encontram tão intrinsecamente relacionados.

As ações que visam o ordenamento do espaço e a promoção da saúde são complexas e exigem esforços conjuntos. A questão relativa à coleta e disposição adequada do resíduo sólido urbano é um exemplo claro da necessidade de se unir esforços em prol do interesse público. Com as conurbações e o tráfego intenso de pessoas e mercadorias não se pode pensar, em termos de centros urbanos, de forma apenas local. Deve-se considerar toda a região como uma unidade interdependente que deve ser concebida e gerida a partir de programas e políticas integradas.

1.3 A CIDADE DO NATAL E AS POLITICAS DE SANEAMENTO

1.3.1 A cidade do Natal/RN e suas políticas de saneamento

A cidade do Natal, assim concebida em 25 de dezembro de 1599, hoje capital do estado do Rio Grande do Norte – RN, apesar de não despontar como uma das maiores cidades do Brasil, possui problemas similares a estas no que diz respeito às deficiências em sua estrutura urbana – destacando nesta perspectiva os sistemas urbanos.

Tendo o seu desenvolvimento atrelado à colonização portuguesa e holandesa, a cidade pouco cresceu em suas primeiras décadas de existência, tendo sido notado um salto maior de desenvolvimento a partir de 1922 quando as primeiras atividades urbanas no bairro da Ribeira (próximo ao Rio Potengi) começaram a se desenvolver (IBGE, 2011).

Em seguida, principalmente em razão do início da Segunda Guerra Mundial, a cidade tem um novo surto de crescimento. Por sua posição geográfica estratégia, serviu de base para as tropas americanas que, para melhor desenvolver suas funções no contexto da guerra, investiu em infraestrutura e trouxe um relativo e temporário progresso para a cidade.

Findo este período, a cidade retorna aos moldes de desenvolvimento cada vez mais comuns nas cidades brasileiras – crescimento urbano acelerado e desorganizado com forte domínio da especulação imobiliária – o que reflete hoje na sua estrutura deficitária, em termos de infraestrutura urbana. Assim, Natal padece atualmente de problemas típicos das cidades encravadas em países em desenvolvimento: favelização, enchentes, trânsito caótico, mortes na população ocasionadas por falta de saneamento, altos índices de violência, baixo grau de instrução dos citadinos, entre tantos outros.

A falta de planejamento repercutiu, principalmente, em deficiências relacionadas ao saneamento básico. Isso porque as primeiras políticas consistentes de saneamento que se tem registro na cidade datam da segunda metade do século XIX, apresentando-se sob a forma higienização – pontuais na maioria das vezes – e buscava, simplesmente, impedir a existência de grandes epidemias na área urbana (FERREIRA, 2008). Esta preocupação com a proliferação de doenças era justificada em razão das epidemias que se propagaram pelo meio urbano entre os anos de 1850 e 1900. Febre amarela, cólera, varíola e verminoses foram algumas das mazelas que assolaram a população natalense do século XIX.

Além da falta de infraestrutura urbana que garantissem maior qualidade de vida à população, os contingentes populacionais exponencialmente crescentes que chegavam à capital do RN dificultavam ainda mais as tentativas de se sanear a cidade. Para se ter uma idéia do impacto desta “explosão populacional” basta verificar que entre os anos de 1900 e 1950 (portanto num lapso temporal de 50 anos) a população saltou de 16059 habitantes para 103215 pessoas que ansiavam por melhores condições de vida (FERREIRA, 2008). A população crescia e as ações de saneamento ainda achavam-se insipientes e pontuais.

Ainda hoje Natal enfrenta problemas sérios no que tange aos serviços de saneamento. Segundo o Anuário 2009, a cidade apresenta hoje 97,2% dos domicílios atendidos com o sistema de distribuição de água. Quanto ao esgoto este número cai para 32%. A coleta do lixo e, principalmente, a drenagem urbana acham-se ainda precárias, principalmente considerando as áreas mais pobres da cidade. No que tange ao ultimo aspecto (drenagem urbana) está em fase de conclusão os trabalhos desenvolvidos para a criação do Plano Diretor de manejo de águas pluviais do município. Esta iniciativa mostra que quando o Poder Público, juntamente com as instituições de ensino e a sociedade civil organizada buscam em conjunto soluções para os problemas das cidades, estas acabam sendo alcançadas de forma mais ágil e eficiente.

No que tange aos aspectos econômicos tem-se uma cidade sustentada, quase que exclusivamente, pelo setor de serviços (ver gráfico 1.1) que é a atividade de maior representação no município, sendo responsável por quase 3/4 (três quartos) do Produto Interno Bruto (PIB) verificado em 2007. Nesta seara, destaca-se o comercio varejista e os serviços (como a hotelaria e alimentação) como as principais fontes de renda e emprego. Segundo dados do Anuário (2010, p. 271), a atividade de serviços e comercio são responsáveis pela geração de 123061 dos 131797 empregos formais e informais registrados na cidade (representando 93,4% do total de empregos).

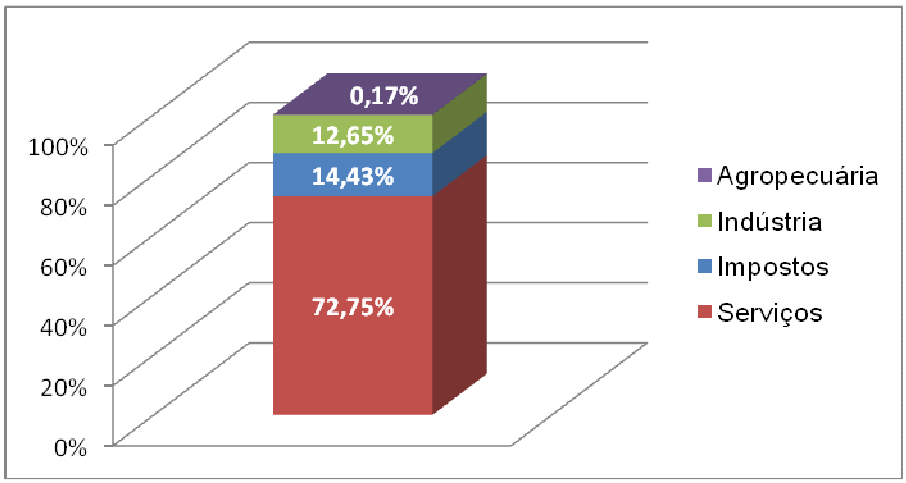


Gráfico 1.1: Participação no PIB Natalense
Fonte: adaptado de Anuário 2010, p. 265

Verifica-se, portanto, que o comércio e os serviços apresentam-se como a base da economia de Natal que, tendo em vista seus muitos recursos naturais, tem no turismo o maior responsável pela expressiva participação das duas atividades supramencionadas na geração de emprego e renda para as 806.203 pessoas que residem nos 36 bairros da capital Potiguar.

1.3.2 A Copa do Mundo de Futebol de 2014 e os Impactos na Dinâmica Urbana em Natal

O Brasil voltará, em 2014, irá sediar a Copa do Mundo de Futebol. Dentre as capitais brasileiras selecionadas para a realização dos jogos, encontra-se Natal que, para atender as rigorosas exigências da Federação Internacional de Futebol e Associados (FIFA) precisará passar por alterações significativas em sua estrutura viária, hoteleira, bem como em seus equipamentos de esporte (estádios de futebol, principalmente). Para alcançar a meta de tornar-se uma das cidades a sediar jogos da Copa do Mundo 2014, Natal optou – dentre as alternativas levantadas pelos órgãos envolvidos no projeto – pela implantação de um complexo que tem como foco a construção de um novo estádio, o Arena das Dunas[2] que será construído no bairro de Lagoa Nova (ver figura 1.2).

[2] O estádio Arena das Dunas terá capacidade para 45000 (quarenta e cinco) mil pessoas e vai contar com camarotes, espaço reservado para imprensa e amplo estacionamento (cerca de 7250 vagas) (RAS, 2009).

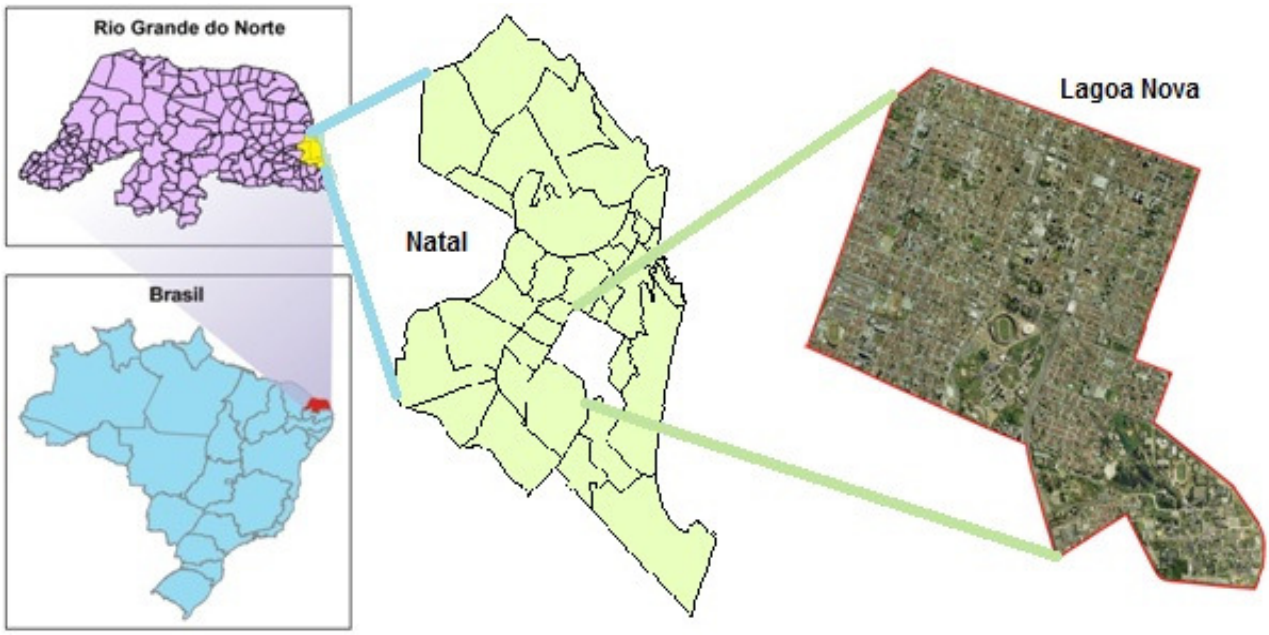


Figura 1.2: Em destaque o bairro de Lagoa Nova
Fonte: Base de dados SEMURB (2009)

Conforme o Plano Executivo (2009), haveria uma alteração significativa na área adjacente, onde hoje se localiza o Centro Administrativo do Governo do Estado do RN. No entanto, o Plano foi alterado; além do estádio e os espaços para estacionamento, locomoção interna e paisagismo e drenagem, haverá grande alteração no sistema viário local. Assim, irá se resgatar a antiga lagoa que foi aterrada em Lagoa Nova e, que acabou dando origem ao nome do bairro (RAS, 2009). A figura 1.3 demonstra o cenário do entorno do atual estádio Machadão[3] (que será demolido para a construção da Arena das Dunas) e a foto-montagem do futuro estádio e área do entorno idealizado no Plano original.

A construção do complexo irá afetar diretamente o bairro de Lagoa Nova (região sul), além dos bairros de Tirol e Lagoa Seca (região Leste) – da área de influencia direta do empreendimento (RAS, p. 229, 2009). Esse impacto irá se refletir principalmente no sistema de drenagem da área e no transito da cidade e região metropolitana.

[3] Estádio João Cláudio de Vasconcelos Machado, conhecido como Machadão.

Figura 1.3: Área onde será instalado o empreendimento (esquerda) e foto-montagem da estrutura proposta pelo Plano executivo da obra (direita)
Fonte: http://jefersonfilho.zip.net/images/Machadao.jpg (esquerda); FUNDEP, 2009 (direita)

As águas pluviais que desde a construção do Estádio Machadão e do próprio Centro Administrativo já inundavam o local4, precisam agora ser transportadas, através de redes de drenagem extensas, complexas e de elevado custo de manutenção, até regiões distantes da cidade.

No transito, as alterações (que objetivam trazer a longo prazo, melhorias para o trânsito mas, que provocarão impactos negativos enquanto implantadas) irá recair sobre as principais vias da cidade, dentre as quais pode-se citar: as avenidas Lima e Silva, Romualdo Galvão, Prudente de Morais, Senador Salgado Filho e capitão Mor-Gouveia (RITUR, 2009).

Além dos bairros já mencionados, a obra irá afetar a dinâmica de outras regiões da cidade e, quando da proximidade do evento, até mesmo as regiões metropolitanas poderão vir a ser afetadas – positiva ou negativamente – pela Copa.

1.3.3 O transito e a violência como fatores de declínio da qualidade de vida

Natal, que hoje já enfrenta problemas com o aumento exponencial de sua frota de veículos (ver gráfico 1.2) não pode – para evitar transtornos ainda maiores a população – sofrer ainda mais com questões relativas ao trânsito já que estas prejudicam sobremaneira a vida dos munícipes, sem contar com o impacto nefasto sobre a economia da cidade.

---

[4] Existem atualmente 2 (duas) lagoas de detenção de águas pluviais na área do complexo. Estas, no entanto, acham-se em condições precárias como pode ser visto no item Lagoas de águas pluviais constante na metodologia.

Com um incremento de quase 80000 (oitenta mil) veículos em 5 (cinco) anos – o que representa um aumento real de 40% – as mudanças na estrutura viária da cidade pouco acompanharam tamanho crescimento e, o que percebe hoje, são engarrafamentos em vários locais da cidade, principalmente em alguns horários específicos (DETRAN, 2010).

Desta forma, faz-se mister que os gestores possam repensar os investimentos e prioridades em matéria de trânsito na capital pois, antes de provar que Natal possui capacidade de abrigar com conforto os visitantes que buscam e participam de campeonatos mundiais de esportes, é preciso oferecer à população nativa condições para que a mesma possa desenvolver suas atividades diárias com presteza e segurança.

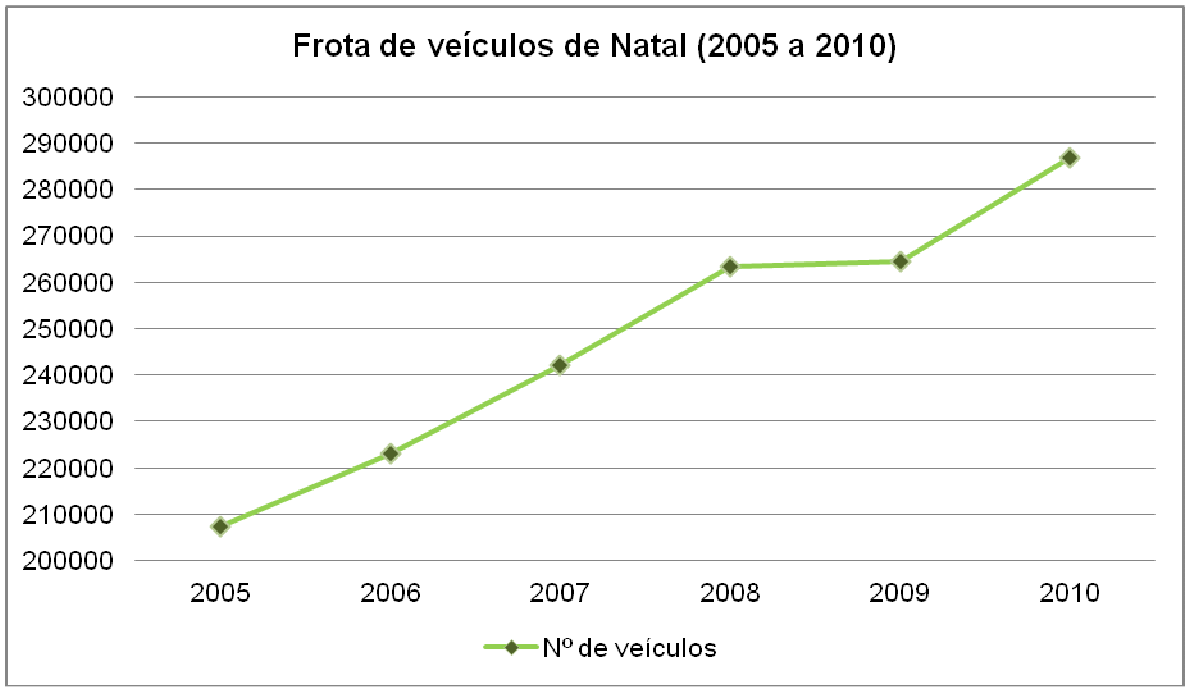


Gráfico 1.2: Histórico do aumento da frota de veículos na cidade do Natal entre os anos de 2005 e 2010
Fonte: DETRAN, 2010

(In)segurança tal que perpassa não só pelos problemas advindos do trânsito, mas também pelos delitos que assustam as pessoas que residem na capital norte-rio-grandense. Os gráficos 1.3 e 1.4, elaborados a partir dos dados fornecidos pela Secretaria Estadual de Segurança Pública e Defesa Social (SESP/RN) trazem um panorama de alguns dos principais crimes que assolam a cidade.

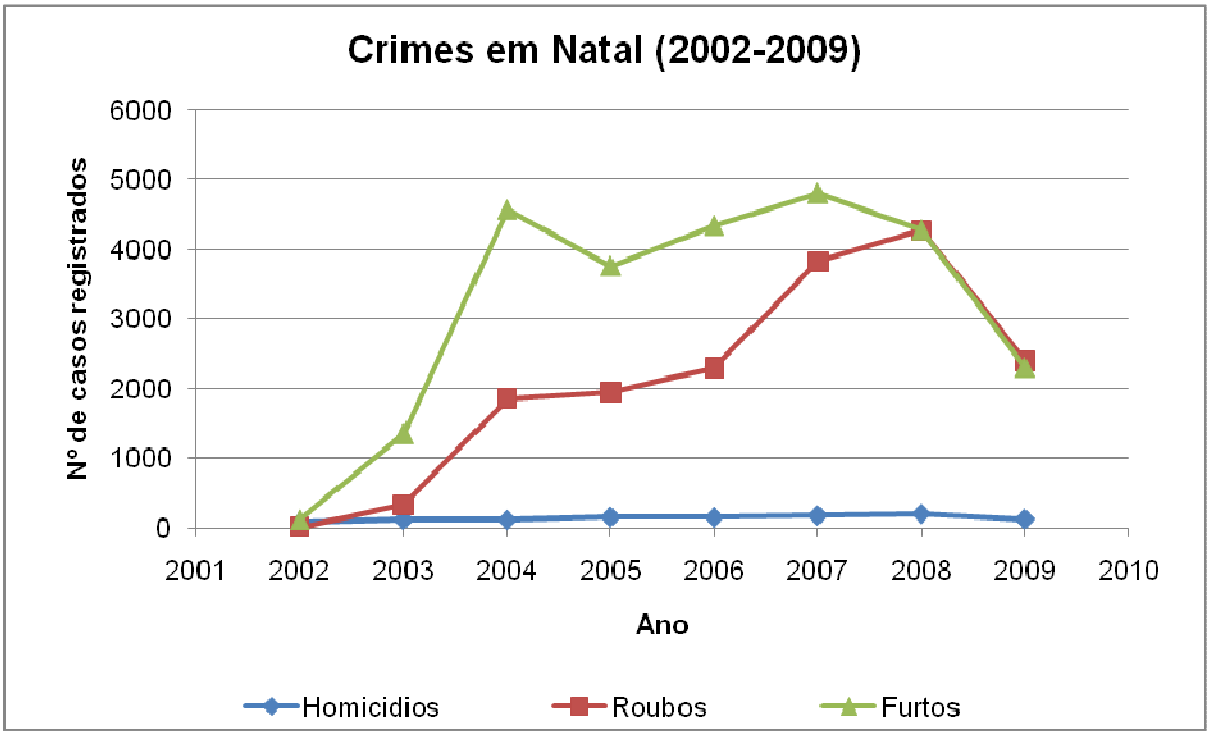


Gráfico 1.3: Crimes mais comuns cometidos em Natal entre os anos de 2002 e 2009
SESP, 2009

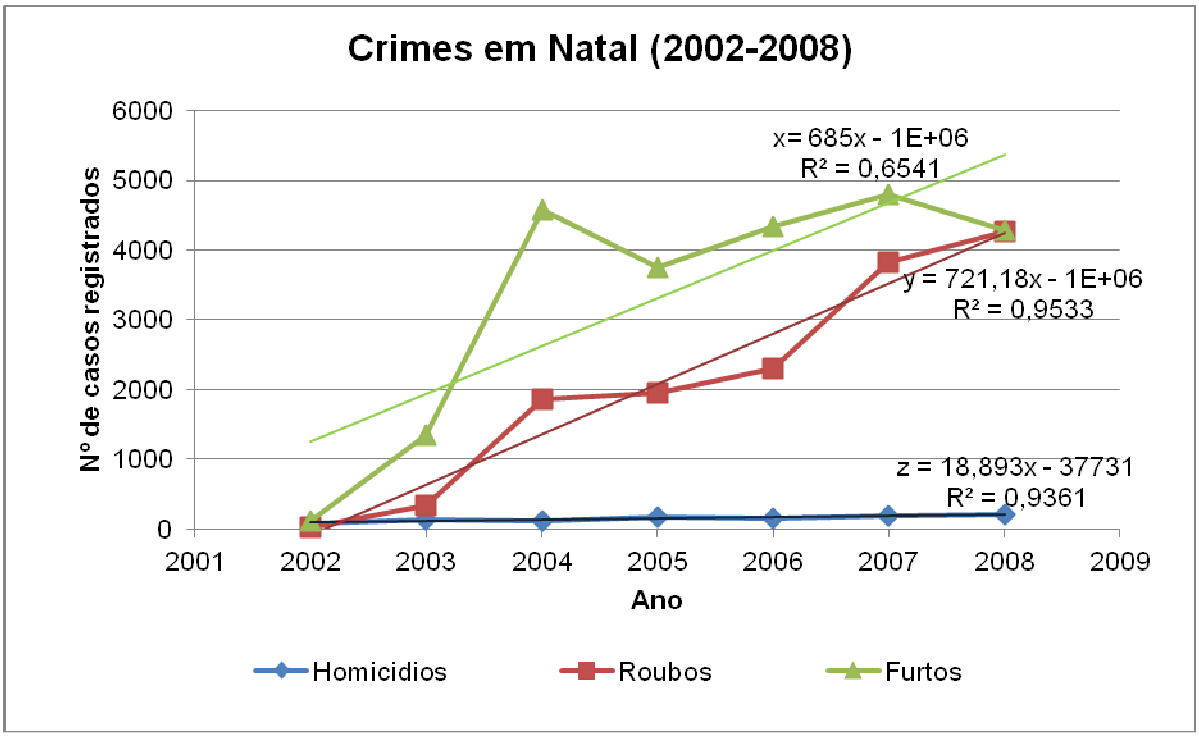


Gráfico 1.4: tendência de crescimento ao longo de 6 (seis) anos
Fonte: SESP, 2009

Os gráficos mostram os crimes mais comuns, a citar:

1) Homicídios: inclui homicídios dolosos, lesão corporal seguido de morte e roubo seguido de morte (equação z);

2) Roubos: inclui roubo de veículos, de instituições financeiras, estabelecimentos comerciais e de serviços, residências, taxi, transporte coletivo e transeunte (equação y);

3) Furtos: inclui furto de veículos, de transeuntes e residências (equação x).

Ao longo dos anos a criminalidade foi crescendo de forma acelerada, mostrando estatisticamente (através das linhas de tendência[5] e do coeficiente de correlação[6]) o que a população vem experimentando em seu cotidiano.

Vale ressaltar, no entanto, a existência de alterações significativas nos dados referentes aos anos de 2004 (elevação acentuada no número de furtos) e em 2009 (furtos e roubos com valores bem abaixo da tendência até então apresentada nos anos anteriores). Tal alteração, conforme pesquisa previamente realizada, não foi atribuída a nenhum acontecimento especifico no município. Assim, procedeu-se com o contato junto a SESP que atribuiu os desvios a falhas na coleta dos dados.

No caso de roubos e homicídios, a relação desta proporcionalidade chega a mais de 90%. No gráfico 1.4, para melhor mostrar a correlação linear, os dados de 2009 (que representam um desvio ao padrão verificado) foram retirados da amostra.

1.4 SISTEMAS URBANOS E A PROMOÇÃO DA SAÚDE

Saneamento ambiental pode, conforme conceituação da FUNASA (p.14, 2006) ser entendido como sendo:

> [...] o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar Salubridade Ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural.

---

[5] Mostra se e o quanto uma determinada linha aponta a relação entre pontos (x,y), apresentando graficamente o comportamento (em um gráfico de dispersão, por exemplo) das variáveis (SPIEGEL, 1976);

[6] É o grau de ajustamento dos valores (x, y) dispostos em um diagrama de dispersão em torno de uma reta, ou seja, a correlação linear entre duas variáveis (MARTINS & DONAIRE, 1981)

Com base neste conceito verifica-se a importância dos chamados sistemas urbanos de água para abastecimento, coleta e tratamento de resíduos sólidos e esgoto, além da drenagem urbana para a materialização do saneamento ambiental nos espaços urbanizados. A seguir esses sistemas serão sumariamente descritos.

1.4.1 Sistemas de abastecimento de água

Os sistemas de abastecimento de água podem ser concebidos, conforme definição da FUNASA (2006, p. 36), como sendo:

> Sistema de Abastecimento Público de Água constitui-se no conjunto de obras, instalações e serviços, destinados a produzir e distribuir água a uma comunidade, em quantidade e qualidade compatíveis com as necessidades da população, para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos.

Os componentes de um sistema genérico de abastecimento de água podem ser entendidos a partir da observação da figura 1.4 a seguir.

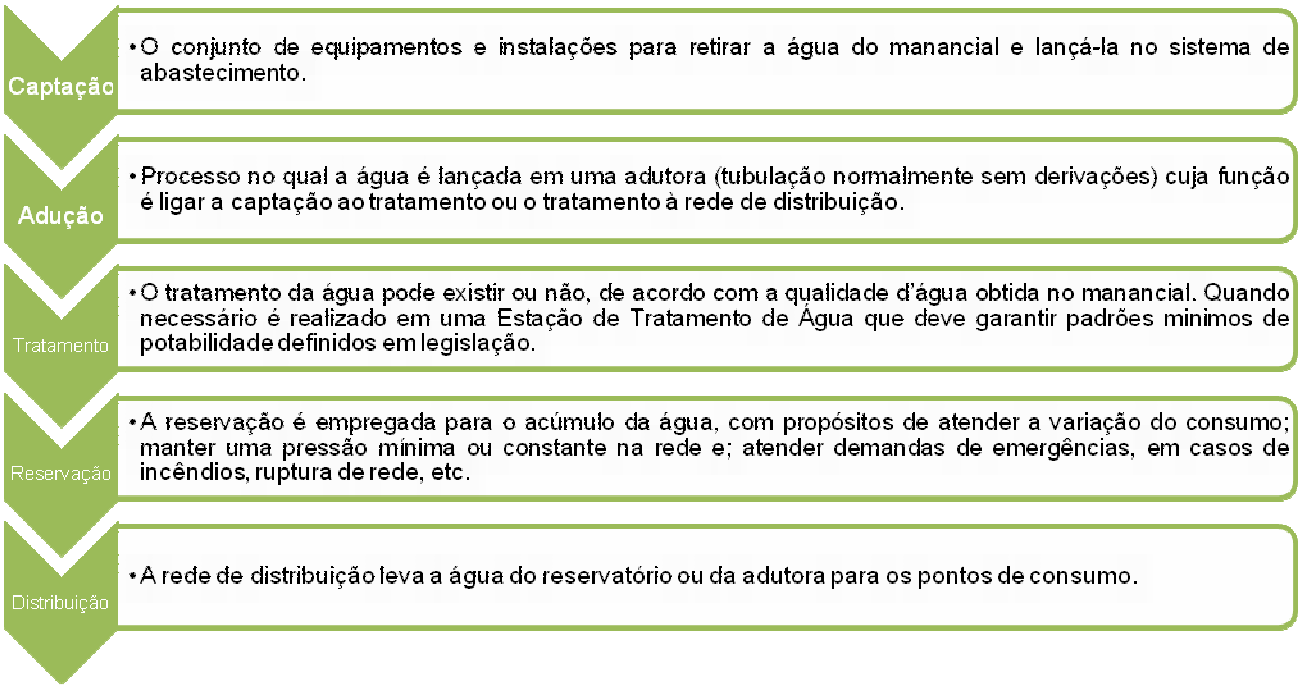


Figura 1.4: Sistema genérico de abastecimento de água
Fonte: adaptado de <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/A61.html>.

Os sistemas de abastecimento de água têm como um dos principal objetivo a prevenção de doenças visto que incentivam a adoção de hábitos de higiene por parte da população, aumentando sua expectativa de vida. Além disso, facilitam a limpeza publica e

proporcionam maior desenvolvimento econômico já que as atividades humanas necessitam deste recurso para se desenvolverem.

As soluções coletivas de abastecimento são as mais indicadas tendo visto que este modelo proporciona maior proteção aos mananciais (superficiais ou subterrâneos) garantindo maior qualidade da água, além de reduzir a quantidade e otimizar a qualidade dos recursos financeiros e humanos que ficarão responsáveis pelo sistema.

No entanto, existem algumas situações especificas (destacando o acesso à água por pequenas comunidades rurais ou mesmo bairros periféricos) onde o sistema público torna-se inviável – principalmente quando se considera o aspecto econômico para a manutenção das estruturas envolvidas. Nestes casos, a adoção de soluções ditas individuais – como é o caso de captação direta em mananciais, a exploração de água subterrânea através de poço ou, as populares “cacimbas” ou mesmo as cisternas de captação de água de chuva – são mais viáveis. Vale ressaltar, porém, que mesmo nestas situações os cuidados sanitários para evitar contaminação da água são essenciais. O uso de desinfetantes, a fervura, a filtração e outros métodos de fácil utilização e acesso são recomendados para se evitar a proliferação de doenças de veiculação hídrica.

No entanto, o tratamento da água após a captação, não deve ser entendido como uma solução para o abastecimento de qualidade. Manter os mananciais (sejam eles subterrâneos ou superficiais) protegidos, garantindo maior qualidade da água ainda é a melhor alternativa quando se vislumbra sistemas de abastecimento – coletivo ou individual. Isso porque o tratamento para a remoção de determinadas substâncias (como é o caso, por exemplo, do nitrato) nem sempre se mostra eficiente e, principalmente, viável economicamente. Assim sendo, preservar a qualidade da água na sua origem ainda é a forma mais eficaz e eficiente de garantir água a valores justos para a população e com características que não a exponha a riscos sanitários graves.

1.4.2 Sistemas de coleta e tratamento de esgoto

Os sistemas de esgotamento sanitário, assim como dos relacionados a abastecimento de água, são concebidos a partir de soluções coletivas ou individuais. Em ambos os casos o esgoto deve – para o adequado funcionamento do sistema – ser coletado, tratado e disposto de forma adequada (entenda-se adequada a disposição que não ponha em risco a saúde humana e a qualidade do meio).

O quadro 1.1 que se segue traz os elementos a serem protegidos pela implantação de sistemas de coleta de esgoto, bem como sua importância em termos sanitários e econômicos.

Elementos a serem protegidos	Importância sanitária	Importância econômica
Saúde humana; Fontes de água para abastecimento (superficiais ou subterrâneas). Alimentos.	Evitar a poluição do solo e dos mananciais de abastecimento de água; Evitar o contato de vetores com as fezes; Propiciar a promoção de novos hábitos higiênicos na população; Promover o conforto e atender ao senso estético.	Aumento da vida média do homem; Diminuição das despesas com o tratamento de doenças evitáveis; Prevenção da poluição dos recursos naturais, especialmente os aquáticos; Redução do custo do tratamento da água de abastecimento.

Quadro 1.1: Importância dos sistemas de coleta de esgoto
Fonte: Adaptado de FUNASA (p. 153-154, 2006)

Quando se tem sistemas de coleta públicos, os esgotos das residências, estabelecimentos comerciais e indústrias (a depender da legislação do Município ou Estado) são coletados, conduzidos até as Estações de Tratamento de Esgoto – ETE, onde são físico, químico e/ou biologicamente tratados para depois se proceder com a destinação final mais adequada.

Quando se pensa em ETEs têm-se as mais variadas conformações em razão do volume do esgoto, das características do mesmo, da área e dos recursos ambientais disponíveis. Verifica-se, desta forma, que a estação de tratamento de esgoto será definida conforme o nível de tratamento a ser considerado no projeto. Sperling (2005, p. 249) traz, didaticamente, os seguintes níveis de tratamento:

> O **tratamento preliminar** objetiva apenas a remoção de sólidos grosseiros, enquanto o **tratamento primário** visa a remoção de sólidos sedimentáveis e, em decorrência, parte da matéria orgânica. Em ambos predominam os mecanismos físicos de remoção de poluentes. Já no **tratamento secundário**, no qual predominam mecanismos biológicos, o objetivo é principalmente a remoção de matéria orgânica e eventualmente nutrientes (nitrogênio e fósforo). O **tratamento terciário** objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário. (Grifo nosso)

Realizado o tratamento faz-se necessário verificar qual a forma mais adequada de disposição do efluente tratado. Encaminhamento do efluente tratado para corpos d'água (mais comumente rios que são lóticos e apresentam melhor resposta em termos de capacidade de autodepuração), infiltração no solo através de valas ou até mesmo o uso

de emissários submarinos e o reuso para jardinagem. A escolha deve respeitar o limite de recuperação do recurso, a viabilidade econômica, as características do efluente assim como o impacto dessa destinação da qualidade da água.

Quando, no entanto, não é possível a adoção de soluções coletivas (seja pela falta de investimentos no setor, ou mesmo por questões de acesso) faz-se necessário implantar sistemas individuais que, assim como os coletivos, devem se preocupar com a proteção dos recursos ambientais adjacentes e a salubridade das pessoas. Nesta perspectiva, pode-se adotar o sistema de fossa e sumidouro. O primeiro tem por objetivo estabilizar biologicamente o efluente e, o segundo, irá facilitar a infiltração deste no solo. Infelizmente essa solução pode impactar desastrosamente o subsolo e as águas subterrâneas dos aquíferos.

Independentemente do tipo de sistema adotado, bem como das motivações que levaram a escolha, deve-se conceber o sistema de esgoto como um importante instrumento de preservação da qualidade da água e, por conseqüência, da manutenção da saúde da população por este beneficiado.

1.4.3 Sistemas de coleta e destinação final de resíduos sólidos

O Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento – SNIS (2010) traz 08 (oito) componentes do manejo de resíduos sólidos urbanos:

1. Coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares e Públicos: *conjunto de procedimentos referentes ao recolhimento de resíduos de origem domiciliar ou comercial com características domiciliares, que são previamente acondicionados e oferecidos à coleta pública pelo usuário, e resíduos de origem publica, ou seja, provenientes da limpeza de logradouros;*
2. Coleta de Resíduos Sólidos de Serviços de Atenção à Saúde: *conjunto de procedimentos referentes ao recolhimento de resíduos infectantes ou perfuro-cortantes gerados em estabelecimentos de atenção à saúde (hospitais, clínicas, postos de saúde, clínicas veterinárias, consultórios médicos e odontológicos, farmácias, laboratórios de análises clínicas e demais estabelecimentos congêneres) e que, em função de suas características específicas, demandam a adoção de métodos e/ou procedimentos especiais de acondicionamento, coleta, transporte, tratamento ou disposição final;*
3. Coleta de Resíduos Sólidos da Construção Civil: *conjunto de procedimentos referentes ao recolhimento de resíduos provenientes de construções, reformas,*

reparos e demolições de obras e os resíduos resultantes de escavações e preparação de terrenos para implantação de edificações;

4. Coleta Seletiva e Processos de Triagem: *conjunto de procedimentos referente ao recolhimento diferenciado de resíduos recicláveis (papéis, plásticos, metais, vidros, etc.) e até de resíduos orgânicos compostáveis, desde que tenham sido previamente separados dos demais resíduos considerados não reaproveitáveis, nos próprios locais em que tenha ocorrido sua geração;*
5. Serviços de Varrição: *conjunto de procedimentos concernentes à limpeza manual ou mecanizada que se desenvolve em vias e logradouros públicos, abrangendo o arraste, o acondicionamento e o recolhimento ou a sucção dos resíduos comumente presentes numa faixa de aproximadamente 1 metro de largura a partir das sarjetas*;
6. Serviços De Capina: *conjunto de procedimentos concernentes ao corte, manual ou mecanizado; ou à supressão, por agentes químicos, da cobertura vegetal rasteira considerada prejudicial e que se desenvolve em vias e logradouros públicos, bem como em áreas não edificadas, públicas ou privadas, abrangendo eventualmente a remoção de suas raízes e incluindo a coleta dos resíduos resultantes;*
7. Outros Serviços de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos: *qualquer outra categoria que não venha a se classificar nas expressas acima*;
8. Unidades de Processamento de Resíduos Sólidos Urbanos: *é toda e qualquer instalação – dotada ou não de equipamentos eletromecânicos – em que quaisquer tipos de resíduos sólidos urbanos sejam submetidos a alguma modalidade de processamento.*

Os sistemas relacionados à coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos são de difícil implantação na maioria dos municípios brasileiros. Isso porque, principalmente no que concerne ao transporte e a destinação final, estes sistemas são demasiadamente onerosos e, com isso, acabam por limitar a ação das gestões municipais.

Buscando-se harmonizar a necessidade socioeconômica do sistema e os altos custos vinculados com seu correto funcionamento, busca-se em todo país difundir a cultura dos consórcios intermunicipais.

> Os consórcios públicos são parcerias formadas por dois ou mais entes da federação, para a *realização de objetivos de interesse comum*, em qualquer área. Este instrumento busca viabilizar a gestão pública nos espaços metropolitanos, permitindo que pequenos municípios ajam em parceria e, com o ganho de escala,

> melhorem a capacidade técnica, gerencial e financeira, melhorando a prestação de serviços públicos. (Adaptado de < http://www.seplan.go.gov.br/sepin/pub/conj/conj8/10.htm)

Em relação aos resíduos sólidos, os consórcios buscam ratear entre dois ou mais municípios os custos inerentes principalmente com a disposição final dos resíduos produzidos nos espaços urbanos que, deveria ter como destino os aterros sanitários (atualmente, uma das formas mais difundida para a disposição final dos detritos gerados nas cidades).

O aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos "*é a técnica de disposição de resíduos no solo, visando à minimização dos impactos ambientais, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário*" (FUNASA, p. 267, 2006), Para tanto esta técnica procura equilibrar o fator área para disposição e volume do lixo. Vale ressaltar que os aterros prevêem, necessariamente, o tratamento do chorume produzido.

Além dos aterros sanitários, existem outras formas de tratamento que se aplicam, por vezes, a resíduos sólidos produzidos por setores específicos (como é o caso das instituições de saúde que tem seu resíduo, em grande parte, incinerado).

Somando-se as soluções de destinação final, faz-se necessário um trabalho de conscientização da população no que concerne a sua responsabilidade frente a temática dos resíduos sólidos. Isso porque o gerador do resíduo é responsável por ele até o momento que antecede a coleta – no caso de produtores domésticos – devendo, portanto, armazená-lo de forma adequada. Além disso, campanhas que remetam a importância da coleta seletiva e da criação de cooperativas de catadores, reciclagem e beneficiamento também são essenciais para o maior sucesso na implantação desses sistemas.

1.4.4 Sistemas de drenagem urbana

O sistema de drenagem apresenta uma peculiaridade que remete a imprevisibilidade dos fenômenos naturais a ele relacionado (como é o caso da chuva). Assim, tais sistemas devem ser elaborados de forma a minimizar ao máximo as conseqüências negativas advindas dessa imprevisibilidade, evitando transtornos e proporcionando certo grau de segurança à população. Além disso, esse sistema para funcionar corretamente acaba dependendo, por exemplo, do bom funcionamento dos sistemas de coleta de esgotos e resíduos sólidos.

No Brasil, tradicionalmente, "*o sistema de drenagem era concebido visando a rápida transferência dos fluxos dos locais de inundação para pontos de menor cota, o que pode, em muitos casos, apenas transferir o problema para jusante"*. (RIGHETTO, 2009). Considerando este aspecto, verifica-se que o sistema de drenagem urbana no Brasil é (na maioria dos centros urbanos) tratado – conforme a classificação definida por Ashley et. all. (2007) – a partir do cenário "tecnocrático", em que a implantação de medidas estruturais (obras de engenharia) mostra-se como uma das únicas fontes para se alcançar a eficácia em termos de drenagem urbana. Esse cenário, geralmente, mostra-se demasiadamente oneroso para o gestor que acaba, por vezes, não considerando a possibilidade de adoção de outras ações também viáveis (principalmente em termos econômicos) e com grande nível de eficiência – destacando nesta perspectiva as medidas não estruturais. Outra característica deste cenário tão comum nas cidades brasileiras é a monopolização do serviço pelo poder público que, em geral, nem sempre possui os recursos necessários para o bom funcionamento do sistema.

Assim sendo, deve-se buscar, dentro da crescente preocupação com as questões ambientais, a implantação dos "*sistemas de drenagem sustentáveis*" que – mesmo sendo considerado como uma proposta "utópica" – mostra-se o ambientalmente mais viável visto que reúne tecnologia, preservação ambiental, bem-estar social e viabilidade econômica (Ibdem). A exigência de um Poder Público atuante, uma iniciativa privada comprometida e uma população participativa, torna pouco praticável esta abordagem, no atual estágio social do Brasil.

Também tratando da sustentabilidade dos sistemas de drenagem urbana, Faber e Asce (2004) definem três princípios norteadores, a citar:

1. <u>Análise do ciclo de vida do projeto:</u> a escolha da melhor alternativa não deve pautar-se apenas na comparação dos custos de implantação. Faz-se imprescindível analisar o ciclo de vida do projeto para que custos com operação e manutenção também sejam devidamente considerados;
2. <u>Prioridade de investimentos</u>: visto que os recursos públicos para obras de drenagem são geralmente limitados é preciso priorizar as áreas mais vulneráveis à ação das cheias. No entanto, para se evitar conflitos sociais indesejáveis, é preciso que essa escolha não considere apenas os danos e benéficos de ordem econômica, mas também de ordem social. Assim, um bairro mais abastado, geralmente possui maiores prejuízos econômicos com uma inundação, visto que as pessoas que lá residem possuem, via de regra, bens em maior quantidade. Porém,

isso não deve ser analisado de forma isolada visto que os benefícios sociais de se empregar a verba existente em um bairro mais popular podem superar aqueles alcançados com a preservação dos bens materiais da população com maiores rendimentos.

3. Capacidade do sistema de drenagem para as mudanças e incertezas: o Plano como um todo deve ser elaborado de forma a considerar que os sistemas de drenagem são suscetíveis a imprevisibilidade dos recursos naturais (a chuva, como fator preponderante para esse sistema). Assim, os projetos devem ser feitos com base nos piores cenários de cheia, procurando assim suportar a grande maioria das oscilações naturais que venham a ocorrer.

A partir do exposto, verifica-se a necessidade de implantação de sistemas de drenagem que equilibrem as medidas estruturais e as não-estruturais que são sumariamente definidas abaixo (RIGHETTO, p.21, 2009).

1) Medidas estruturais relacionam-se às obras de captação, armazenamento e transporte da águas pluviais dentro de limites estabelecidos pela quantificação dos riscos e pelo conhecimento prévio das ondas de cheia, ajustadas às condições locais por meio de estruturas de contenção. Incluem canais, galerias, bocas-de-lobo, bueiros, obras de detenção etc.

2) Medidas não-estruturais são ações de outra natureza. São medidas que alcançam excelentes resultados quanto à redução dos problemas de drenagem urbana, porém exigem esforços de conscientização popular, legislação apropriada, fiscalização do uso e de ocupação dos espaços urbanos, manutenção regular dos elementos estruturais, dos pátios, jardins, pavimentos etc. Enfim, exige alta organização social.

Tendo em vista principalmente o conceito de medidas não-estruturais e sua importância (visto possibilitarem maior economia e, em muitos casos, mais eficiência) pode-se citar – no contexto da drenagem urbana – as ditas “técnicas compensatórias para o manejo das águas pluviais, conforme apresentado na figura 1.5.

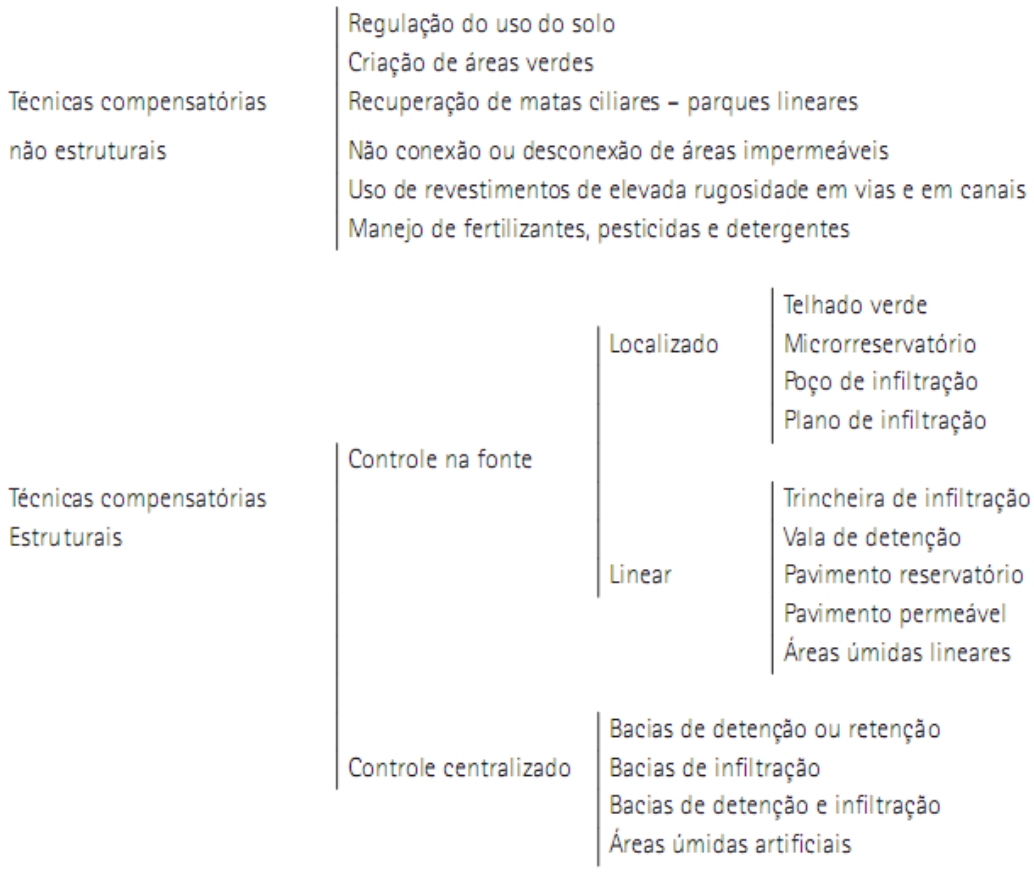


Figura 1.5: Técnicas compensatórias para o manejo de águas pluviais
FONTE: (Idem, p. 155, 2009)

1.4.4.1 As Lagoas de recepção de águas pluviais

Conforme apresentado no Manual de Drenagem Urbana, que compõe o Plano Diretor de Drenagem de Águas Pluviais de Natal – PDDAP (p. 139, 2009), as lagoas de acumulação e infiltração, ou seja, lagoas de recepção de drenagem urbana podem ser assim conceituadas:

> As lagoas de acumulação e infiltração são estruturas que acumulam temporariamente as águas pluviais com a função de amortecer as vazões de cheias e reduzir os riscos de inundações a jusante. Quando mantido seco na estiagem, o reservatório é chamado de reservatório (ou bacia) de detenção. Quando o reservatório mantém um volume permanente de água, é chamado de reservatório (ou bacia) de retenção.

Tais lagoas, na qualidade de estruturas que compõem o sistema de macro-drenagem, para executar com eficiência suas funções, devem seguir, desde a concepção do seu projeto, algumas recomendações abaixo explicitadas (Ibdem):

1) Taludes revestidos por placas de concreto, grama, colchão Reno;

2) Possuir muro ou cerca com altura mínima de 2m, além de outras estruturas que impeçam o acesso de pessoas e animais;
3) Localização adequada, considerando as depressões naturais, existência de parques e as tendências de uso e ocupação do solo da área adjacente;
4) Existência de drenos profundos que possam potencializar a sua capacidade de armazenamento e infiltração;
5) Realização de testes de absorção de solo para verificar se a região escolhida para a instalação mostra-se adequada para receber a estrutura;

1.4.5 Os sistemas urbanos e o arcabouço jurídico brasileiro

A busca pelo crescimento econômico e o surgimento de uma sociedade cada vez mais centrada na idéia de consumismo tem levado à progressiva e exponencial destruição dos recursos naturais.

Os recursos naturais – por muitos vistos como infinitos – são, ainda hoje, explorados de forma a não considerar a capacidade de suporte dos mesmos, bem como as conseqüências nefastas que sua utilização inadequada pode trazer. Uma das primeiras iniciativas visando uma gestão mais responsável do meio ambiente ocorreu em 1972, em Estocolmo, na “Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano”.

No Brasil, um marco na busca de equilíbrio entre crescimento econômico e preservação dos recursos naturais deu-se com a promulgação da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e de outras providências. Este ato normativo instituiu, através do seu artigo 6º, o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), que tem por finalidade estabelecer uma rede de agências governamentais, nos três diferentes níveis (federal, estadual e municipal) e, com isso, garantir a implementação da PNMA.

Além disso, a Lei 6.938/81 trouxe para o cenário nacional o meio ambiente como sendo *“(...) o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas*” (BRASIL, 1981). Tal conceito procura expressar a grandiosidade do meio ambiente, além de ressaltar suas partes constituintes.

Impulsionados por este e outros movimentos que se sucederam, pelas propostas instituídas na PNMA e, inspirados pelo clamor da sociedade que, cada vez mais, reivindicava pelo respeito aos recursos naturais, a Comissão Constituinte instaurada

destinou um capítulo exclusivo para tratar dos aspectos relacionados ao meio ambiente (Titulo VIII – Da Ordem Social; Capítulo VI – Do Meio Ambiente). Este feito inédito – visto que nenhuma outra Constituição brasileira havia dado tamanha importância ao tema – trouxe para o cenário jurídico nacional um novo conceito que, até hoje, fundamenta toda a normatização em matéria ambiental: *o meio ambiente como um direito difuso*.

A Constituição traz também o saneamento básico como competência comum da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal, além de fazer parte do escopo de competências do Sistema Único de Saúde (SUS). Desta forma, além de ser promovido por todos os entes da federação, o saneamento passa a ser visto, a partir de então, como uma política de saúde pública, necessária ao desenvolvimento da nação.

Apesar de existir em nosso país uma legislação protecionista ambiental, desde o século XVI, advinda do pioneirismo português, apenas com a Política Nacional do Meio Ambiente e as normatizações ambientais que se sucederam, o Brasil vislumbrou de forma mais efetiva a proteção ambiental ampla e, principalmente, através de um prisma sócio-ambiental. Isso porque não havia como se conceber um ambiente equilibrado sem que o mesmo se mostrasse salubre e, conseqüentemente, pudesse oferecer mais qualidade de vida para as pessoas.

Desta forma tem-se em 1934 a promulgação do Decreto nº 24.643/34 que instituiu o código de águas que traz conceitos e regulamentação para os usos das águas que até então era regida por uma *"legislação obsoleta, em desacordo com as necessidades e interesse da coletividade nacional"* (Brasil, 1934).

Além deste diploma legal, várias outras iniciativas, programas e legislações passaram a regulamentar as políticas de saneamento no país. Dentre estes vale destacar pela sua importância e contemporaneidade a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que são melhor apresentadas no quadro 1.2 que segue.

LEI	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
PNSB Lei nº 11.445/07	DATA DE PUBLICAÇÃO: 05 de janeiro de 2007 PRINCÍPIOS NORTEADORES: usuário-pagador, universalização dos serviços e controle social; OBJETIVO: diminuição das desigualdades, salubridade ambiental, controlar o uso dos recursos de forma a obter os maiores benefícios frente aos investimentos realizados; auto-sustentação econômica e financeira dos serviços de saneamento básico, fomentar o desenvolvimento cientifico e tecnológico visando desenvolver, universalizar e tornar eficaz e eficiente os sistemas urbanos; controlar os impactos ambientais das obras de saneamento; DESTAQUES: a política traz o saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, ou seja, engloba os 4 sistemas urbanos. Para a política, os recursos hídricos não integram os serviços públicos de saneamento básico, mas traz a bacia hidrográfica como unidade de referência para o planejamento de suas ações.
PNRS Lei nº 12.305/10	DATA DE PUBLICAÇÃO: 02 de agosto de 2010 PRINCÍPIOS NORTEADORES: Responsabilidade civil objetiva, prevenção, poluidor-pagador, ecoeficiência, razoabilidade e proporcionalidade, além do respeito às diversidades regionais e locais. OBJETIVOS DA POLÍTICA: proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; tecnologias limpas; redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos; gestão integrada de resíduos sólidos; regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos; estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto (responsabilidade compartilhada); DESTAQUES: a lei aqui apresentada busca, acima de tudo, a não geração dos resíduos, seguida da redução, reutilização, reciclagem e, por fim, do tratamento e disposição final quando nenhuma das outras opções puder ser adotada. Apesar de tratar de resíduos de modo geral, a PNRS não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica. Outra característica importante abordada na lei refere-se à responsabilidade do gerador e coletor dos resíduos. Assim, tem-se que o gerador de resíduos sólidos domiciliares tem cessada sua responsabilidade pelos resíduos com a disponibilização adequada para a coleta. A partir daí o Município é o responsável DIRETO pela gestão dos resíduos sólidos naquele território. Por

	fim, tem-se ainda uma preocupação com as questões sociais (catadores, usuários, gestores) envolvidas na temática dos resíduos sólidos.

Quadro 1.2: Principais características das políticas nacionais de saneamento básico e resíduos sólidos

Uma característica recorrente nas políticas que tratam do saneamento ambiental remete a preocupação em coletar, divulgar e, principalmente, utilizar dados de forma a garantir acesso à informação, bem como subsídio técnico para o desenvolvimento de novas tecnologias e a tomada de decisão. Esta preocupação em interligar os diferentes responsáveis, direto ou indiretamente, pela gestão dos sistemas de saneamento conduz à maior uniformização e divulgação dos dados. Um exemplo desta preocupação com a informação é facilmente visualizado na criação, na PNSB, do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico – SINISA, cuja função, segundo definição do artigo 53 e incisos, é *"coletar e sistematizar dados relativos às condições da prestação dos serviços públicos de saneamento básico; facilitar o monitoramento e avaliação da eficiência e da eficácia da prestação dos serviços de saneamento básico".*

A reunião concisa destas informações, congregada com outros instrumentos – como é o caso de índices e indicadores – leva ao melhor desempenho no que tange a compreensão do funcionamento dos sistemas urbanos bem como leva a uma gestão mais justa e participativa por parte de todos os envolvidos.

1.5 OS INDICADORES DE SALUBRIDADE AMBIENTAL

Os indicadores e índices ambientais têm por objetivo simplificar uma dada informação acerca de um aspecto do meio, de forma a objetivá-la e torná-la inteligível para os mais variados grupos sociais.

Partindo-se dessa definição genérica, vale agora ressaltar que conceitualmente existe diferença entre esses dois termos. Assim tem-se que (SANTOS, p. 60, 2004):

1) Índice Ambiental: Resultado da combinação de um conjunto de parâmetros associados uns aos outros por meio de uma relação pré-estabelecida que dá origem a um novo e único valor. Os índices são estabelecidos por meio de estatística, formulação analítica ou calculo de razão matemática.

EXEMPLOS: índice de qualidade do ar, índice de qualidade da água (IQA), índice de qualidade de vida, índice do estado trófico, índice de Langelier, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) etc.

2) Indicadores Ambientais: Parâmetros, ou funções derivadas deles, que têm a capacidade de descrever um estado, ou uma resposta dos fenômenos que ocorrem em

um meio. Bons indicadores devem ter a capacidade de gerar modelos que representam a realidade;

EXEMPLOS: grupos de bactérias ou vírus, DBO, OD, transparência, emissões de CO2, emissões de NOx, espécies animais e vegetais etc.

Observando os conceitos expostos, verifica-se que os índices mostram-se mais complexos e podem, inclusive, englobar outros indicadores em sua composição (como é o caso do IQA que tem como um de seus elementos o Indicador OD). Os índices ou indicadores quando utilizados em meio urbano a partir de características típicas destas áreas tornam-se ferramentas que ajudam na política de gestão das cidades e na formulação de projetos urbanos que corroboram na formação de áreas mais sustentáveis. (Alibegovic & Villa, 2007).

Os índices ambientais devem, prioritariamente (Ibidem):

1) Resumir os dados ambientais existentes;

2) Ter uma base científica;

3) Comunicar informação sobre a qualidade do meio afetado;

4) Avaliar a vulnerabilidade ou susceptibilidade à contaminação de uma determinada categoria ambiental;

5) Centrar-se seletivamente nos fatores ambientais chaves;

6) Servir para hierarquizar alternativas de projetos;

7) Possuir disponibilidade, acessibilidade e custos acessíveis;

8) Proporcionar bases sólidas para comparações e tomadas de decisão.

A figura 1.6 traz de maneira simplificada a hierarquia observada quando se trata de indices e indicadores.

Figura 1.6: pirâmide de hierarquia dos dados
FONTE: Adaptado de Santos, 2004

No que concerne aos indices e indicadores de qualidade ambiental vale ressaltar, no contexto brasileiro, o uso do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) que foi concebido para avaliar a eficácia do *Plano Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo* e, é expresso pela "*média ponderada de indicadores específicos que consideram atributos quantitativos e qualitativos, além dos aspectos relativos à própria gestão dos sistemas*". (PIZA, 2000). Além deste, outros dois índices aplicados em áreas urbanas brasileiras podem ser aqui destacados por sua importância:

1) Indicador de Salubridade Ambiental (ISA/JP): segue uma estrutura similar ao ISA desenvolvido pela CETESB mas traz como alteração principal a inserção de um novo indicador (o Idu – Indicador de drenagem urbana) o que levou, conseqüentemente, a algumas mudanças no que tange aos pesos atribuídos a cada variável envolvida (BATISTA E SILVA, 2006);

2) Índice de Inclusão Econômico-Sanitária (IIES): permite situar a área analisada em relação aos serviços essenciais de saneamento prestados pelo poder público, basicamente o abastecimento de água, o esgotamento sanitário e a coleta de lixo, associado à renda domiciliar do cidadão. Faz uso de métodos estatísticos e matemáticos (como é o caso da transformação linear) para classificar o valor final encontrado (entre 0 e 1) em quatro categorias distintas.

Partindo-se da analise das definições de índice e indicador e analisando-se a descrição dos três instrumentos expostos, verifica-se que eles, a partir da análise restrita do conceito, poderiam receber a nomenclatura de índices, visto sua maior complexidade e uso de métodos estatísticos e matemáticos para sua elaboração.

1.5.1 Os Índices e Indicadores Ambientais como Ferramenta de Gestão do Espaço Urbano

Para serem bem gerenciadas, as cidades precisam considerar os diferentes segmentos que as compõem e assim promover a democrática participação de cada um deles. Para auxiliar neste processo integrador, os índices/indicadores devem levar em conta fatores sociais, econômicos e ambientais simultaneamente, sendo assim denominados indicadores de sustentabilidade (Fdz-Polanco *et all* (2005) in Kellner *et all* (2009)).

Desta forma, faz-se necessário que os outros atores sociais e, não apenas a comunidade cientifica, venha a envolver-se na formulação e, mais enfaticamente, na escolha dos melhores índices/indicadores que nortearão as políticas urbanas.

Assim, como qualquer processo de decisão, é essencial que a sociedade (população em geral, organizações, grupos profissionais) participe ativamente a fim de que a mesma possa opinar e entender em quais bases se acham apoiadas as decisões a serem operadas no contexto da cidade onde cada um reside e, sendo espaços democráticos, onde todos têm titularidade para se opor ou apoiar as escolhas do poder público municipal.

Nesta seara, Holden (2008) faz a seguinte consideração:

> Investir tempo e esforço para o desenvolvimento de um consenso para mudança entre as diversas comunidades que constituem o maior domínio da gestão efetiva é o único caminho certo para a mudança voluntária e mudança voluntária é o único tipo de mudança que é confiável ao longo do tempo.

Vislumbrando-se tais aspectos, verifica-se que os dois instrumentos não devem ser vistos como simples números que levam o gestor a tomar a melhor decisão. Os índices/indicadores devem ser mais uma fonte para nortear os gestores públicos que também deverão apoiar-se em outras informações e considerar todos os entes que compõem a cidade e sua área de influência.

1.5.2 O Geoprocessamento e os Indicadores Ambientais

O Instituto nacional de pesquisas Espaciais – INPE traz a seguinte distinção entre Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica (GIS).

> **Geoprocessamento** denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de **Sistemas de Informação Geográfica (SIG)**, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georeferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

Em sendo uma ferramenta, o GIS ou SIG (embasado no conhecimento inerente ao geoprocessamento) pode ser usada para auxiliar em uma melhor apresentação de índices e indicadores ambientais analisados em um dado espaço geográfico. Diferentes softwares que auxiliam na manipulação de dados georeferenciados podem ser usados para realizar trabalhos de maneira isolada ou simultânea com os aspectos relativos aos espaços urbanos (sistemas de saneamento, cotas topográficas, arruamentos, uso e ocupação do solo etc).

Por objetivar e simplificar a compreensão, o GIS apresenta-se substancialmente compatível com os objetivos expostos dos índices/indicadores ambientais. Os mapas temáticos, por exemplo, podem ser usados para apresentar de forma espacial a distribuição dos dados inerentes a uma determinada região.

2 METODOLOGIA

O estudo aqui apresentado faz uso de dados quantitativos e qualitativos, destacando a importância e utilização da segunda categoria. Estes dados foram obtidos através de pesquisas bibliográficas, bem como de visitas *in loco* em algumas áreas da cidade do Natal e a aplicação de questionários em amostras significativas.

Para o trato dos dados foram utilizadas metodologias típicas de tabulação e apresentação de dados. Quando da análise outras, áreas importantes da estatística como a análise de correlação foram usadas para otimizar e facilitar a interpretação dos valores e conclusões alcançadas.

Todo o trabalho foi conduzido com o intuito de descrever as características – através da seleção de uma amostra – para a Bacia XII, sem qualquer pretensão de estender as observações realizadas para a cidade do Natal como um todo. Isso porque a pesquisa de documentos oficiais mostrou que existe diferenças expressivas entre as diferentes regiões da cidade o que, para maiores deduções, seria necessário ampliar o campo de extração da amostra a ser questionada.

Com isso percebe-se que a Estatística descritiva ou dedutiva, sendo *"aquela que tem por objetivo descrever e analisar determinada população, sem pretender tirar conclusões de caráter mais genérico"* (MARTINS & DONAIRE, p.14, 1981) foi amplamente utilizada no desenvolvimento desta pesquisa.

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área analisada neste estudo é a bacia XII de drenagem (bacia Rio das Lavadeiras com 1.264,8 ha ver figura 2.1), estabelecida através do Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais da cidade do Natal (PDDMAP) [7], ainda em fase de aprovação pelo legislativo municipal. Por sua grande extensão, a mencionada bacia foi subdividida pelo mencionado plano em outras 5 (cinco) sub-bacias. O PDDMAP (2009) descreve assim a área de estudo em questão:

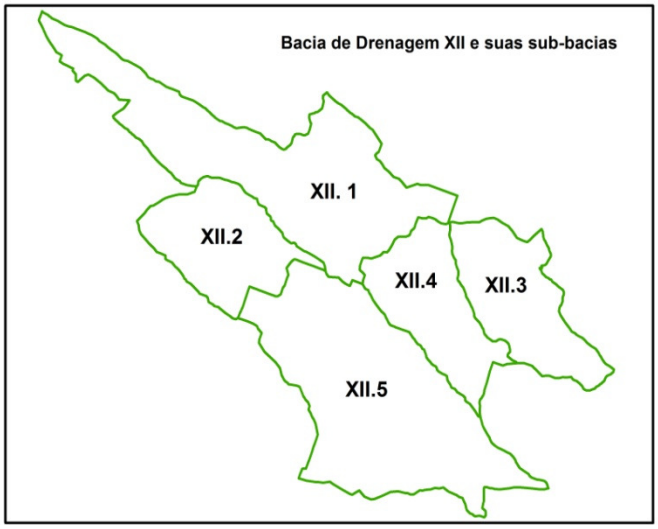
> O uso da área da bacia XII é predominantemente residencial, abarcando edificações em diferentes condições e com condições sócio-econômicas heterogêneas. O traçado é predominantemente regular, do tipo xadrez, com a presença de algumas quadras de grandes dimensões onde funcionam

[7] O PDDUAP é um instrumento legal de subsídios técnicos e institucionais que permite reduzir significativamente os impactos das inundações no município de Natal, além de estabelecer as condições e normas para uma gestão sustentável da infra-estrutura de drenagem urbana.

> equipamentos urbanos como o Centro de Abastecimento – CEASA, o Centro Administrativo, o Hospital do Câncer, parte da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, o Estádio Municipal e o Ginásio Municipal de Esportes.

A bacia XII engloba totalmente o bairro de Lagoa Nova e, parcialmente, os bairros das Quintas, Nordeste, Dix-Sept Rosado, Nossa Senhora de Nazaré, 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.

Para melhor compreender a distribuição dos bairros na bacia XII e, como se dá a relação destes com as 5 (cinco) sub-bacias, visualizar o quadro 2.1 que se segue.

<table>
<tr><th>XII.1</th><th>XII.2</th><td rowspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>BAIRROS: Quintas, Nordeste, Lagoa Nova, Alecrim e Lagoa Seca.
LAGOAS: lagoa do Bumbum, além do Riacho das Quintas que drena a água pluvial, através de galerias, até o Rio Potengi.</td><td>BAIRROS: Nossa Sra. do Nazaré, Dix-Sept-Rosado, lagoa Nova e Cidade da Esperança
LAGOAS: lagoa de São Conrado.</td></tr>
<tr><th>XII.3</th><th>XII.4</th><th>XII.5</th></tr>
<tr><td>BAIRROS: Nova Descoberta e o Parque das Dunas (ZPA).
LAGOAS: lagoa dos Potiguares.</td><td>BAIRROS: Nova Descoberta e Lagoa Nova
LAGOAS: lagoa do Preá</td><td>BAIRROS: Lagoa Nova, Candelária e Capim Macio
LAGOAS: Lagoas do Centro Administrativo do Governo do Estado (CA1, 2 e 3) e a Lagoa do CEI.</td></tr>
</table>

Quadro 2.1: Características principais das 5 (cinco) sub-bacias da Bacia de Drenagem XII
Fonte: Adaptado de PDDAP, p. 28, 2009

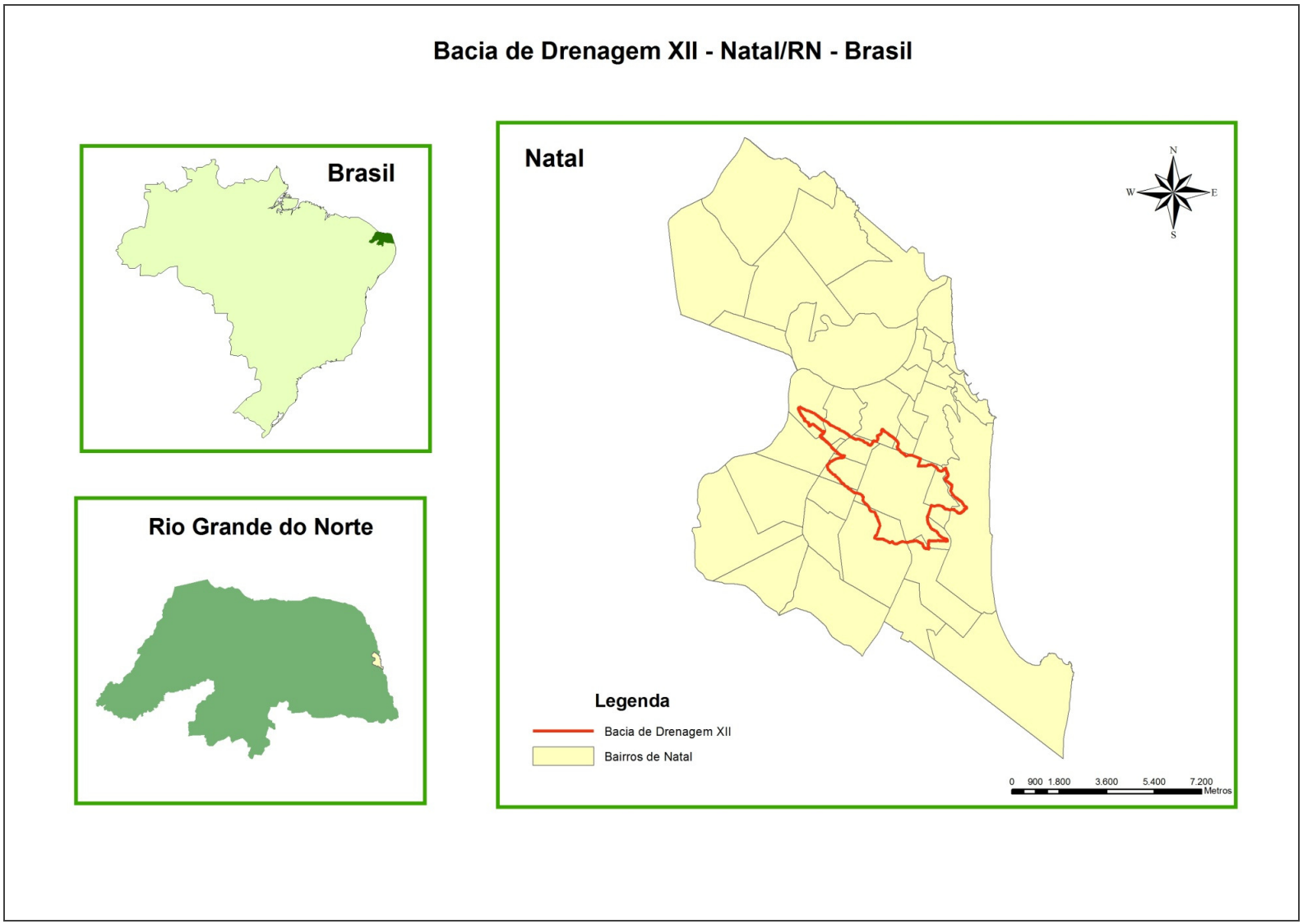


Figura 2.1: Bacia de Drenagem Rio das Lavadeiras (Bacia XII – PDDU)

Fonte: SEMURB 2009; PDDUAP, 2009

2.1.1 Unidades de Conservação da Bacia de Drenagem XII

Na Bacia de Drenagem XII, acham-se localizadas duas Unidades de Conservação (ver figura 2.2), a citar: a Zona de Proteção Ambiental 02 (ZPA – 02) e a Zona de Proteção Ambiental (ZPA – 08).

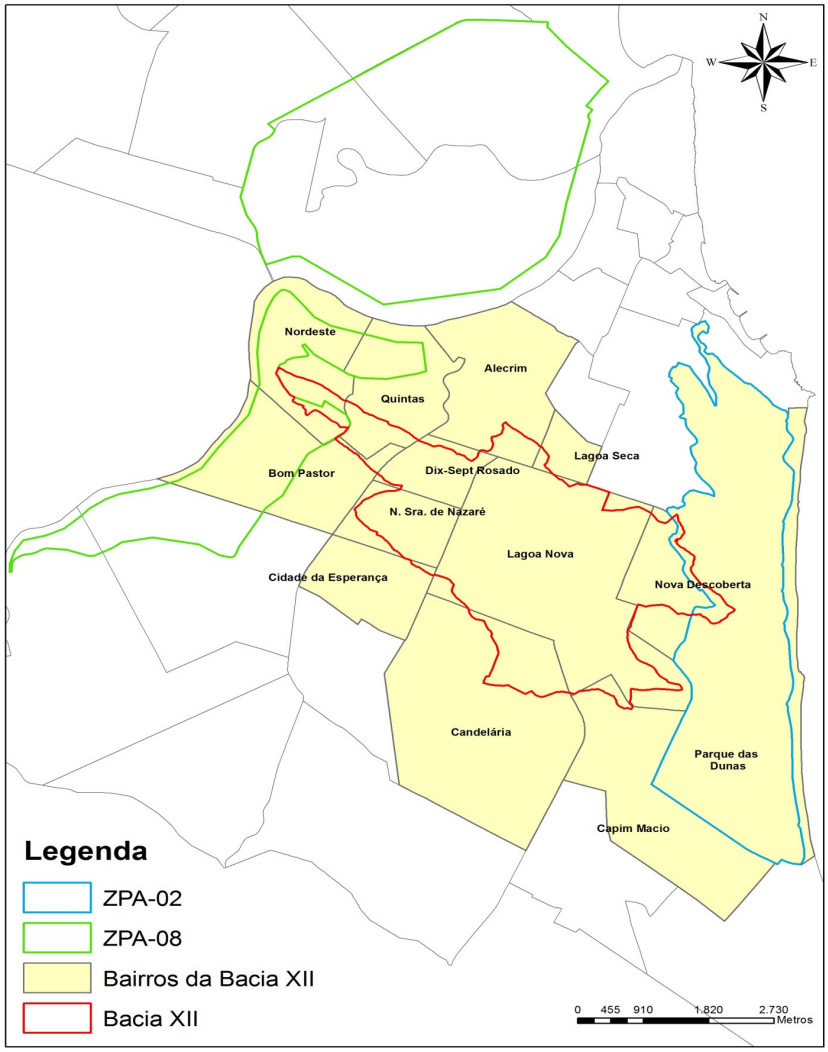


Figura 2.2: As Zonas de Proteção Ambiental – ZPA's e a Bacia de Drenagem XII
Fonte: SEMURB 2009; PDDUAP, 2009

Algumas das principais características destas Zonas serão arroladas abaixo (NATAL, 2010):

1) <u>ZPA – 02:</u> regulamentada pela Lei nº 7237, de 22 de novembro de 1977, a ZPA 02, que também é parcialmente um Parque Estadual, se constitui em uma das unidades mais conhecidas no RN. Abrangendo o Parque Estadual das Dunas de Natal e área contigua ao Parque, Av. Engenheiro Roberto Freire e Rua Dr. Solon de Miranda Galvão, a ZPA-02apresenta flora e fauna diversas e é amplamente utilizada pela população para fins educativos e recreativos. Constituindo-se de Mata Atlântica,

possui mais de 270 diferentes espécies, parte desta Zona – mais especificamente o Parque das Dunas – é o segundo maior parque urbano do Brasil.

2) ZPA – 08: Esta Zona abrange o Estuário do Rio Potengi e Manguezal e busca proteger estes importantes ecossistemas. Sendo um ambiente de grande potencial paisagístico, a ZPA-08 também possui grande importância socioeconômica para a cidade. Formando um refugio para muitas espécies de peixes e crustáceos, auxilia na alimentação e reprodução dos seres marinhos e mostra-se imprescindível para a indústria pesqueira e atividades portuárias da Capital.

2.1.2 Lagoas de recepção de drenagem urbana da Bacia XII

Na Bacia de drenagem XII, conforme apresentado na figura 2.3, tem-se 09 (nove) lagoas de recepção de águas pluviais, a citar:

1) Lagoas do Centro Administrativo – CA1, CA2 e CA3: localizadas no bairro de Lagoa Nova e na Sub-bacia XII.5;

2) Lagoa do Colégio Cei – também localizada em lagoa Nova e na Sub-bacia XII.5;

3) Lagoa do Bum Bum – acha-se encravada no bairro do Alecrim e na Sub-bacia XII.1;

4) Lagoa do Preá – encontra-se situada no bairro de Lagoa Nova na Sub-bacia XII.4:

5) Lagoa Dos Potiguares – compõe o sistema de drenagem do bairro de Nova Descoberta e fica, no contexto da bacia de drenagem XII, em sua sub-bacia XII.3;

6) Lagoa de São Conrado - situa-se no bairro de Nossa Sra. de Nazaré, na Sub-bacia XII.2

Tais lagoas foram avaliadas durante o lapso temporal de 1 (um) ano, buscando verificar o seu comportamento em diferentes períodos, bem como observar a existência de melhorias no local.

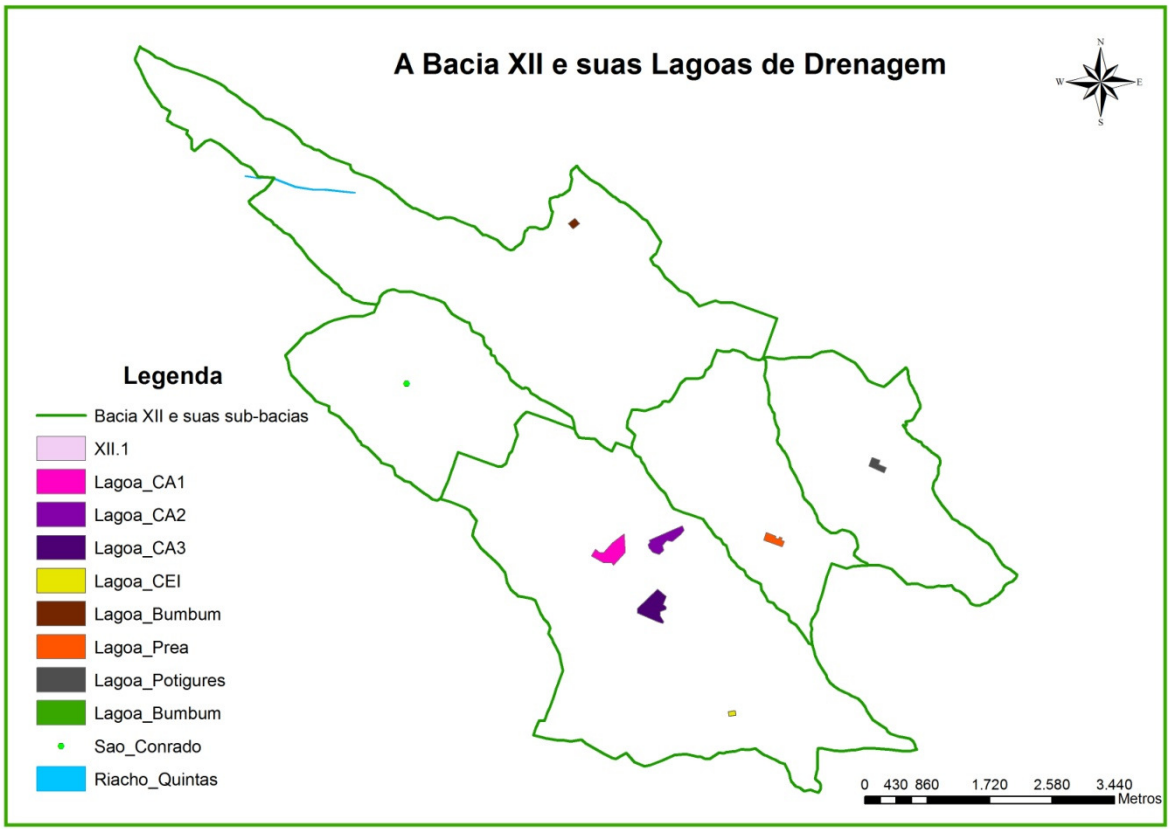


Figura 2.3: lagoas de recepção de águas pluviais da Bacia de Drenagem XII
Fonte: PDDUAP, 2009

2.2 A UNIDADE DE ESTUDO

Baseado na analise da bacia, verificou-se que duas unidades poderiam ser utilizadas como unidade básica para o trabalho: o bairro e o setor censitário definido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)[8]. As figuras 2.4 e 2.5 trazem, respectivamente, as duas unidades e sua sobreposição em relação à área da bacia. Como pode ser visto nos mapas, os setores censitários trazem como maior vantagem o fato de evitar a desproporcionalidade entre as áreas, visto ser áreas bem menores em relação aos bairros. Assim, evita-se, por exemplo, que se dê igual importância a bairros como Lagoa Nova (cuja área abrange quase a totalidade da bacia) e Cidade da Esperança (apresenta porção diminuta de sua área englobada pela bacia XII).

[8] Menor unidade territorial, com limites físicos identificáveis em campo, com dimensão adequada à operação de pesquisas e cujo conjunto esgota a totalidade do Território Nacional (IBGE, p. 3, 2007).

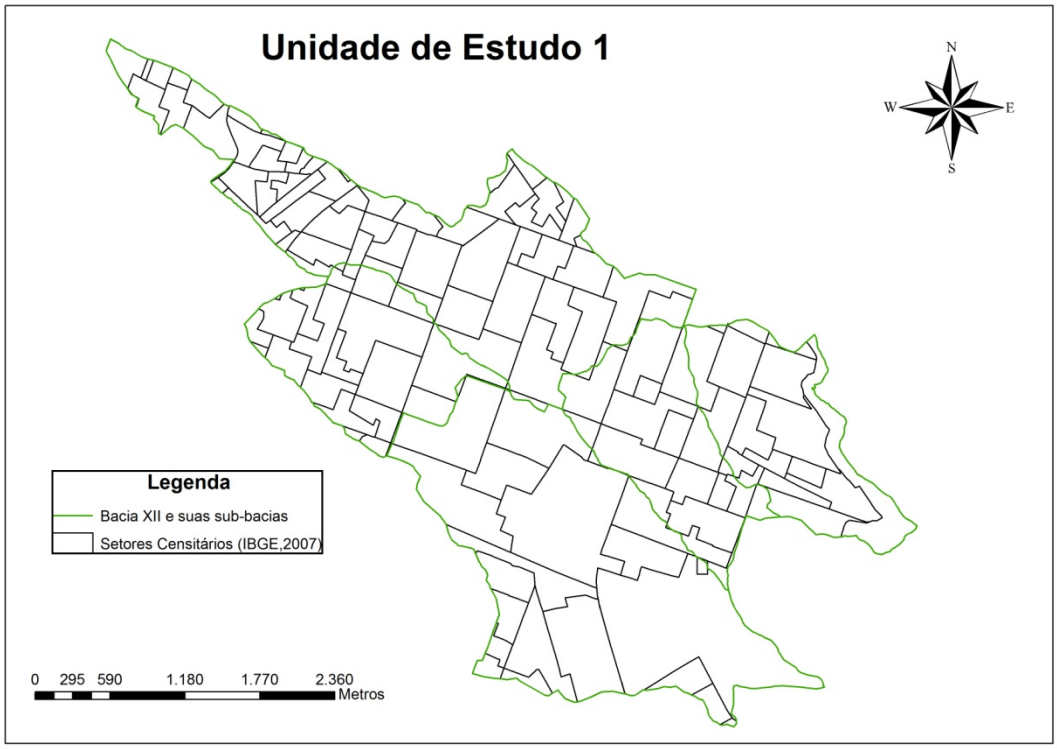


Figura 2.4: Bacia de drenagem XII e a divisão em setores censitários
Fonte: SEMURB 2009; PDDUAP, 2009

Figura 2.5: Bacia de drenagem XII e a divisão em bairros
Fonte: SEMURB 2009; PDDUAP, 2009

Os bairros apresentam como vantagem a facilidade na manipulação dos dados já que são áreas maiores. Além disso, são unidades amplamente utilizadas pelas instituições (destacando nesta perspectiva os órgãos vinculados à Prefeitura Municipal) quando da geração de informações. O setor censitário, por sua vez, é utilizado quase que exclusivamente pelo IBGE.

No que concerne à aplicação do questionário, verificou-se a necessidade de utilização dos setores censitários para a definição da amostra a ser entrevistada evitando-se, novamente, problemas com a desproporcionalidade entre as áreas dos bairros que compõem a bacia.

Vislumbrando-se as questões apresentadas acima, pode-se perceber que a adoção dos setores censitários para o escopo deste estudo mostrou-se mais adequado e eficiente.

2.2 INSTRUMENTOS PARA ANÁLISE DA ÁREA DE ESTUDO

Para a caracterização da área – que se constitui a etapa base da presente pesquisa – serão adotadas 05 (cinco) estratégias, a citar:

1) Análise de planos e projetos de engenharia, arquitetura e urbanismo que traga informações sobre os sistemas de saneamento, bem como os documentos (destacando aqueles gerados pelo IBGE e pelos órgãos da Prefeitura do Natal) que apresentem dados relevantes para a pesquisa;

2) Estudo dos instrumentos de ordenamento do solo urbano existentes para a região objeto da pesquisa, destacando nesta perspectiva, o Plano Diretor de Drenagem de Águas Pluviais e o Código de Meio Ambiente;

3) Aplicação de questionário em amostra da bacia de drenagem, cujo objetivo é levantar dados acerca do acesso e satisfação da população em relação aos serviços de saneamento básico visto a dificuldade em se obter dados significativos para a área objeto deste estudo;

4) Criação de um Índice de Saneamento Básico (ISBA) no qual os componentes remetem aos 4 (quatro) sistemas urbanos – água, esgoto, resíduos sólidos e drenagem – e cuja função é sintetizar alguns dados obtidos no questionário, apresentando-os de forma simples e objetiva, trazendo um cenário geral da percepção dos habitantes em relação aos sistemas supracitados;

5) Visitas na área para a visualização *in loco* das lagoas de detenção. Pode-se verificar que as lagoas de drenagem (por sua grande relevância no contexto da bacia) foram prontamente escolhidas para uma análise mais especifica.

Em função de sua maior complexidade e especificidades, os itens 3 (questionário) e 4 (ISBA) serão detalhados a seguir para uma melhor compreensão do escopo deste trabalho.

2.3 QUESTIONÁRIO

O questionário foi considerado como a alternativa mais viável para o levantamento de dados na área em razão do recorte selecionado para estudo neste trabalho – no caso a bacia de Drenagem XII – não corresponder as unidades utilizadas pelos Órgãos cujas informações eram essenciais para atender aos objetivos desta pesquisa. A Figura 2.6 traz a Bacia de Drenagem XII em sobreposição aos bairros (usados por órgãos como a SESAP[9], a URBANA[10] e, os setores adotados pela Companhia Estadual de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte - CAERN).

Como pode se verificar, os setores da CAERN acabam se limitando em grande parte com os bairros (linhas com tonalidade roxa), porém não existe interseções exatas com a Bacia de Drenagem XII. Tal fato dificultou sobremaneira a obtenção de qualquer dado para área, pois a aceitação destes em escalas diferentes poderia mascarar, ou mesmo em casos mais extremos, deturpar completamente as análises e conclusões a serem feitos na bacia.

Justificada a utilização do questionário como meio e obtenção das informações na área de trabalho, os itens que se seguem irão explicitar como esse questionário foi concebido e qual a metodologia adotada em sua aplicação e análise. A aplicação dos 384 (trezentos e oitenta e quatro) questionários foi realizada entre os dias 23 e 25 de agosto do corrente ano, contando com o apoio da empresa SIGMA Consultoria Estatística (Empresa Júnior do Curso de estatística da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN) que prestou válidos serviços na tabulação dos dados e seleção dos entrevistadores – 07 (sete) ao todo. Estes

[9] Secretária Estadual de Saúde Pública

[10] Concessionária Municipal responsável pelo serviço de coleta e transporte dos resíduos sólidos

foram devidamente instruídos sobre a temática e o objetivo de cada questão. A utilização da empresa na aplicação dos questionários deu-se em função da grande quantidade a ser aplicada e, da extensa área que deveria ser coberta para se obter os resultados mais fidedignos, visto que seria difícil atribuir a uma só pessoa tal tarefa.

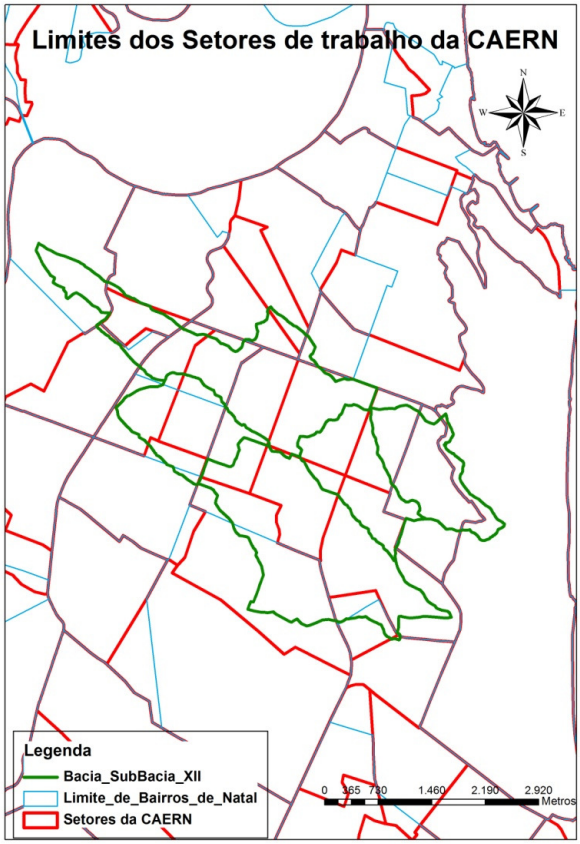


Figura 2.6: Limites das áreas de trabalho de órgãos como a SESAP, a URBANA e a CAERN
Fonte: SEMURB, 2009; PDDAP, 2009

2.3.1 A amostra

A amostra foi definida a partir da analise dos setores censitários que se encontravam na área do estudo totalizando 80 (oitenta) setores distribuídos nos bairros de Lagoa Nova, Candelária, Dix-Sept Rosado, Nossa Senhora de Nazaré, Quintas, Nova Descoberta e Nordeste.

Para definição do número de setores censitários (n) a serem selecionados no total de 80 (oitenta), foi realizada uma "Amostragem Aleatória Estratificada[11]", utilizando as equações de 2.1 a 2.3 a seguir descritas:

$$V = \left(\frac{\varepsilon}{Z_{\alpha/2}}\right)^2 \qquad (2.1)$$

ONDE:

V: Variância

Ɛ: Margem de Erro

$Z_{\alpha/2}$: Nível de Confiança

$$n = \frac{\frac{1}{N}\sum_h^H Nh S_{Sh}^2}{V+\frac{1}{N^2}\sum_h^H Nh S_{Sh}^2} \qquad (2.2)$$

ONDE:

N: Número de Elementos Totais

S^2_{Sh}: Variância de Cada Estrato

N_h: Número de elementos de cada estrato

$$S_y^2 = \frac{N_h}{N_h - 1} P_{n(1-P_n)} \qquad (2.3)$$

ONDE:

S_y^2: variância Total

P_n: Proporção Estimada

O erro de estimativa foi de 8 (oito) pontos percentuais, com um nível de confiança de 90% (noventa por cento). Assim, feita a definição de quantos setores

[11] Nessa amostragem cada elemento da população tem a mesma probabilidade de ser incluído na amostra. Fazendo-se uma analogia simples, é como um sorteio em uma urna, onde elementos específicos (estrato) são aleatoriamente selecionados (Adaptado de SPIEGEL, p.234, 1976).

censitários seriam utilizados em cada bairro, procedeu-se então com a alocação proporcional resultando, por fim, na Tabela 2.1.

O termo “Estrato” deve ser entendido como o número total de setores censitários que se encontram em cada um dos 6 (seis) bairros citados acima e, “Amostra” como aqueles setores que foram selecionados.

BAIRROS	ESTRATOS	AMOSTRA
Lagoa Nova	32	19
Candelária	5	3
Dix-Sept Rosado	10	6
N. Sra. do Nazaré	10	6
Quintas	8	5
Nordeste	5	3
Nova Descoberta	10	6
Total	80	47

Tabela 2.1: Número de Setores Censitários amostrados por Estrato

Em seguida, foi realizada uma amostragem aleatória simples, para definição da quantidade de questionários (ver equações 2.4 e 2.5). Para esta amostragem obteve-se um erro de estimativa de 5 (cinco) pontos percentuais, com um nível de confiança de 95% (noventa e cinco por cento).

$$n_0 = \frac{z_{\alpha/2}^2 s_y^2}{\varepsilon^2} \qquad (2.4)$$

ONDE:

n_0: Amostra inicial

$z_{\alpha/2}$: Nível de confiança

$$n = \frac{n_0}{1+\frac{1}{N}(n_0-1)} \qquad (2.5)$$

ONDE:

n: Número de questionários

Assim, foi obtido como resultado 384 (trezentos e oitenta e quatro) questionários distribuídos conforme a tabela 2.2.

Bairros	Quantidade	%
Lagoa Nova	152	39,6
Candelária	24	6,3
Dix-Sept Rosado	48	12,5
N. Sra. do Nazaré	48	12,5
Quintas	40	10,3
Nordeste	24	6,3
Nova Descoberta	48	12,5
Total	384	100

Tabela 2.2: Número de residencias a participarem da pesquisa por bairro

A figura 2.7 traz espacialmente como se deu a distribuição dos setores censitários selecionados na Bacia XII.

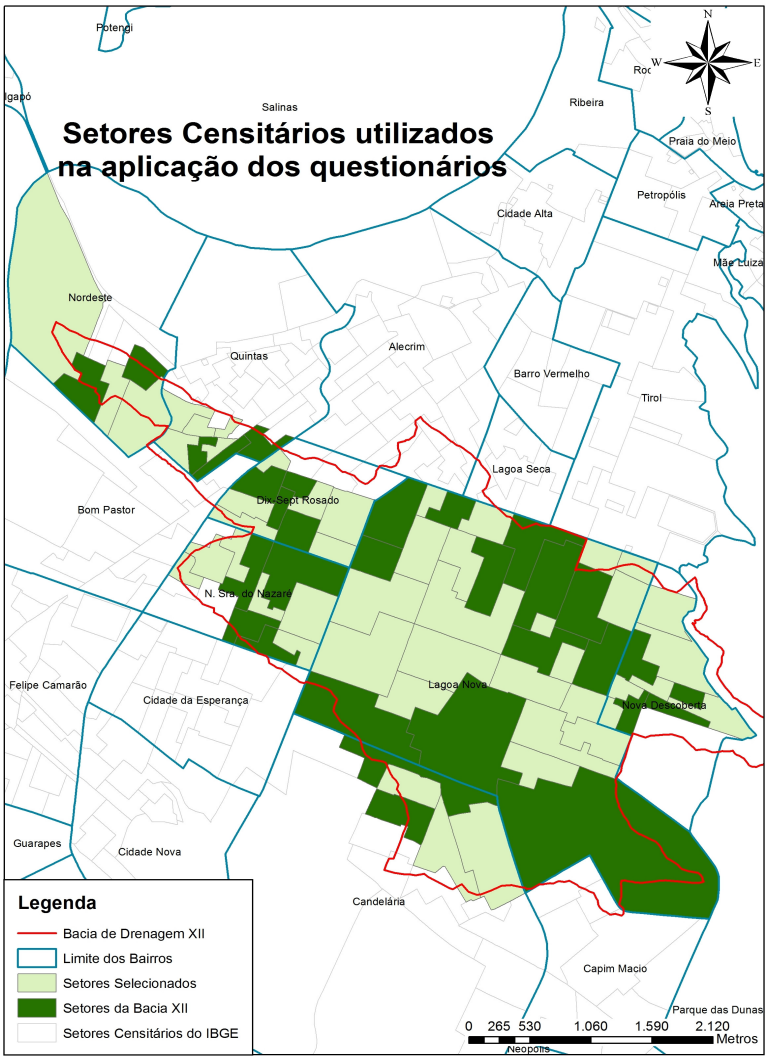


Figura 2.7: Representação espacial da metodologia adotada para a escolha dos setores censitários na aplicação dos questionários
FONTE: SEMURB, 2009; PDDAP, 2009

2.3.2 Campos do questionário

O questionário foi dividido em 6 (sete) diferentes grupos que buscavam:

1) Caracterizar o entrevistado quanto a sexo, idade, tempo de residência no local;

2) Caracteriza o logradouro e adjacências da residência a ter seu morador entrevistado;

3) Verificar questões relativas a confiança, acesso e satisfação em relação ao sistema de abastecimento de água;

4) Verificar aspectos referentes a acesso e satisfação no que tange ao sistema de coleta, transporte, tratamento e destinação final de efluentes;

5) Verificar se a população se encontra satisfeita com o sistema de coleta de resíduos sólidos, ressaltando freqüência e acesso à coleta seletiva como adicional a coleta convencional;

6) Verificar a existência de alagamentos provocadas pela inexistência ou mesmo má utilização do sistema de drenagem, bem como a satisfação quanto a este serviço.

2.4 ÍNDICE DE SANEAMENTO BÁSICO (ISBA)

No item 1.5 foram apresentados alguns índices de qualidade ambiental voltados para a área do saneamento, onde aspectos relativos à água, esgoto, drenagem, resíduos e questões socioeconômicas foram relacionados entre si na busca de um número que possa, parcialmente, representar as características de uma determinada unidade de estudo (cidade, estado, bairro ou setor censitário).

Após a análise de cada índice, percebeu-se a inviabilidade da aplicação destes (em sua forma original) pelos seguintes motivos:

1) Os índices foram elaborados para aplicação em áreas maiores (como um município ou mesmo um estado inteiro) ou, para áreas menores (como bairros ou favelas) em comparação com a bacia de drenagem XII;

2) A indisponibilidade de dados para o preenchimento dos sub-índices já que os órgãos que, teoricamente, poderiam fornecer tais informações não o fizeram pela inexistência destes, a falta de compilação em documentos (digitais ou não) específicos ou pelas dificuldades impostas pela burocracia de cada um que impediram o fornecimento dos dados;

3) A divisão em bacias de drenagem segundo o Plano Diretor não é uma Unidade adotada por nenhuma Instituição responsável – direta ou indiretamente – até mesmo pelo fato de tal compartimentação ser ainda recente;

Desta forma, optou-se como alternativa a criação de outro índice para auxiliar na analise da bacia objeto desta dissertação, mostrando as condições – em termos de acesso, principalmente – de saneamento básico da região. Assim, formulou-se o Índice de Saneamento Básico (ISBA) que é melhor apresentado através da equação 2.6 que se segue.

$$I_{SBA}=0,25I_{AA}+0,25I_{CE}+0,25I_{RS}+0,25I_{DAP} \qquad (2.6)$$

Sendo:

I_{SBA} = Índice de Saneamento Básico;
I_{AA} = Índice de Abastecimento de Água;
I_{CE} = Índice de Coleta de Esgoto;
I_{RS} = Índice de Coleta de Resíduos Sólidos;
I_{DU} = Índice de Drenagem de Águas Pluviais

Como pode ser verificado, cada um dos componentes acima recebeu a mesma ponderação, no caso 0,25, atribuindo assim ao índice um valor que varia de 0% (pior caso) a 100% (no melhor caso). A ponderação deu-se desta forma a partir da análise de diferentes documentos que apontam os 4 (quatro) sistemas urbanos como igualmente importantes para a salubridade ambiental (ver o item 1.4 desta dissertação).

Ainda no que tange ao I_{SBA}, tem-se também a classificação final do índice quanto aos níveis de salubridade do meio. Para esta análise foram verificados outros estudos com objetivos similares para que se pudesse melhor definir tais intervalos. Assim sendo, baseado nesse estudo e, considerando 04 (quatro) diferentes níveis de salubridade ambiental (insalubre, baixa salubridade, média salubridade, salubre) tem-se o quadro 2.2.

Nível de Salubridade	Pontuação do ISBA (%)
Insalubre	0 – 25,5
Baixa Salubridade	25,51 – 50,50
Média Salubridade	50,51 – 75,50
Salubre	75,51 – 100

Quadro 2.2: Nível de salubridade por faixa de situação

2.4.1 Índice de Abastecimento de Água (I_{AA})

O I_{AA} é definido a partir da equação 2.7 e possui dois componentes:

$$I_{AA}=(AA+NC)/2 \qquad (2.7)$$

Acesso à Água (AA): Apresentar quantos domicílios da amostra possui acesso a água, seja aquela distribuída pela Concessionária, ou mesmo, outras fontes. A partir do exposto acima, tem-se o AA definido a partir da equação 2.7.1:

$$AA(\%)=100(\text{Amostra com acesso}/\text{Amostra total}) \qquad (2.7.1)$$

Nível de Confiabilidade (NC): mostra o quanto a população confia na qualidade da água a qual tem acesso (como aquela fornecida pela Concessionária), a partir do uso desta para finalidades nobres – como beber, por exemplo – onde a credibilidade está associada, principalmente, a parâmetros como cor, odor e sabor. É definido a partir da equação 2.7.2:

$$NC(\%)=100(\text{Amostra que confia}/\text{Amostra total}) \qquad (2.7.2)$$

Para este sub-índice, tem-se o acesso e o nível de confiabilidade igualmente valorados visto que , em termos sanitários, os dois fatores devem ser tratados com a mesma importância. Assim, para fins deste estudo, avaliou-se não apenas a questão da disponibilidade da água nas residências, mas se essa água apresenta-se para a população que a consome confiável e segura para sua plena utilização nas mais variadas atividades.

2.4.2 Índice de Coleta de Esgoto (I_{CE})

O I_{CE} (ver equação 2.8) é definido a partir de dois componentes:

$$I_{CE}=0,6ASC+0,4AFS \qquad (2.8)$$

Acesso ao Sistema Coletor de Esgoto: Apresenta o percentual de domicílios da amostra que se encontra conectado ao sistema coletor da Concessionária e que garante também o adequado tratamento e destinação final deste. É definido a partir da equação 2.8.1:

$$ASC(\%)=100(Amostra\ com\ acesso/Amostra\ Total) \qquad (2.8.1)$$

Acesso ao Tratamento com Sistema Fossa-Sumidouro: mostra o quanto da população entrevistada utiliza o sistema de fossa-sumidouro (FS) como alternativa de tratamento e disposição final do efluente. Apesar de está contribuindo na elevação deste sub-índice (mostra-se um tratamento teoricamente adequado, com bom nível de eficiência considerando-se principalmente os custos de implantação/manutenção), o AFS será melhor comentado dentro das peculiaridades locais. Tem sua definição dada pela equação 2.8.2:

$$AFS(\%)=100(amostra\ com\ acesso\ a\ FS/Amostra\ Total) \qquad (2.8.2)$$

No que concerne ao I_{ES} verifica-se duas soluções distintas para o tratamento e disposição final dos efluentes, a citar: sistema coletor oferecido pela concessionária pública CAERN e o sistema de fossa-sumidouro, que se trata de uma solução individual de tratamento.

Como pode ser verificado na equação 2.8, estes dois sistemas recebem diferentes pesos. Esta ponderação diferenciada foi baseada em dois fatores principais:

1) as taxas de eficiência de cada sistema (no caso do sistema coletor se considerou as lagoas de estabilização visto ser esse o tipo de tratamento mais utilizado pela Concessionária Pública que oferece o serviço);

2) Pelos alarmantes dados que mostram a contaminação das águas subterrâneas da cidade do Natal por nitrato tendo, como maior causa, a disposição dos esgotos domésticos através de sistema de fossa-sumidouro.

Desta forma, atribui-se menor valor ao sistema de fossa-sumidouro (no caso, 0,4), pois além de apresentar taxas menores de eficiência, também contribuem significativa e negativamente para a contaminação dos aqüíferos freáticos cuja explotação – através principalmente de poços tubulares profundos – gera volume capaz de abastecer 73% (setenta e três por cento) da capital norte-rio-grandense (NATAL, p. 12, 2010).

2.4.3 Índice de Coleta de Resíduos Sólidos (I_{RS})

O I_{RS}, cuja equação 2.9 traz sua definição, possui 2 (dois) componentes que apresentam, ao contrário dos demais, pesos diferentes. Tal ponderação deve-se a uma projeção da situação da coleta do lixo na cidade do Natal.

$$I_{RS}=0,7ARS+0,3ACS \qquad (2.9)$$

Acesso à Coleta Convencional de Resíduos Sólidos: Apresenta percentualmente quantos domicílios da amostra tem seus resíduos coletados pelo sistema convencional cuja responsabilidade é, segundo a PNSB e a PNRS, do Município. Seus desdobramentos acham-se arrolados na equação 2.9:

$$ARS(\%)=100(\text{Amostra com a coleta convencional/Amostra Total}) \qquad (2.9.1)$$

Acesso à Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos: traz o percentual da população que é beneficiada pelo sistema de coleta seletiva. O AFS tem seu detalhamento exposto na equação 2.10:

$$AFS(\%)=100(\text{Amostra com coleta seletiva/Amostra}) \qquad (2.9.2)$$

Acerca do índice de resíduos sólidos verifica-se 2 (dois) componentes recebendo diferentes valorações no escopo geral apresentado na equação 2.8. Para este caso, especificamente, tem-se tal diferença em função dos sistemas de coleta

pública convencional mostra-se sanitariamente mais importante do que a coleta seletiva. Vale ressaltar, porém, que a menor pontuação da coleta seletiva não é fator de desmerecimento deste tipo de iniciativa que, ao longo dos anos, tem apresentado excelentes resultados.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (2008), a cidade do Natal possui 97,6% de sua população atendida pelo sistema convencional de coleta de resíduos, enquanto que menos de 3% das residências possui acesso a coleta seletiva.

Na amostra, os valores encontrados foram de 99,2% para a coleta convencional e 29,4% para a coleta seletiva. Tendo em vista que houve diferenças significativas e que, como já mencionado acima, existem diferenças representativas em diferentes áreas da cidade, optou-se por fazer uso dos dados obtidos na amostra da Bacia XII, realizando-se uma proporção dos valores relativos a cada acesso para os pesos que compuseram o I_{RS}, obtendo-se desta forma os valores 0,7 e 0,3 para a coleta convencional e seletiva, respectivamente.

2.4.4 Índice de Drenagem de Águas Pluviais (I_{DAP})

O Índice de Drenagem Urbana (I_{DAP}) – ver equação 2.10, assim como os demais índices também possui dois componentes e busca estabelecer a relação entre a taxa de cobertura do sistema de drenagem urbana e a ocorrência de inundações. Para este índice foi utilizado, em função da dificuldade de estabelecimento exato da cobertura da rede de drenagem, os valores definidos por bairro, usando-se em cada um deles, uma proporção em função de sua área contida nos limites da bacia XII.

$$I_{DAP}=(IE+RD)/2 \qquad (2.10)$$

Índice de Eficiência do Sistema: Apresenta quantos domicílios da amostra não apresentam problemas com enchentes/inundações quando do período de chuvas. Assim, tem-se o quanto o sistema de drenagem existente (visto as altas taxas de

drenagem que os bairros estudados apresentam[12]) funciona quando de eventos chuvosos. A equação 2.10.1 define de maneira pormenorizada a forma de sua obtenção.

IE(%)=100(amostra livre dos efeitos de inundação/Amostra Total) *(2.10.1)*

Rede de Cobertura de Drenagem Urbana: traz o percentual, proporcional para a área de cada bairro considerado, da taxa de cobertura da rede de drenagem urbana existente, conforme dados da Prefeitura Municipal do Natal (2009) – ver equação 2.10.2. Os bairros considerados para este sub-índice foram os mesmos selecionados para a aplicação dos questionários, a citar: Candelária, Nova Descoberta, Lagoa Nova, Quintas, Nordeste, Dix-Sept Rosado e Nossa Sra. de Nazaré.

RD(%)=f(q1.D1) +f(q2.D2)+...f(q7.D7) *(2.10.2)*

Sendo:
q = proporção da área do bairro que se encontra contido na bacia de drenagem XII. Esta proporção (%) foi calculada a partir da analise dos mapas georeferenciados;
D = taxa de drenagem urbana do bairro conforme dados da Prefeitura Municipal de Natal, através da Secretaria Municipal de Obras e Viação – SEMOV (NATAL, 2009).

[12] Apenas o bairro de Candelária não seguiu a tendência de uma taxa média de aproximadamente 87% (oitenta e sete por cento);

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ASPECTOS GERAIS DA ATUAL SITUAÇÃO DOS SISTEMAS URBANOS NOS BAIRROS QUE COMPÕEM A BACIA DE DRENAGEM XII

Apesar de limítrofes, os bairros que compõem a bacia XII apresentam-se muito diferentes no que tange a forma de ocupação, o acesso aos serviços de saneamento e a densidade demográfica – ver os gráficos 3.1, 3.2 e 3.3.

O gráfico 3.1 traz como destaque a discrepância entre o número de ligações de água e esgoto, mostrando que a coleta de efluentes por parte da Companhia Estadual ainda é insipiente e, conseqüentemente, insuficiente para atender as necessidades da população. Esta situação tem como resultado o número crescente de sistemas fossa-sumidouro instalados na cidade, ocasionando contaminação das águas subterrâneas cuja vazão (conforme já mencionado supra) é responsável por mais de 70% do abastecimento da cidade.

Quando se vislumbra o sistema de drenagem urbana (gráfico 3.2), percebe-se que a maioria dos bairros conta com pelo menos 50% do sistema implantado – excetuando-se o bairro de Candelária onde a taxa de drenagem é de apenas 20% (Natal, 2009). Apesar destes números, o que se vê com constância quando do período de chuvas, são alagamentos em diversas ruas, com prejuízos materiais, sociais e ambientais. Desta forma, faz-se urgente analisar qual a deficiência do sistema que o impede de funcionar com agilidade nos episódios de chuva. Fatores como entupimentos, falta de manutenção, ligações clandestinas de esgoto que congestionam a rede, acabam tornando a drenagem obsoleta quando a população mais precisa desse sistema.

Outro fator importante ao se analisar os diferentes bairros que compõem a unidade de estudo deste trabalho, refere-se à densidade demográfica. Isso porque ela traz – diferentemente de uma análise isolada da área e do número de habitantes – um aspecto importante sobre como se dá o uso e ocupação do solo em cada local. Como pode se observar no gráfico 3.3, a bacia XII conta com densidades demográficas que variam de 28,08 até 146,58 habitantes/hectare. Tal característica mostra que as taxas de ocupação do solo e as formas de uso (áreas eminentemente residenciais ou comerciais) são muito distintas o que dificulta sobremaneira o uso de dados coletados tendo como unidade amostral o bairro. Além disso, a análise da

bacia tende a ser mais complexa, pois se trata de uma região muito heterogênea no que concerne, principalmente, aos aspectos sociais.

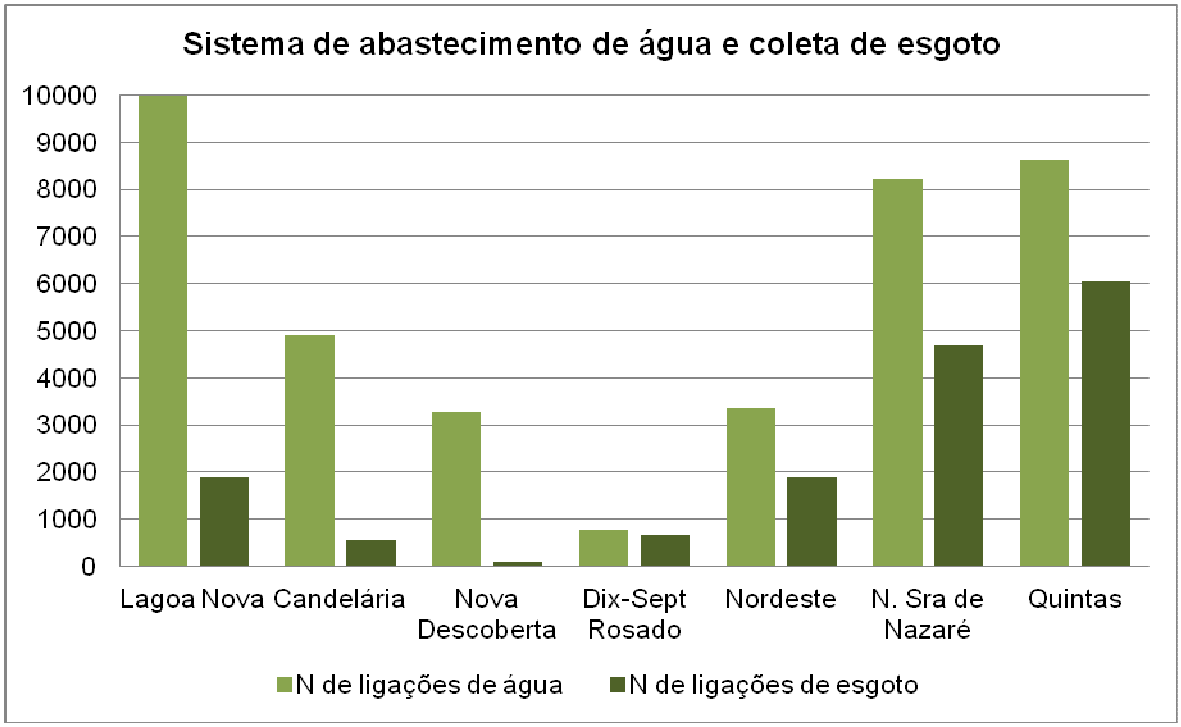


Gráfico 3.1: Acesso aos serviços de água e esgoto fornecidos pela Companhia Estadual de águas e esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN
Fonte: Natal, 2009

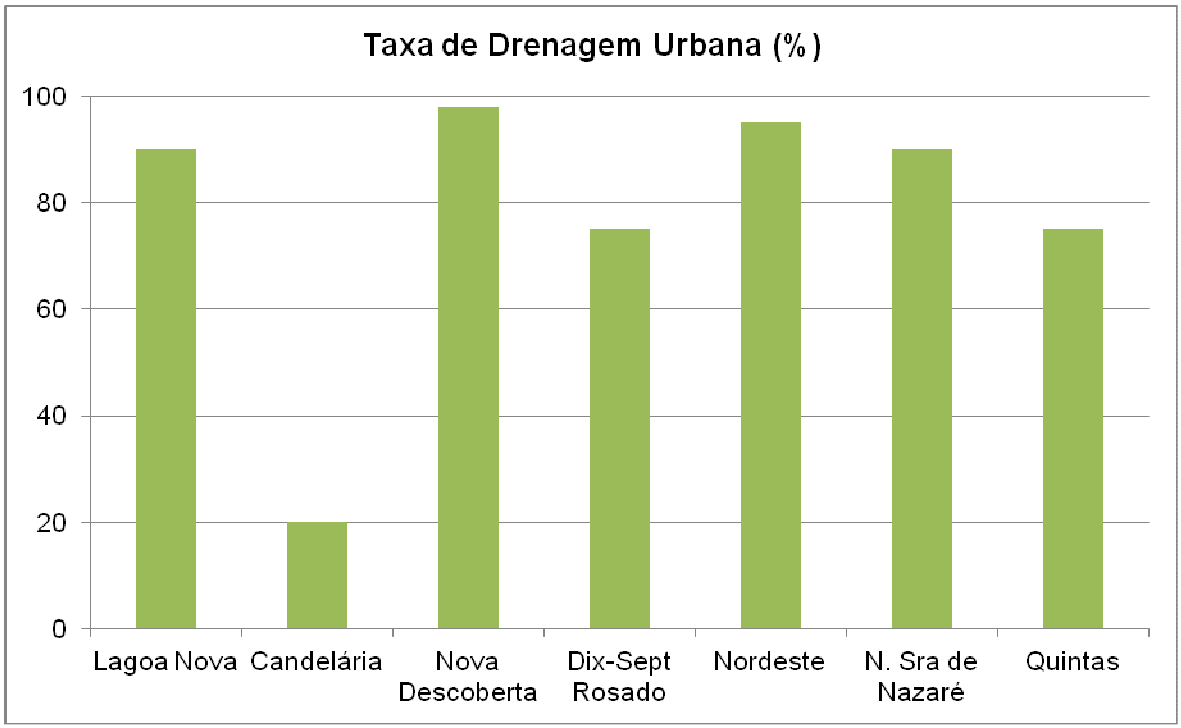


Gráfico 3.2: Porcentagem do bairro com rede de drenagem urbana instalada
Fonte: Natal, 2009

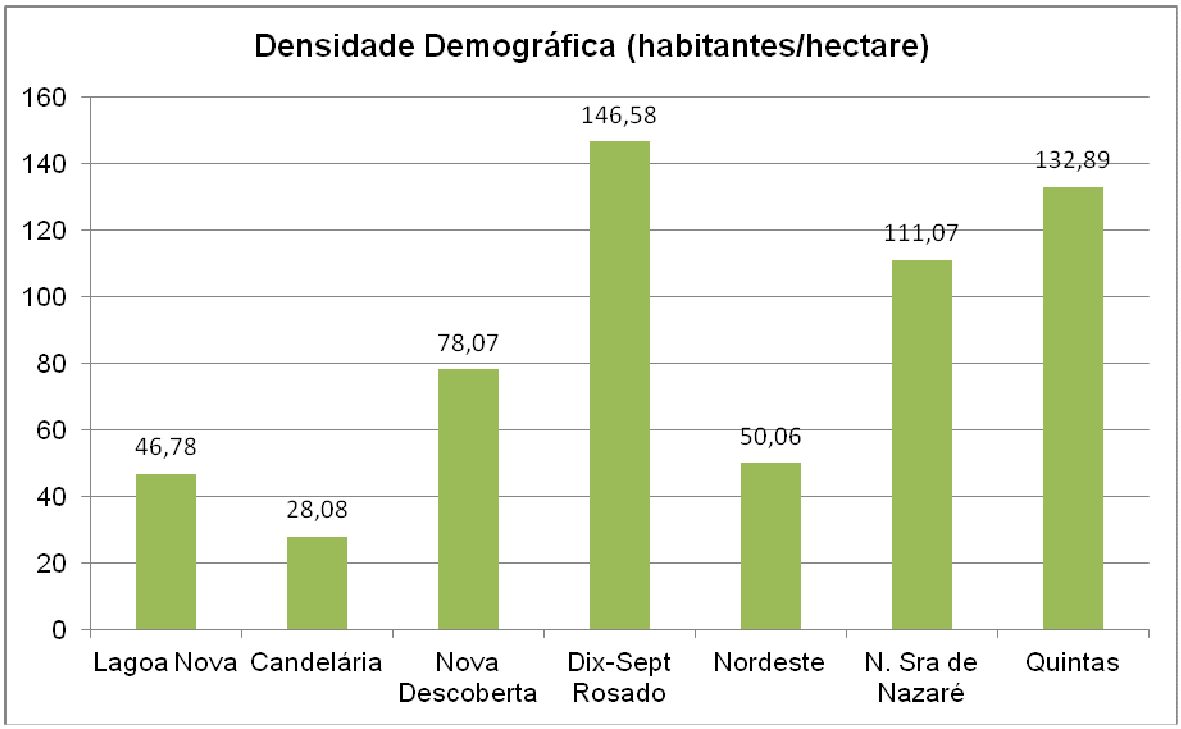


Gráfico 3.3: Densidade demográfica dos bairros mais representativos em área da Bacia de drenagem XII
Fonte: Natal, 2009

3.2 APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE SANEAMENTO BÁSICO – ISBA

3.2.1 Caracterização da amostra

A amostra que foi questionada acerca do acesso e satisfação dos serviços de saneamento básico totalizou 384 pessoas distribuídas nos bairros conforme a tabela 3.1.

Dos 384 entrevistados, um total de 198 (51,6%) era do sexo feminino e, 186 (48,4) que se distribuíam em termos de idade conforme a tabela 3.1 abaixo.

Bairros	Quantidade	%
Menor de 18 anos	15	4,0
De 18 a 25 anos	57	14,8
De 26 a 33 anos	67	17,4
De 34 a 41 anos	102	26,6
Acima de 42 anos	143	37,2
Total	384	100

Tabela 3.1: Distribuição da amostra por faixas de idade

No que tange ao tempo de residência do morador na residência (ajuda a avaliar o quão informado o entrevistado se encontra em relação aos serviços de saneamento) tem-se 51% (196 pessoas) residindo no local a mais de 10 anos. Além

dessas, 113 (29,4%) dos moradores encontram-se morando no local de 6 a 10 anos. Os demais componentes da amostra (totalizando 75 pessoas – 19,6%) acham-se fixadas no local a, no máximo, 5 (cinco) anos.

Portando-se a característica dos logradouros onde as residências acham-se encravadas, verificou-se que 364 dos questionários (totalizando 94,8%) foram realizados em áreas eminentemente residenciais. O restante, apenas 5,2% da amostra, encontrava-se em região onde predomina empreendimentos comerciais diversos.

A partir da análise dos dados apresentados acima, tem-se como perfil da amostra, cujos dados serão utilizados na aplicação do ISBA: mulheres acima dos 42 anos, moradoras de logradouros eminentemente residenciais e, que residem no local a mais de 10 (dez) anos.

Vale ressaltar que todos os gráficos e tabelas que serão apresentados, a seguir, têm como dados de origem as informações que foram colhidas a partir dos questionários aplicados na amostra da Bacia de Drenagem XII.

3.2.2 Abastecimento de água

O sistema de abastecimento de água da cidade do Natal se encontra, assim como a tendência Nacional, relativamente sólido, sendo observadas quase 195000 (cento e noventa e cinco mil) ligações de residências a rede (Anuário, p. 324, 2009).

Para se ter uma idéia visual de como o sistema se encontra igualmente disseminado na Bacia objeto deste estudo, pode-se visualizar a figura 3.1.

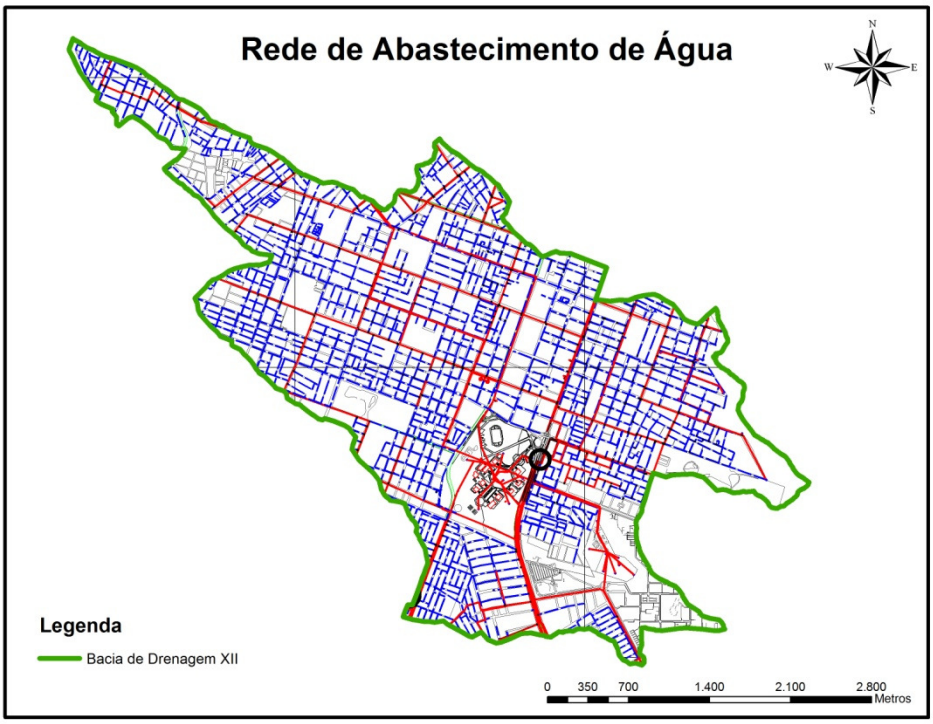


Figura 3.1: Bacia de Drenagem XII e a distribuição do sistema de abastecimento de água. Em azul, a tubulação com menos de 100 mm; em vermelho, a tubulação com mais de 100 mm
Fonte: CAERN, 2000;PDDAP, 2009

O questionário, por trazer uma amostra do total, também apresentou características similares no que concerne ao sistema de abastecimento de água. Para o montante pesquisado, o que pode ser destacado para efeitos de qualidade do serviço (que é um dos principais objetos de análise deste trabalho) refere-se a queixas acerca de problemas de falta de água em alguns dias da semana.

Dos 384 entrevistados, 123 (cento e vinte três) alegaram indisponibilidade do serviço alguns dias da semana ou mês. Este valor, que representa 32% do total, pode ser visto como preocupante visto que acesso a um determinado serviço deve ser visto a partir do dueto qualidade e quantidade que devem, sempre, serem analisados conjuntamente.

Apesar das informações supramencionadas, verificou-se – conforme pode ser visualizado no gráfico 3.4 – que a população mostrou-se muito satisfeita/satisfeita (74% da amostra) quando perguntada acerca do sistema de abastecimento de água ao qual tem acesso.

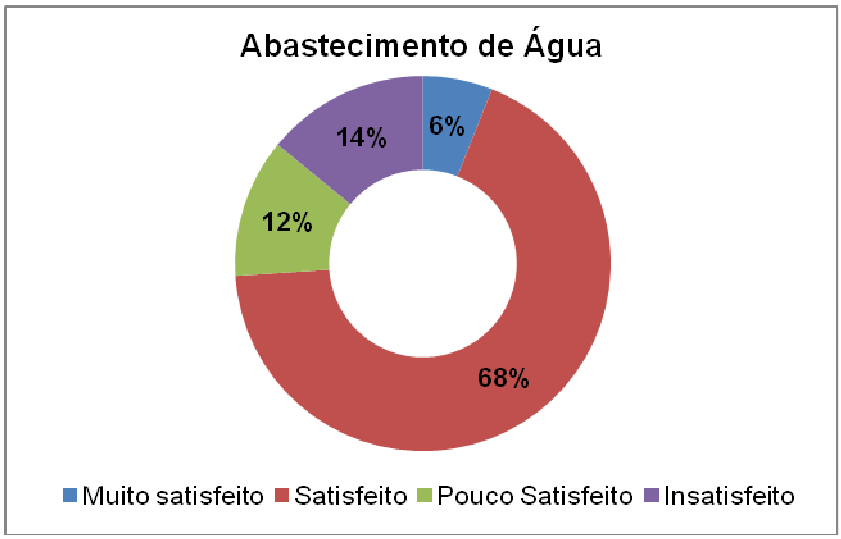


Gráfico 3.4: Taxa de satisfação quanto ao serviço de abastecimento de água

Já no que concerne ao I_{AA} (ver item 2.4.1), tem-se a tabela 3.2 com os cálculos dos dois componentes principais e o valor final do sub-índice. Vale ressaltar que as quatro residências que alegaram não ter acesso a rede pública, fazem uso de água de poço (existência irregular) para a obtenção deste recurso.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
AA	**98,9583**
Total da Amostra	384
Acesso ao Serviço	380
NC	**4,6875**
Total da Amostra	384
Amostra Confiante	91
I_{AA}	**61,3281**

Tabela 3.2: Índice de Abastecimento de Água e seus dois componentes: acesso a água e nível de confiança

Apesar da alta taxa de acesso e a incidência relativamente pequena de falhas na distribuição, a população de forma geral (quase 77%) não confia na água distribuída para usos nobre, como é o caso de beber e cozinhar. A maioria dos usuários alegou utilizar água mineral (76,3%) para estes fins. Vale ressaltar, porém, que a parcela da amostra que alegou usar água da Concessionária seguida de tratamento (água fervida, filtrada ou adicionada de produtos a base de cloro) – perfazendo 18,7% - não foi incluída no rol daqueles que não confiam na água fornecida pelo sistema para fins de consumo direto.

Ainda fazendo as ressalvas acima explicitadas, o NC acabou fazendo o I_{AA} (que atingiu pouco mais de 61%) baixar consideravelmente, mostrando, portanto, que a água distribuída ainda que alcance boa parte da população não tem conseguido convencer seus usuários quanto à sua adequação sanitária.

Conforme o Art. 2º, da Portaria nº 518/04 editada pelo Ministério da Saúde – MS, *"Toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água".* A mesma normativa coloca que os responsáveis pelo sistema de abastecimento de água devem (mesmo que o regime seja de concessão ou permissão) fornecer à população água potável que, conforme o artigo 4º, I da mesma Portaria, deve atender a padrões físico, químicos, microbiológicos e radioativos de forma tal que não comprometam a saúde dos usuários (MS, 2004).

O resultado apresentado pelo NC não faz juízo de valor quanto ao cumprimento ou não da Concessionária no que tange aos padrões de potabilidade, o componente mostra apenas que a população ainda não conseguiu associar o conceito de água potável com o sistema de abastecimento ao qual tem acesso. Provavelmente, questões como a crescente contaminação das águas dos poços por nitrato afetou negativamente a obtenção do NC.

Extrapolando os resultados obtidos com a aplicação do ISBA, faz-se necessário analisar outros aspectos do sistema de abastecimento de água. Nesta perspectiva, destacam-se os poços que fornecem a imprescindível água subterrânea que alimenta muitos natalenses.

Na Bacia de Drenagem XII (ver figura 3.2) verifica-se a existência de 28 (vinte e oito) poços tubulares e 2 (dois) piezômetros[13]. Acerca dos poços tubulares (dos quais foi possível obter informações técnicas mais especificas por parte da CAERN (2000)) pode-se inferir (gráfico 3.5):

1) Possuem profundidade média de 91,4m (noventa e um virgula quatro) de profundidade;

2) Existem 19 (dezenove) poços ainda ativos;

3) Dos 7 (sete) poços inativos, 3 (três) foram desativados por excesso de nitrato (no caso, valores maiores que 10mg/l estabelecido pela Portaria nº 518/04)

[13] Pode-se verificar também a existência de dois reservatórios e duas estações elevatórias na área que compreende a Bacia de Drenagem XII

Essas informações mostram o quanto a problemática do nitrato encontra-se presente em nível também de bacia de drenagem. Esta informação ratifica ainda mais a preocupação do I_{AA} com a confiabilidade da água para consumo e, como a população busca alternativas – ainda que sem completa garantia de sucesso – para fugir dos riscos sanitários advindos da água.

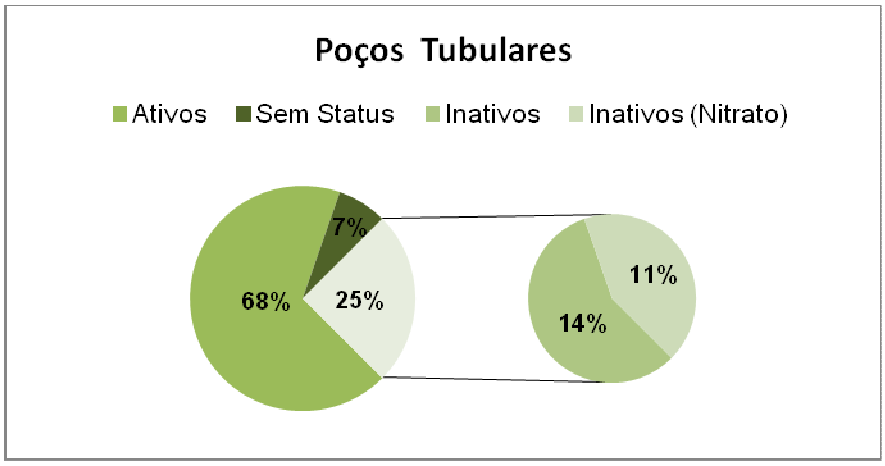


Gráfico 3.5: Poços tubulares da bacia XII (esquerda)

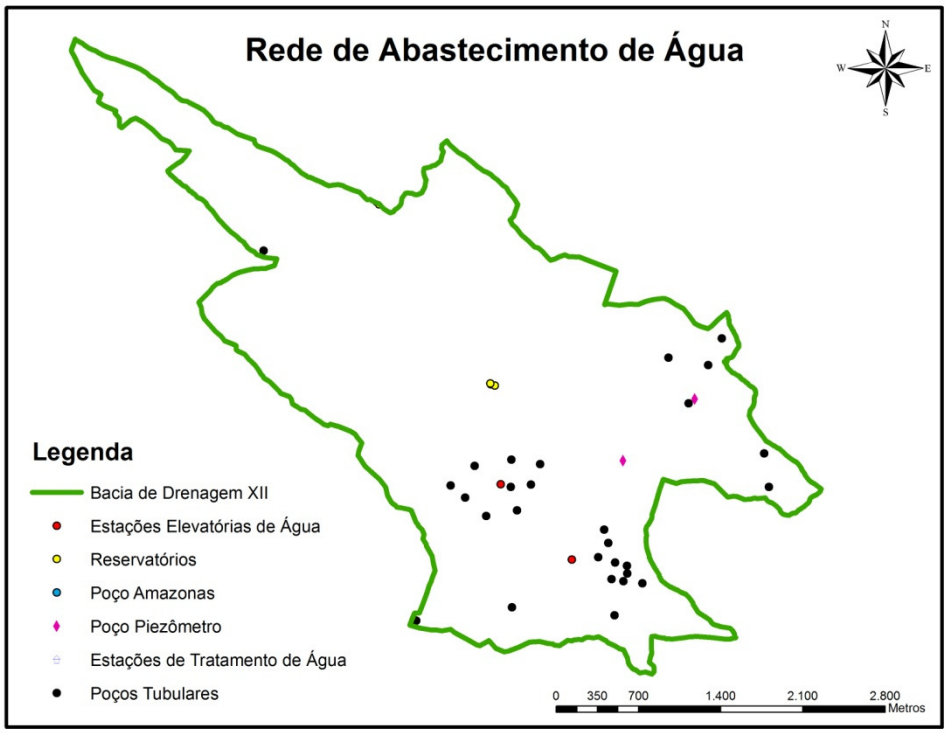


Figura 3.2: Bacia de Drenagem XII e suas estruturas de abastecimento de água (abaixo)

3.2.3 Coleta e tratamento de efluentes líquidos

O sistema de coleta e tratamento de efluentes líquidos na cidade do Natal ainda contempla uma diminuta quantidade de residências, cujo moradores, na falta

da rede, acaba optando por soluções individuais como a fossa-sumidouro, as fossas-negras ou a conexão irregular com a rede de drenagem urbana.

Com apenas 37% de sua população atendida pelo sistema, as soluções alternativas, apesar de ter se mostrado a única forma economicamente viável para grande parte dos natalenses, acarretou para a cidade consequências cuja resolução mostra-se cada dia mais difícil e inviável: a contaminação das águas subterrâneas por nitrato.

Como foi mostrado no gráfico 3.6, o nitrato foi responsável, na Bacia de Drenagem XII, por cerca de 50% das inativações de poços tubulares. Além disso, recursos hídricos importantes, com o Rio Potengi, continuam sendo contaminado por efluentes não tratados e lançados *in natura* no corpo hídrico.

Este ainda aparente descaso dos gestores com as questões relativas à coleta e tratamento de esgoto sanitário, refletiu de maneira clara nos resultados de satisfação obtidos na pesquisa realizada com a amostra de 384 moradores da área.

Como pode ser visto no gráfico 3.6, 61% (sessenta e um por cento) dos entrevistados acham-se insatisfeitos com o sistema coletor disponibilizado pela Concessionária. Tal insatisfação deve-se simplesmente ao fato de que quase 55% da amostra não tem acesso ao serviço e, por consequência, mostra-se insatisfeita com a falta do serviço em seu logradouro.

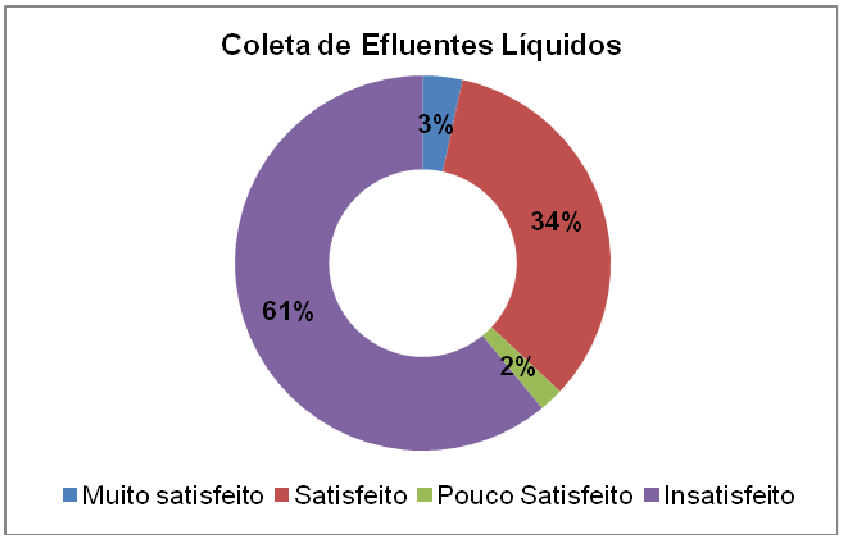


Gráfico 3.6: Taxa de satisfação quanto ao serviço de coleta de efluentes líquidos

A partir dos dados mencionados acima, obteve-se os seguintes valores para o I_{ES} (ver tabela 3.3).

COLETA DE EFLUENTES	
ASC	**45,57292**
Total da amostra	384
Acesso ao Serviço	175
AFS	**50,78125**
Total da amostra	384
Existência do Sistema	195
I_{ES}	**47,65625**

Tabela 3.3: Índice de Esgotamento Sanitário e seus dois componentes: acesso à coleta de efluentes e acesso ao sistema de fossa-sumidouro

Conforme mencionado antes, a população entrevistada apresenta mais acesso ao sistema de fossa-sumidouro (50%) do que ao sistema coletor (45%). Esta realidade conduziu o I_{ES} para valores menores que 50%, mostrando que o sub-índice condiz com a realidade vislumbrada quando a amostra foi interrogada diretamente.

3.2.4 Coleta disposição final de resíduos sólidos

A coleta e disposição de resíduos foi o que mais se mostrou eficiente frente à avaliação dos moradores que, em 80% (oitenta por cento) dos casos, aprovou o sistema. Esta satisfação também se refletiu no I_{RS}, conforme pode ser visto no gráfico 3.7.

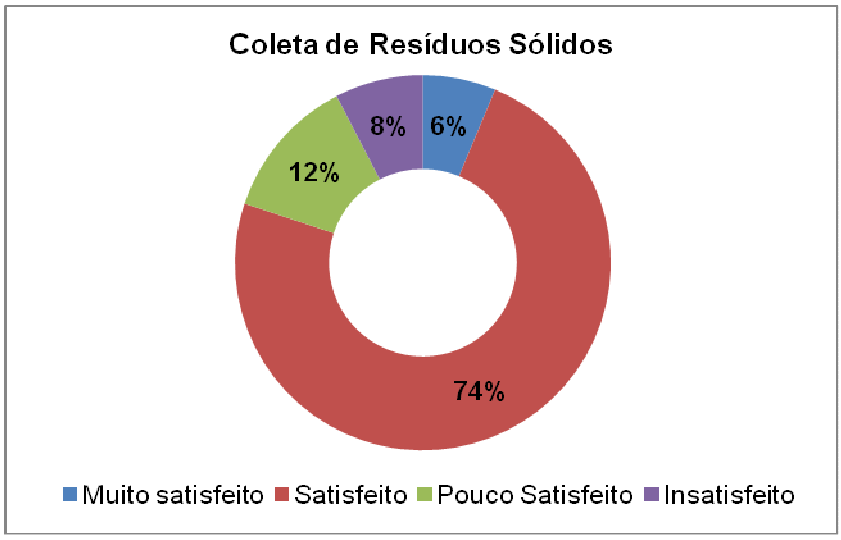


Gráfico 3.7: Taxa de satisfação quanto ao serviço de coleta de Resíduos Sólidos

Esta alta taxa de satisfação, bem como o grande valor alcançado no I_{RS}, deve-se possivelmente ao fato da coleta convencional atende a 88,5% da amostra pelo menos 3 (três) dias por semana e, apenas 5,4% dos questionados tem seu logradouro atendido menos de 3 dias por semana. Quanto à regularidade, não houve manifestação e tampouco à limpeza pública da área.

Como já apresentado acima, na formulação do índice a coleta convencional foi ponderada em 0,7, enquanto a coleta seletiva recebeu apenas 0,3. Esta proporção distinta deu-se pelo fato da coleta seletiva ser um avanço da coleta convencional o que, no contexto do I_{RS} a fez ter menor valor e; pela tendência apresentada na cidade do Natal e na própria amostra onde o acesso ao sistema convencional é significativamente maior que o acesso a coleta seletiva.

Partindo-se dessa premissa e, seguindo a tendência de outros trabalhos, obteve-se o I_{RS} alto com valor igual a 78,28.

Resíduos Sólidos	
ARS	99,21875
Total da amostra	384
Acesso ao Serviço	381
ACS	29,42708
Total da amostra	384
Acesso ao Serviço	113
I_{RS}	**78,28**

Tabela 3.4: índice de Resíduos Sólidos e seus dois componentes – Acesso a Coleta Convencional e Acesso a Coleta Seletiva

3.2.5 Drenagem Urbana

A drenagem urbana em Natal sempre representou para os gestores públicos motivo de grande preocupação em função dos muitos problemas oriundos da inexistência ou mau uso deste. Em função destas preocupações, um grupo de estudo formado por empresas, profissionais e especialistas na área foi montado com o intuito de elaborar um Plano Diretor que pudesse, além de apresentar um panorama das condições atualmente existentes em termos de rede, apresentar soluções - estruturais ou não – para resolver ou minimizar os impactos negativos das chuvas em algumas áreas da cidade.

A partir dos primeiros documentos confeccionados, definiram-se as bacias de drenagem que apresenta, no escopo deste trabalho, grande importância por representar o recorte territorial ora estudado.

Ao contrário dos outros sistemas – que utilizaram apenas os dados oriundos dos questionários – o sub-índice de águas pluviais I_{DAP} fez uso de dados gerados pela SEMOV, buscando mostrar, em um de seus componentes RD1 ou Rede de Drenagem 1 o quanto cada bairro contribui em área com a bacia e, a partir daí, ponderar com os valores de sistema de drenagem instalado em cada um deles.

As tabelas 3.5 e 3.6 e a figura 3.3 (representação espacial da metodologia adotada) trazem como foi obtido o RD e qual o valor final obtido para o I_{DAP}.

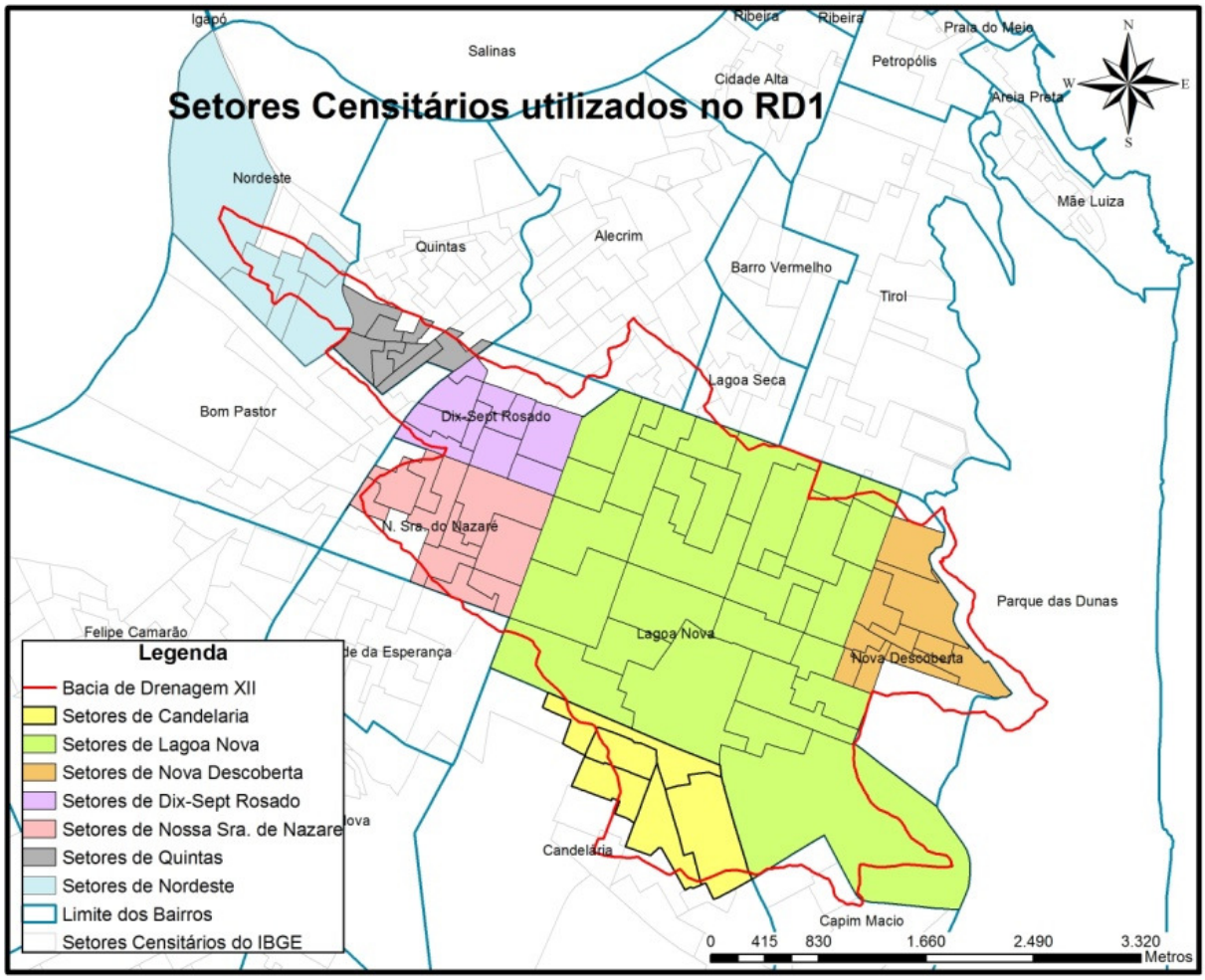


Figura 3.3: Representação espacial do uso dos setores censitários que compõem cada bairro na obtenção dos níveis de rede de drenagem existentes na Bacia XII

Bairro	Área (ha)	Área Bacia XII (ha)	Bairro %	Bacia %	Bacia (Decimal)	Drenagem	RD1
Candelária	779,80	109,23	14,01	8,00	0,08	20	1,60066
Nova Descoberta	156,67	92,84	59,26	6,80	0,07	98	6,66639
Lagoa Nova	766,16	768,69	100,33	56,32	0,56	90	50,69032
DS Rosado	111,37	80,29	72,10	5,88	0,06	75	4,41238
Nazaré	142,40	110,08	77,30	8,07	0,08	90	7,25880
Quintas	212,47	41,08	19,34	3,01	0,03	75	2,25763
Nordeste	233,23	162,59	69,71	11,91	0,12	95	11,31733
TOTAL	2402,10	1364,81	56,82	100,00	1,00	-	**84,20352**

Tabela 3.5: Obtenção do componente Rede de Drenagem (RD1)

Drenagem Urbana	
IE	55,72917
Total da Amostra	384
Alagamentos	214
RD1	84,20352
I_{DAP1}	**69,97**

Tabela 3.6: Índice de Drenagem de Águas Pluviais e seus dois componentes – Índice de Eficiência e Rede de Drenagem (1)

Como pode ser visto, a tabela 3.5 traz quanto de cada bairro acha-se inserido na área da Bacia XII (Bairro %), bem como a porcentagem da área da Bacia XII que é composta por um dos bairros da lista (Bacia %). Ao final, tem-se o produto entre os valores “Bacia Decimal” e as taxas de drenagem de cada bairro “Drenagem” fornecidas pela SEMOV (2009).

A partir da obtenção do RD1 foi possível calcular o I_{DAP1} a partir da média aritmética dos dois componentes. Assim como no índice de abastecimento de água, os componentes “Eficiência do Sistema” e “Existência da Rede” foram igualmente valorados, visto que não basta simplesmente implantar a drenagem se a mesma não funcionar quando exigida.

Tendo em vista que o valor obtido através da metodologia apresentada se mostrou significativamente diferente do número obtido no que concerne à satisfação da amostra em relação ao sistema de drenagem (ver gráfico 3.8), viu-se a necessidade de formular outro I_{DAP} formado por componentes cujos dados foram completamente obtidos na Bacia de Drenagem XII através do questionário. A partir desta necessidade, foram obtidos os valores arrolados abaixo na tabela 3.7.

Drenagem Urbana	
IE	55,72917
Total da Amostra	384
Alagamentos	214
RD2	**52,60417**
Total da Amostra	384
Existência de rede	202
I_{DAP2}	**54,17**

Tabela 3.7: Índice de Drenagem de Águas Pluviais utilizando-se unicamente dados da amostra extraída da Bacia XII

Como pode ser visualizado, o I_{DAP2} apresenta valor mais condizente com as taxas de satisfação dos moradores em relação aos sistemas, tendência essa que se mostrou também presente nos outros índices explicados supra. Para este sub-índice o RD_2 foi obtido através da razão entre a amostra que possui elementos claros da existência da rede de drenagem (Existência da Rede) e a amostra total.

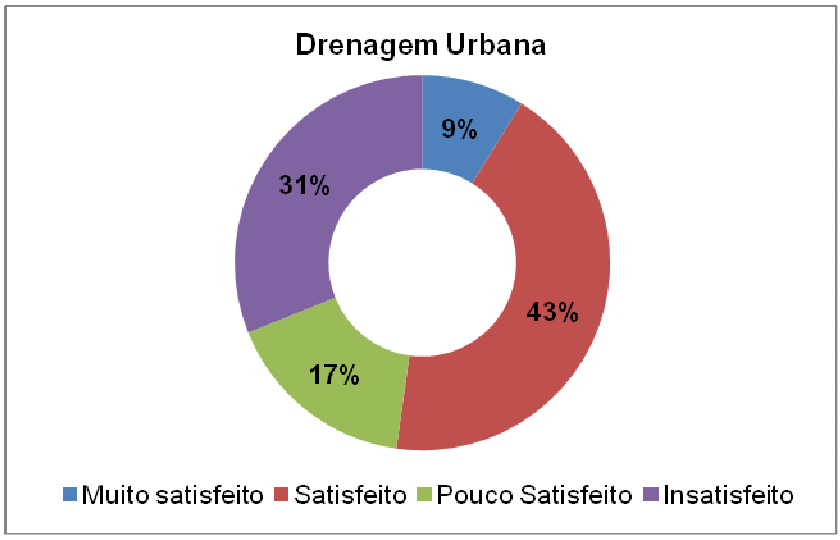


Gráfico 3.8: Taxa de satisfação quanto ao serviço de drenagem urbana

Obtido o índice, viu-se a necessidade de analisar quais as razões que conduziram a uma taxa de pouco mais de 50% (cinqüenta por cento) de satisfação em relação ao sistema de drenagem urbana. A partir das informações obtidas com a amostra, bem como através das visitas realizadas em diferentes pontos da bacia foi possível identificar alguns dos fatores que pode ter contribuído para valores tão baixos de satisfação.

Verifica-se na Bacia grandes quantidade de estruturas como bocas-de-lobo, sarjetas e canais tomados por lixo (ver figuras 3.4 e 3.5). Além disso, em alguns locais é comum a existência de ligações clandestinas de esgoto na rede drenagem

que ocasionam, além de mau cheiro e vetores, um desvio de função da rede que não consegue funcionar com plena eficiência quando de eventos chuvosos.

Figura 3.4: Resíduos sólidos interceptando as bocas-de-lobo (Bairro do Alecrim)
Fonte: 21/04/2011

Figura 3.5: Resíduos sólidos lançados nos canais de drenagem (Bairro das Quintas)
Fonte: 14/04/2010

Outro fator que pode ter influenciado negativamente no valor obtido para a satisfação dos moradores remete às lagoas de drenagem distribuídas pela bacia. Estes aspectos serão melhor relatados a seguir.

3.2.5.1 Lagoas de Drenagem Urbana da Bacia XII

As lagoas que se encontram no interior da Bacia XII se apresentam, de forma geral, sem condições de cumprir – em um contexto de cheia mais intensa – seu papel na infiltração e/ou armazenamento temporário das águas pluviais.

Isso porque se encontram com taludes em estado deplorável (quando este ainda existe – ver figura 3.6), não são isoladas com cerca ou possuem placas indicativas evitando o acesso direto de animais e pessoas (figura 3.7), além de apresentar resíduos sólidos (exterior e interior – figura 3.8) e, fundo colmatados.

Figura 3.6: Visão geral da lagoa do Preá
Fonte: 05/04/2010

Figura 3.7: Inexistência de cerca ou muro de proteção (Lagoa dos Potiguares)
Fonte: 05/04/2010

Figura 3.8: Lixo nos arredores da Lagoa do Preá
Fonte: 05/04/2010

O quadro 3.1 traz algumas das principais características observadas quando das três visitas realizadas nas lagoas ao longo de 1 (um) ano[14]. As figuras também

[14] As visitas foram realizadas nos dias 05 e 12 de abril de 2010 e no dia 21 de abril de 2011.

revelam o descaso, a situação quase inalterada das lagoas depois de transcorridos 12 (doze) meses – ver figuras 3.9 a 3.12.

Figura 3.9: Lagoa de São Conrado em 12/04/2010
Fonte: 12/04/2010

Figura 3.10: Lagoa de São Conrado em 21/04/2011
Fonte: 21 de abril de 2011

Figura 3.11: Lagoa de São Conrado em 12/04/2010
Fonte: 12/04/2010

Figura 3.12: Lagoa de São Conrado em 21/04/2011
Fonte: 21 de abril de 2011

A maioria das Lagoas localizadas na Bacia XII apresenta problemas similares: taludes inexistentes ou em péssimo estado de conservação (figura 3.14); fundo colmatado; cercas ou muros de acesso quebrados; lixo no interior e nas regiões adjacentes; existência de animais próximos ou no interior da lagoa – como é o caso de São Conrado, principalmente; presença de água servida em grande quantidade; muita vegetação comprometendo (principalmente no caso das lagoas CA 1, 2 e 3 – ver figura 3.15) quase que completamente as funções da estrutura; mal cheiro; presença de vetores (baratas, mosquitos etc.); não apresentam estruturas de urbanização que possibilitem outros usos como praças ou espaços para lazer e

esportes e; a região circunvizinha é composta basicamente por residências e pequenos estabelecimentos comerciais.

A única lagoa que foge ao padrão descrito acima é a Lagoa do CEI, mantida por uma escola particular de mesmo nome; esta estrutura de drenagem possui taludes em bom estado de conservação, apresenta cerca de proteção, integra a Praça Prefeito Claudionor de Andrade, não possui lixo no entorno ou interior e possui escadaria de acesso – observar figura 3.13.

Outra estrutura observada nas visitas (em função de sua importância para a bacia) foi o Riacho das Quintas (figuras 3.5 e 3.16) que desempenha importante papel no contexto da bacia XII conduzindo através dos seus 600m (seiscentos metros) de extensão as águas drenadas até o Rio Potengi.

Figura 3.13: Taludes em bom estado, inexistência de resíduos e cerca de proteção e área de infiltração gramada (Lagoa do CEI)
Fonte: 21/04/2011

Figura 3.14: Lagoa sem qualquer estrutura (Lagoa do Bumbum)
Fonte: 14/04/2010

Figura 3.15: As Lagoas do CA tomadas por vegetação
Fonte: 05/04/2010

Figura 3.16: Riacho das Quintas, com seus 600m de extensão, drena as águas pluviais para o Rio Potengi
Fonte: 12/04/2010

FORMULÁRIO DAS LAGOAS DE DRENAGEM DA BACIA XII															
Nome	**Urbanização[1] e Ocupação***	**Estrutura Física**								**Esgoto**	**Resíduos Sólidos**			**Qualidade das águas**	
		Taludes (**)	Limpeza (**)	Tratamento Preliminar	Estação Elevatória[1]	Rampa de acesso	Entrada Saída	Integra Praça	Muro/ cerca	Água servida	Lixo	Vegetação	Lodo	Coloração	Eutrofização
CEI	Urbanizada (Sem inundação) M (RU/CM)	1	1	Não	Não	Escadaria	Sim	Sim	<2m Cerca verde	Não	Não	Talude	Não	-	Não
PRÉA	Urbanizada (com inundação) M (RM/CM)	4	4	Não	Sim	Não	Sim	Não	>=2m danificado	Sim Grande qtd.	Sim (ext-int) Grande qtd.	Talude/ Fundo/ Flutuante	Sim	Intensa	Sim Perceptível/ Uniforme
SÃO CONRADO	Não Urbanizada (Com inundação) R (RU-CP)	4	4	Não	Não	Sim (Péssimas condições)	Não	Não	<2m danificado	Sim Grande qtd.	Sim (ext-int) Grande qtd.	Fundo	Pequena qtd.	Intensa	Não
POTIGUARES	Não Informado R (RU-CP)	4	4	Não	Não	Não	Não ID	Não	<2m danificado	Sim Grande qtd.	Sim (ext-int) Grande qtd.	Talude/ Fundo/ Flutuante	Sim	Intensa	Sim Perceptível/ Uniforme
CA 1	Não Urbanizada (Com inundação) C (G)	Não possui	4	Não	Não	Não	Sim (difícil Id)	Não	Inexistente	Sim (Difícil ID)	Sim	Em toda área Grande qtd.	Não ID	Sem ID.	Sem ID.
CA 2	Não Urbanizada (Com inundação) C (G)	Não possui	4	Não	Sim	Não	Sim (difícil Id)	Não	Inexistente	Não ID	Sim	Em toda área Grande qtd.	Não ID	Sem ID.	Sem ID.

FORMULÁRIO DAS LAGOAS DE DRENAGEM DA BACIA XII															
Nome	**Urbanização[1] e Ocupação***	**Estrutura Física**								**Esgoto**	**Resíduos Sólidos**			**Qualidade das águas**	
		Taludes (**)	Limpeza (**)	Tratamento Preliminar	Estação Elevatória[1]	Rampa de acesso	Entrada Saída	Integra Praça	Muro/ cerca	Água servida	Lixo	Vegetação	Lodo	Coloração	Eutrofização
CA 3	Não Urbanizada (Com inundação) C (G)	Não possui	4	Não	Não	Não	Sim (difícil Id)	Não	Inexistente	Não ID	Sim	Em toda área Grande qtd.	Não ID	Sem ID.	Sem ID.
BUMBUM	Urbanizada (Sem inundação) R (RU-CP)	4	4	Não	Não	Não	Sim (1 de difícil acesso)	Não	Inexistente	Sim (apenas uma identificada)	Sim (mais no exterior)	Talude/ Fundo	Não	Não	Não

Quadro 3.1: Principais características das Lagoas de águas pluviais da Bacia de Drenagem XII

FONTE: Visitas in loco; PDDAP, 2009

3.2.6 Acesso e satisfação da população aos sistemas urbanos na bacia de Drenagem XII

Conforme já explicitado acima, os valores de acesso (aqui representado pelos quatro sub-índices) e satisfação foram compatíveis, mostrando que essas duas variáveis acham-se intimamente relacionadas (ver tabela 3.8 e gráfico 3.9). Tem-se, desta forma, um coeficiente de correlação superior a 0,8 que é, na óptica da estatística, considerado como “Correlação Forte”.

No entanto, como apresentado em seguida (tabela 3.9 e gráfico 3.10) outra relação entre os mesmos fatores, alterando-se somente o $I_{DAP.}$ Com a inserção do RD1 (obtido com dados externos, sem o uso das informações alcançadas junto a mostra) o coeficiente de correlação decai para valores próximos a 0,5 o que representa uma “Correlação moderada”.

Esta comparação mostra de forma clara como a inserção de dados obtidos a partir de outras metodologias e adotando-se recortes geográficos distintos pode mascarar ou mesmo deturpar completamente a realidade. Pelas razões aqui expressas, o I_{DAP} a ser utilizado na obtenção do ISBA será aquele obtido com o uso do RD2.

Outro aspecto relevante que o coeficiente de correlação apresentou foi a importância e coerência dos valores obtidos a partir do questionamento direto da amostra em relação a sua satisfação no que concerne aos serviços de saneamento. Isso porque os dados mostraram-se condizentes com os valores obtidos através de mensurações técnicas, que remetiam diretamente a existência e funcionamento dos serviços.

Com isso, vê-se que a população não se encontra alheia aos problemas relacionados ao saneamento e que a sua percepção quanto a limitação de cada um dos sistemas é claramente expressa em suas respostas. Desta forma, verifica-se que quando a matéria influencia diretamente a qualidade de vida da população ela passa a ser mais enfática e precisa em sua manifestação.

	Sub-Índice	Satisfação
I_{AA}	61,36	74
I_{CE}	47,66	37
I_{RS}	78,28	80
I_{DAP}	54,17	52

Tabela 3.8: Sub-índices e taxas de satisfação

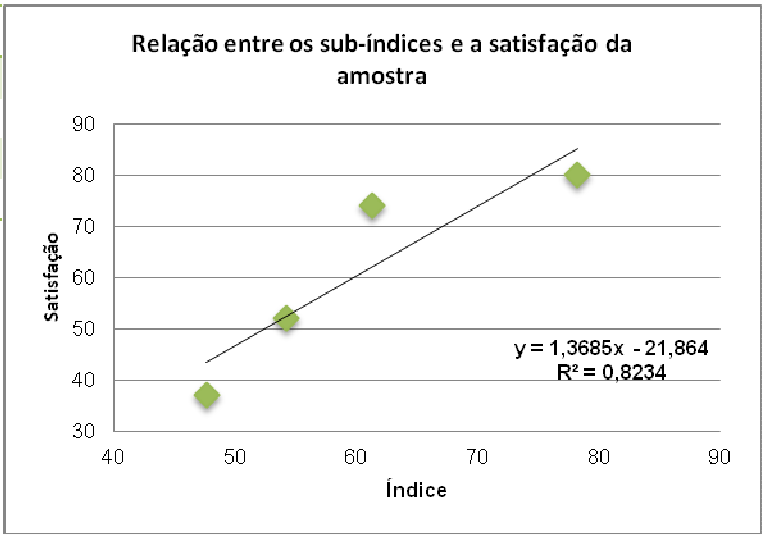


Gráfico 3.9: Utilização do RD2 (dados da amostra) e coeficiente de correlação alcançado

	Sub-Índice	Satisfação
I_{AA}	61,36	74
I_{CE}	47,66	37
I_{RS}	78,28	80
I_{DAP}	69,97	52

Tabela 3.9: Sub-índices e taxas de satisfação

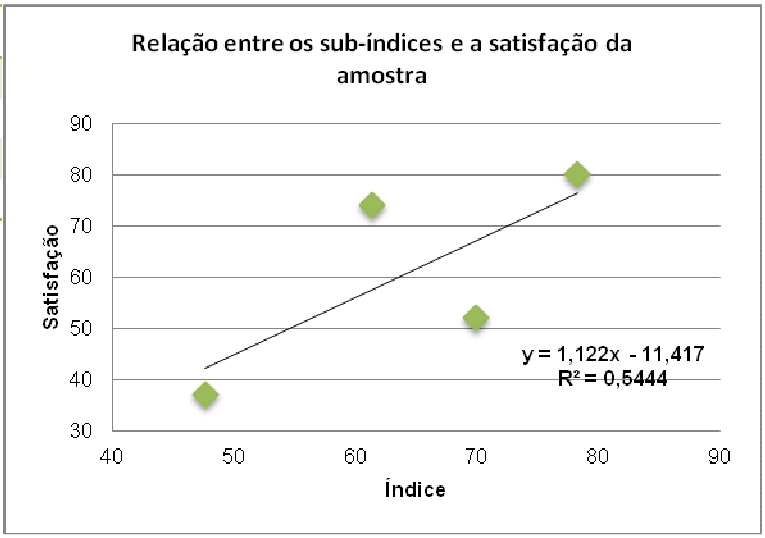


Gráfico 3.10: Utilização do RD1 (dados externos) e coeficiente de correlação alcançado

Apresentado os resultados obtidos para cada sub-índice separadamente, faz-se necessário obter – através da aplicação da equação 3.1, abaixo reapresentada.

$$I_{SBA} = 0,25*I_{AA} + 0,25*I_{CE} + 0,25*I_{RS} + 0,25*I_{DAP} \quad (3.1)$$

$$I_{SBA} = (0,25*61,36) + (0,25*47,66) + (0,25*78,28) + (0,25*54,17)$$

$$\mathbf{I_{SBA} = 60,37}$$

Conforme apresentado no quadro 2.2 tem-se Nível de Salubridade igual a "Médio" (intervalo compreendido entre os valores 50,51 a 75,50). O mesmo

procedimento foi realizado substituído-se os valores dos sub-índices pelas taxas de satisfação obtidas no questionário. Com a substituição, obteve-se uma Satisfação Média em Relação aos Sistemas Urbanos igual a 60,75 (pouco superior ao valor do I_{SBA}).

Como pode ser visto, o I_{CE} foi o grande responsável pelo desempenho mediano do índice mostrando, de forma enfática, a necessidade urgente de investimentos neste sistema. Além de influenciar negativamente no resultado final do índice de coleta, tratamento e disposição final dos efluentes líquidos pode ter auxiliado nas baixas taxas de confiabilidade (visto a contaminação das águas por nitrato) e na satisfação da amostra frente ao sistema de drenagem (neste caso relacionado às ligações clandestinas de esgoto na rede de drenagem).

O índice relativo à Coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos, por sua vez, contribuiu de forma significativa no aumento do I_{SBA} já que apresentou grandes taxas de acesso e satisfação.

Acerca deste sistema urbano, vale ressaltar que mesmo com o acesso, os entrevistados da amostra pouco conheciam os objetivos e desdobramentos do sistema, visto que das 384 pessoas, apenas 33 disseram saber para onde seus resíduos eram conduzidos após a coleta. Dos 33 que afirmaram conhecer esse destino, apenas 42,4% apresentaram uma resposta aceitável (no caso, Ceará – Mirim ou Aterro Sanitário).

Estes dados apontam também a necessidade de investimentos em educação ambiental realista e focada para integrar a comunidade nos problemas da cidade e mostrá-la seu preponderante papel no equilíbrio do meio ambiente urbano. Além disso, programas de conscientização podem auxiliar a comunidade nas reivindicações por serviços de saneamento básico em quantidade e qualidade suficientes para garantir o bem estar de todos.

4 CONCLUSÕES

A presente pesquisa buscou caracterizar e fazer proposições para uma área bem delimitada a partir do estudo sistemático desta, sob o foco do saneamento básico. Com isso, fez-se um levantamento in loco, bem como se lançou mão de outras ferramentas, como questionários e dados gerados por outras instituições para se elaborar um índice que pudesse de maneira simples, sintetizar as condições do lugar facilitando, sobremaneira, as conclusões e auxiliando na sugestão de melhorias.

Deste objetivo surge o I_{SBA} (aplicado em uma Bacia de Drenagem definida através do PDDAP) que se apresentou como o produto ponderado de quatro componentes relativos a cada um dos sistemas urbanos. Além disso, utilizou-se também com uma vertente qualitativa que trabalhava de maneira explicita com a opinião subjetiva da amostra. Tal vertente – denominada de “Satisfação” – apesar de não ter sido utilizada diretamente no índice mostrou-se como fator de validação para os resultados obtidos.

Desta forma, obteve-se com a aplicação do $I_{SBA,}$ valor mediano para a salubridade da Bacia de Drenagem XII (I_{SBA}=60,37). Ratificando tal valor e mostrando a importância de se considerar dados qualitativos em pesquisas de cunho cientifico, o mesmo índice foi adotado substituído-se os sub-índices dos sistemas pela taxa de satisfação da amostra, alcançando-se valor igual a 60,75, ligeiramente menor que aquele obtido a partir de informações com menor grau de subjetividade.

Este valor mostra que as populações não estão tendo acesso a serviços de saneamento em quantidade e qualidade adequadas (destacando o sistema de coleta e tratamento de esgoto que alcançou taxa de 47,66 de acesso) e que, por esta razão, acham-se insatisfeitas com tamanho descaso.

A pesquisa também mostrou que, apesar da insatisfação, a população ainda desconhece muitos dos aspectos importantes relacionados aos quatro sistemas e que ao conhecê-los poderiam reivindicar mais e melhor os seus diretos frente aos órgãos e instituições competentes. Além disso, pode-se inferir que ao desconhecer aspectos relevantes sobre o saneamento básico do seu bairro, o cidadão passa a não agir como agente de transformação e, portanto, acaba padecendo com os problemas oriundos da falta de funcionamento deste.

Isso traz para o cenário do saneamento da cidade a necessidade de investir não apenas em estruturas de concreto, estações de tratamento ou carros de coleta, mas, alerta para a urgente importância de canalizar recursos para educar o cidadão.

Esta educação, além de torná-lo mais apto a buscar seus direitos, faz desse natalense uma pessoa consciente do seu papel na manutenção dos sistemas existentes através de ações como: não lançamento de resíduos sólidos nas sarjetas, canais e bocas-de-lobo; utilização adequada do sistema de drenagem, não conectando seu efluente a rede e mesmo impedindo (através da denuncia, por exemplo) que o outros façam; informar-se sobre os dias e horários da coleta (seja convencional ou seletiva) para dispor adequadamente seus resíduos etc.

Apenas com investimentos conjuntos em infraestrutura e educação, pode-se esperar índices de saneamento mais elevados na cidade. Estes índices mais do que números deverão espelhar a qualidade de vida das pessoas e a importância de investir nesta para que a cidade possa de fato experimentar um progresso justo e igualitário.

5 DESAFIOS E RECOMENDAÇÕES

Durante grande parte desta pesquisa foi relatada a dificuldade de se obter informações em função do recorte geográfico escolhido como objeto de estudo não coincidir com os recortes utilizados pelos órgãos que, teoricamente, poderiam fornecer as informações necessárias para a aplicação do ISBA e análise como um todo da Bacia XII.

Tal ênfase ocorreu visto que este aspecto acabou por repercutir na dinâmica de todo o trabalho que passou a ser responsável não só pela criação do Índice, mas também, pela geração de todos os dados utilizados.

Além destas dificuldades, podem-se mencionar também outros entraves que dificultaram a elaboração deste Estudo:

1) A falta de estrutura dos órgãos responsáveis pela geração da informação faz com que estas não sejam devidamente colhidas e armazenadas. Com isto tem-se dificuldade em limitar quais dados acham-se disponíveis, bem como trabalhar com séries temporais o que, na prática, poderia resultar em conclusões mais precisas e uteis;

2) A aplicação de questionários, ao invés do uso de dados já previamente gerados, implica em custos que inviabilizaria a aplicação de índices – de modo geral – em escalas maiores;

3) O estabelecimento de ponderações para as variáveis que compuseram o ISBA já que em outros índices esta valoração se dava através de câmaras técnicas multidisciplinares, já que se trata de uma análise de cunho mais qualitativo (envolvendo a análise no contexto da engenharia sanitária quem é mais ou menos importante; deve ter mais expressividade em determinado sistema urbano), impedindo a aplicação isolada de técnicas estatísticas ou matemáticas;

Vale ressaltar, porém, que estes e outros empecilhos de menor proporção instigaram a busca de soluções e proporcionou maior aprendizado ao longo do desenvolvimento do trabalho.

Com isso, pode-se inferir a partir do que foi apresentado que a organização dos dados de forma a possibilitar uma utilização mais ampla por parte de pesquisadores e, dos próprios órgãos (quando estes querem usá-los de forma menos convencional) é de extrema importância visto ainda as limitações quali-quantitativas dos mesmos.

A uniformização, organização e facilitação do acesso por parte de todos (visto que este acesso foi por várias vezes dificultado ao longo deste estudo) das informações, bem como sua síntese na divulgação a partir do uso de índices pode gerar, além de parâmetros importantes de auxílio a decisão por parte dos gestores, uma ferramenta de cidadania e inclusão social fundamental para a sociedade natalense e brasileira.

Somada a necessidade de gerar e administrar dados (que faz parte de uma iniciativa a ser desencadeada por órgãos e instituições ligadas ao saneamento básico) apresenta-se para a continuidade desta pesquisa algumas outras recomendações que buscam aperfeiçoá-la e transformá-la ainda mais em instrumento de gestão urbana:

1) A inclusão da vertente regularidade do serviço nos sub-índices de “abastecimento de água” e “resíduos sólidos” visto que o componente acesso deve ser analisado sobre o aspecto quantitativo (o que foi realizado na pesquisa) e qualitativo (mensurar se o acesso é feito com a regularidade adequada de forma a atender as necessidades da população);

2) Revisão no questionário buscando incluir o fator qualitativo ao componente acesso (conforme apresentado acima), bem como a eliminação ou inclusão de outras perguntas buscando enriquecer as conclusões do índice;

3) Verificar de maneira mais adequada o sistema de drenagem, incluindo o fator funcionamento adequado já que a falta de rede de esgoto adequado faz com que as obras de drenagem sejam utilizadas para conduzir efluentes, desvirtuando a sua função precípua (transporte de águas pluviais). Tal inclusão passa a analisar esse sistema tão importante sobre um enfoque qualitativo que poderá auxiliar ainda mais na obtenção de resultados fidedignos;

4) Uso de equipamento de GPS, além de outros recursos tecnológicos disponíveis quando da aplicação dos questionários, visando melhorar a geração e tabulação dos dados obtidos;

5) Aplicação do I_{SBA} na Bacia de Drenagem XII após o termino das obras da Copa do Mundo de 2014 para avaliar se houveram mudanças significativas nos serviços de saneamento da área de estudo. Realizar também estudos mais específicos sobre as lagoas;

6) Utilização do I_{SBA} em outras bacias de Drenagem da capital para que se possa fazer comparativos bem como extrapolar os resultados do índice para a cidade de

maneira geral. Nesta perspectiva pode-se inclusive – para agilizar tal extrapolação – utilizar recorte geográfico distinto (o bairro, por exemplo) e fazer uso de dados já existentes;

7) Fazer uso do ISBA em conjunto com outros índices que tratem de questões relacionadas a urbanismo, segurança e mobilidade, por exemplo. Assim, os aspectos referentes à infra-estrutura não irão ser tratados de maneira isolada, permitindo uma analise critica mais embasada e conclusões ainda mais expressivas quanto ao cenário existente e as sugestões de investimento.

REFERÊNCIA

ALIBEGOVIC, Dubravka Jurlina. VILLA, Željka Kordej de. The role of urban indicators in city management: a proposal for Croatian cities. **Transition Studies Review**: regional studies and spatial planning. v. 15, p. 63-80, 2008. Disponível em: <http://www.springerlink.com.w10021.dotlib.com.br/content/d2jv88126u171722/fullte xt.pdf>. Acesso em: 23/05/2010.

BATISTA, Marie Eugénie Malzac; SILVA, Tarciso Cabral da. O Modelo ISA/JP: Indicador de Performance para diagnóstico do saneamento ambiental urbano. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental,** São Paulo, vol.11, nº 1, 55-64, jan./mar. 2006.

BRASIL. **Lei 10257, de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade)**. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: < www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/LEIS_2001/L10257.htm>.

BRASIL. **Lei 11445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007 2010/2007/lei/l11445.htm >.

BRASIL. Ministério da Saúde. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Portaria n 518, de 25 de março de 2004**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/ligis/portarias/518_04.htm>.

BRASIL. **Lei 6938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>.

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil.* Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos 2008**: Parte 2 – tabelas de informações e indicadores. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Brasília, 2010. BRASIL Ministério da Saúde. **Manual de saneamento.** 3 ed. Ver. Brasília: Fundação Nacional de Saúde. FUNASA, 2006.

BRASIL. **Lei 12305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos; altera a lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>.

CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antônio Miguel; DAVIS, Clodoveu. **Geoprocessamento**: teoria e aplicação. Disponível em: < http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/>.

CHOCAT, B.; ASHLEY, R.; MARSALEK, J.; MATOS, M.R.; RAUCH, W.; SCHILLING, W.; URBONAS, B. Toward the Sustainable Management of Urban Storm-Water. **Indoor Built Environ** 2007;16;3:273–285.

FARBER, Martin A.; M.ASCE, P.E. Simple Practical Applications for Sustainability Principles in Urban Drainage Master Planning. **Urban drenage, 2002.**

FERREIRA, Ângela Lúcia (Cord). **Uma cidade sã e bela:** a trajetória do saneamento de Natal (1850 a 1969). Natal: IAB/RN; CREA/RN, 2008.

HANCOCK, T. Urban ecosystems and human health. **International Development Research Centre:** science for humanity. Ottawa, Ontario, 2000. Disponível em: <http://www.idrc.ca/en/ev-22828-201-1-DO_TOPIC.html>. Acesso em: 27/04/2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – **IBGE Cidades:** Natal/RN. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 jan. 2011.

KELLNER, Erich. CALIJURI, Maria do Carmo. PIRES, Eduardo Cleto. Aplicações de indicadores de sustentabilidade para lagoas de estabilização. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 14, nº 4, p. 455-464, 2009.

MARTINS, Gilberto de Andrade; DONAIRE, Denis. **Princípios de Estatística.** 1. ed. São Paulo: Atlas, 1981. 200p.

PIZA, Francisco José de Toledo. **Indicador de Salubridade Ambiental.** Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo. Projeto Redistribuição da População e Meio Ambiente: São Paulo e Centro-Oeste. São Paulo, 2000.

PREFEITURA MUNICIPAL DE NATAL. **Anuário 2009**. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. Departamento de Informação, Pesquisa e Estatística. Natal, 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE NATAL. **Natal Ambiental**. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. Departamento de Informação, Pesquisa e Estatística. Natal, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE NATAL. **Relatório Ambiental Simplificado (RAS):** Estádio Arena das Dunas e Áreas de estacionamento. Secretaria Municipal de Planejamento, Fazenda e Tecnologia. Fundação Para o Desenvolvimento Sustentável da Terra Potiguar. Natal, 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE NATAL. **Relatório de Impacto no Trafego Urbano (RITUR):** Estádio Arena das Dunas e Áreas de estacionamento. Secretaria Municipal

de Planejamento, Fazenda e Tecnologia. Fundação Para o Desenvolvimento Sustentável da Terra Potiguar. Natal, 2009.

PRICEWATERHOUSECOOPERS. **Projeto Natal 2014:** Plano Executivo. Natal 2014: é do Brasil, é do mundo. Natal, abril, 2009.

REZENDE, Sonaly Cristina; HELLER, Léo. **O saneamento no Brasil**: políticas e interfaces. 2. Ed. Ver. e ampl. Editora UFMG. Belo Horizonte, 2008.

RIGHETTO, Antônio Marozzi (Cord). **Manejo de águas pluviais urbanas**. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Edusp, 2005.

SANTOS, Rozely Ferreira dos. **Planejamento ambiental:** teoria e prática. Oficina de textos. p. 58-70. São Paulo, 2004.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Vol.1. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

SPIEGEL, Murray R. In: Estatística. **Teoria da Correlação.** São Paulo, 1976. 1. ed., p.401-445.

TUCCI, Carlos E.M. Gestão Integrada das águas urbanas. **Revista de gestão de Água da America Latina,** Porto Alegre, vol. 5, nº 2, 70-81, jul./dez. 2008.