



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TENOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

ROSE CALDAS DE SOUZA MEIRA

AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE A ESTIMATIVA DO
IMPACTO GERADO POR EFLUENTES DOMÉSTICOS DE
ASSENTAMENTOS ESPONTÂNEOS E DE OCUPAÇÃO FORMAL
EM BELÉM / PARÁ.

Belém/PA

2008

ROSE CALDAS DE SOUZA MEIRA

AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE A ESTIMATIVA DO IMPACTO GERADO POR EFLUENTES DOMÉSTICOS DE ASSENTAMENTOS ESPONTÂNEOS E DE OCUPAÇÃO FORMAL EM BELÉM / PARÁ.

Orientadora: PROF^a. DR^a. ANA CLÁUDIA DUARTE CARDOSO

Belém/PA

2008

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Central/UFPA, Belém-PA

Meira, Rose Caldas de Souza, 1979-

Avaliação comparativa entre a estimativa do impacto gerado por efluentes domésticos de assentamentos espontâneos e de ocupação formal na bacia do Tucunduba em Belém - Pará / Rose Caldas de Souza Meira ; orientadora, Ana Cláudia Duarte Cardoso. — 2008

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2008.

1. Saúde ambiental – Guamá (Belém, PA). 2. Esgotos – Aspectos ambientais. 3. Assentamentos humanos. 4. Invasões de terra. I. Título.

CDD - 22. ed. 304.2098115



AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE A ESTIMATIVA DO IMPACTO GERADO POR EFLUENTES DOMESTICOS DE ASSENTAMENTOS ESPONTÂNEOS E DE OCUPAÇÃO FORMAL NA BACIA DO TUCUNDUBA EM BELÉM / PARÁ.

AUTORA:

ROSE CALDAS DE SOUZA MEIRA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA A BANCA EXAMINADORA APROVADA PELO COLEGIADO DO CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL DO INSTITUTO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL NA ÁREA DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL.

APROVADA EM: 18/04/2008.

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. ANA CLÁUDIA DUARTE CARDOSO
Orientadora

Profa. Dra. LUIZA CARLA GIRARD TEIXEIRA MACHADO
Membro

Prof. Dr. JOSÉ JÚLIO FERREIRA LIMA
Membro

Visto:

Prof. Dr. ALCEBÍADES NEGRÃO MACÊDO
Coordenador do PPGEC / ITEC / UFPA

A meu pai José Leão de Souza

(In memoriam)

“Saber para prever, prever para prevenir. A prevenção é a maior vitória. Não generalizar os critérios nem as soluções, que tem que se considerar caso a caso. Discutir, debater em multidisciplinalidade. Então mobilizarmos em favor do “ouro líquido” do séc. 21, ao qual todos os seres humanos tem direito de acesso: a água”.

A CARTA DA TERRA: BASE ÉTICA PARA UMA NOVA CULTURA DA ÁGUA

AGRADECIMENTOS

A Deus pela infinita bondade em me permitir tornar mais este grande sonho real.

A minha família pelo constante apoio em todos os momentos que sempre confiaram na conclusão deste trabalho, em especial ao meu esposo Pedro.

À minha orientadora, Profa. Ana Cláudia Duarte Cardoso, pela consideração de ter aceitado a orientação de minha dissertação e grande ajuda durante todo o desenvolvimento da mesma. Quero agradecer, sobretudo, pela compreensão, sensibilidade e senso crítico.

Ao Prof. José Júlio Lima por participar da banca de Qualificação e Defesa e pelas valiosas contribuições durante todas as fases do trabalho.

Às Professoras Luiza Girard e Vera Braz que participaram da minha banca de Qualificação e Defesa e pelas contribuições imprescindíveis para a realização da minha pesquisa.

A engenheira sanitarista Jaqueline dos Santos que participou de parte da pesquisa com seu TCC e seu constante esforço para dar continuidade a mesma durante os 9 meses de trabalhos de campo, o que foi uma tarefa muito difícil.

As amigas do curso de mestrado Luiza Lopes, Marcilia Negrão e Maria de Nazaré.

Ao Coordenador do PPGEC Professor Alcebíades Macêdo e a Secretária do programa Cleide Maués pela atenção e solicitude.

Aos amigos da Funasa/BA Danyelle Bauer, José Barros Rebouças, Ademar Zanini e Palmerinha pelos incentivos e pela amizade, em especial ao chefe da DIESP, Rebouças por ter conseguido viabilizar o empréstimo de hidrômetros para minha pesquisa, lá de Salvador/BA os com um amigo em Cametá/PA.

Ao SAEB de Cametá, na pessoa do senhor Loucelino, pelo empréstimo de 40 hidrômetros, para viabilização da pesquisa em campo.

A CAPES (Fundação de Amparo à Pesquisa), que me concedeu recursos financeiros durante dez meses, contribuindo com a realização dessa pesquisa.

A Coordenadora do Projeto PDL Tucunduba, pelas informações fornecidas e por liberar o funcionário Nilton, líder comunitário, para acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos em campo, ajuda fundamental para desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço em especial aos moradores do Riacho Doce, pelo recebimento amigo, participação na pesquisa durante os 9 meses e preciosas informações prestadas para elaboração deste trabalho.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – A disponibilidade de água no mundo	09
Figura 02 – Distribuição da água na natureza	09
Figura 03 – População mundial – escassez, estresse e suficiência relativa em 2000 e 2050... ..	11
Figura 04 – Distribuição dos recursos hídricos por Região no Brasil	12
Figura 05 –Ciclo do uso da água.....	15
Figura 06 - Solução Individual	19
Figura 07 - Risco de contaminação da água subterrânea por esgotos	19
Figura 08 - Distribuição de níveis de renda e usos do solo em Belém, mapa de renda média recebida por domicílio (número de salários mínimos por mês por domicílio) por setor censitário em Belém	37
Figura 09 - Mapa com limite das Bacias Hidrográficas de Belém	39
Figura 10 – Áreas de Estudo	40
Figura 11 – Áreas de Estudo	40
Figura 12 – localização do 4º setor de abastecimento.....	41
Figura 13 - Imagem aerofotogramétrica da área do Tucunduba	42
Figura 14 - Imagem aerofotogramétrica da área 2.....	43
Figura 15 – Aerofoto do assentamento Riacho Doce	45
Figura 16 – Ruas do Tucunduba antes do PDL	46
Figura 17 – Ruas do Tucunduba depois do PDL	46
Figura 18 - Imagem aerofotogramétrica e fotos da área 1.....	47
Figura 19 – Mapa da área 2 de estudo	49
Figura 20 – Ruas da José Bonifácio.....	50
Figura 21 e 22 – Residência Localizada na Av. José Bonifácio	50
Figura 23 – Imagem aerofotogramétrica com fotos da José Bonifácio com infraestrutura de serviços e das ruas.....	51
Figuras 24 e 25 – Instalações dos hidrômetros nas áreas informais (Assentamentos Informais)	60
Figuras 26 e 27 – Instalações dos hidrômetros na área informal, Riacho Doce	60
Figuras 28 – Imagem da área informal do Riacho Doce com as economias selecionadas	61
Figuras 29 – Imagem da are formal da José Bonifacio com as economias selecionadas	63
Figura 30 - Imagem aerofotogramétrica da área do Riacho Doce.....	65
Figura 31 - Imagem aerofotogramétrica da área da José Bonifácio.	66

Figura 32 – Tipos de Habitações melhoradas no Riacho Doce.....	75
Figura 33 – Tipos de Habitações ainda em madeira no Riacho Doce.....	75
Figura 34 - Ponto principal de consumo de água no interior de uma das economias pesquisadas.....	76
Figura 35 - Caixa d'água no interior de uma das economias pesquisadas	77
Figura 36- (a) – Ponto de lançamento de efluente no quintal e, (b) Lançamento na parte inferior da residência	79
Figura 37 - Ponto de lançamento dos efluentes no Igarapé Tucunduba	79
Figura 38 – Tipologia das economias estudada e suas localizações.	92
Figura 39 – Esgoto sanitário em residência do Riacho Doce	112
Figura 40 – Esgoto sanitário em residência do Riacho Doce	112
Figura 41 – Boca de lobo na área 1	112
Figura 42 – Boca de lobo na área 2	112
Figura 43 – Cartograma com a situação do esgotamento sanitário das duas áreas.....	114
Figura 44 – Ponto único de consumo de água no Riacho Doce	117
Figura 45 – Esgoto sanitário em casa do Riacho Doce.	117
Figura 46 - Tubulação de Drenagem que lança esgoto e águas pluviais no Igarapé Tucunduba	120

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - QCP Médio nas economias da área do Tucunduba	70
Gráfico 2 - Distribuição do Nível de Escolaridade dos Habitantes da Área 1	72
Gráfico 3 – Distribuição da Ocupação dos Habitantes da Área 1	73
Gráfico 4 – Renda mensal em número de salários mínimos área 1	73
Gráfico 5 – Distribuição do Tipo de Habitação dos moradores da Área 1	74
Gráfico 6 – Número de pontos de água na área 1	75
Gráfico 7– Distribuição da Satisfação com a Água Consumida pelos Habitantes da Área 1.....	77
Gráfico 8 – Número de habitantes na área 1	77
Gráfico 9 – Cuidados com a água em Habitantes da Área 1	78
Gráfico 10 - Destino dos Esgotos na área 1.....	78
Gráfico 11 – QCP x Renda – Tucunduba.....	81
Gráfico 12 - QCP x N Habitantes de Água – Tucunduba.....	82
Gráfico 13 – QCP x N pontos de água - Tucunduba.....	83
Gráfico 14 – QCP Médio nas economias da área da José Bonifácio	88
Gráfico 15 – Distribuição do Nível de Escolaridade dos Habitantes da Área 2.....	90
Gráfico 16 – Distribuição da Ocupação dos Habitantes da Área 2.....	91
Gráfico 17 – Renda mensal em número de salários mínimos área 2	91
Gráfico 18 – Distribuição do Tipo de Habitação dos moradores da Área 2.....	93
Gráfico 19 – Número de pontos de água na área 2	93
Gráfico 20 – Distribuição da Satisfação com a Água Consumida pelos Habitantes da Área 2.....	94
Gráfico 21 – Número de habitantes na área 2	94
Gráfico 22 – Cuidados com a água em Habitantes da Área 2.....	95
Gráfico 23 – QCP x Renda – José Bonifácio	96
Gráfico 24 – QCP x N Habitantes de Água – José Bonifácio.....	97
Gráfico 25 – QCP x N pontos de água – José Bonifácio	98
Gráfico 26 – Boxplot para QCP da área 01 e 02.....	103
Gráfico 27 - Valores individuais de QCP da área 01 e 02.....	103
Gráfico 28 - QCP de água relacionados a renda em número de salários mínimos. 104	
Gráfico 29 - QCP de água relacionados a numero de habitantes	105
Gráfico 30 - QCP de água relacionados a número de pontos de água	106
Gráfico 31 - QCP x Cuidados com a água	107
Gráfico 32 - QCP x Destino final da água	107
Gráfico 33 - QCP x Escolaridade	108

Gráfico 34 - QCP x Tipos de habitação.....	108
Gráfico 35 - Boxplot para N° de Pontos de Água da área 01 e 02.....	109
Gráfico 36 - Valores individuais do N° de Pontos de Água da área 01 e 02.....	109
Gráfico 39 - Vazões e Carga Orgânica Estimadas na área do Riacho Doce e José Bonifacio	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Aumento da população por ano, dia e minuto	10
Tabela 2 - Principais agentes poluidores das águas	14
Tabela 3 – Valor médio do consumo per capita de água	23
Tabela 4 – Projetos de coleta, tratamento e destino final dos esgotos sanitários em Belém	38
Tabela 5 – Dados Descritivos da Área 01	72
Tabela 6 - Matriz de correlação entre QCP da Área 01, Número de Habitantes, Renda e Número de Pontos D'Água	80
Tabela 7 – Dados Descritivos das Variáveis da Área 02	89
Tabela 8 - Matriz de correlação entre QCP da Área 02, Número de Habitantes, Renda e Número de Pontos D'Água	95
Tabela 9 - Estimativa do QCP água, Densidade, Vazão de Esgotos e Carga Orgânica em termos de DBO calculadas	111
Tabela 10 – Percentuais mostrados em linhas das variáveis Tipo de habitação x Escolaridade na José Bonifácio, onde é possível visualizar os percentuais totais da população na última linha e em cada coluna os subtotais desses percentuais	88
Tabela 11 – Percentuais mostrados em colunas das variáveis Tipo de habitação x Escolaridade na José Bonifácio, onde é possível visualizar os percentuais totais da população na última coluna e em cada linha os subtotais desses percentuais	89
Tabela 12 – Percentuais mostrados em linhas das variáveis Tipo de habitação x Escolaridade no Tucunduba, onde é possível visualizar os percentuais totais da população na última linha e em cada coluna os subtotais desses percentuais	90
Tabela 13 – Percentuais mostrados em colunas das variáveis Tipo de habitação x Escolaridade no Tucunduba, onde é possível visualizar os percentuais totais da população na última coluna e em cada linha os subtotais desses percentuais	90
Tabela 14 – Percentuais mostrados em linhas das variáveis Tipo de habitação x Destino final da água na José Bonifácio, onde é possível visualizar os percentuais totais da população na última linha e em cada coluna os subtotais desses percentuais	91
Tabela 15 – Percentuais mostrados em linhas das variáveis Tipo de habitação x Destino final da água na José Bonifácio, onde é possível visualizar os percentuais totais da população na última coluna e em cada linha os subtotais desses percentuais	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Doenças relacionadas com as fezes.....	17
Quadro 2 - Descrição dos tipos de Sistema de Esgotamento e desenho esquemático	20
Quadro 3 – Fatores de influência no consumo de água.	22

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1 – Tipos de Sistema de Esgotamento	18
Esquema 2 – Evolução Institucional dos Sistemas de Abastecimento de Água	34
Esquema 3 - Passo a passo da metodologia adotada	56
Esquema 4 – Critérios para seleção da área 1	59
Esquema 5 – Critérios para seleção da área 2	61

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

BNH – Banco Nacional de Habitação

CODEM – Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém

C - Coeficiente de retorno

COSANPA – Companhia de Saneamento do Pará

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

FSESP - Fundação de Serviço Especial de Saúde Pública

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

L/hab.dia – Litros por habitante por dia

M.O – Matéria orgânica

ODM - Objetivos do Milênio

PLANASA - Plano Nacional de Saneamento

PROSANEAR - Programa de Saneamento para População de Baixa Renda

PROSEGE - Programa de Ação Social em Saneamento

PDL – RDP / TUCUNDUBA - Plano de Desenvolvimento Local - Riacho Doce e Pantanal

Projeto de Prolongamento da Avenida 1º de Dezembro

PROJETO UNA

QCP - Quota Per Capita

RMB – Região Metropolitana de Belém

UNESCO – Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Cultura

RESUMO

A presente pesquisa apresenta avaliação comparativa do impacto ambiental gerado por contextos habitacionais diferentes dentro do mesmo espaço urbano, no caso o bairro do Guamá, município de Belém, o contexto formal corresponde à ocupação da Av. José Bonifácio e o contexto de produção informal corresponde à comunidade do Riacho Doce. Na referida avaliação foram levados em consideração para investigação os seguintes aspectos: Consumo per capita de água, consumo per capita de esgoto, universalidade e equidade do fornecimento dos serviços de saneamento (abastecimento de água e esgotamento sanitário), tarifação de abastecimento de água, qualidade e acessibilidade dos serviços, contexto habitacional, aspectos socioambientais, com objetivo de caracterizar a população residente nessas áreas e finalmente estimar a carga orgânica (Kg de DBO/dia) e a vazão (m^3/d) de efluentes domésticos gerados de assentamentos espontâneos e em uma área urbana consolidada, com o intuito de identificar qual contexto habitacional apresenta maior potencial de impacto em termos de geração de vazão e carga orgânica sobre a bacia receptora de efluentes, neste caso a Bacia do Tucunduba. Apesar dos resultados serem valores relativamente próximos, na área de Assentamento Espontâneo, a vazão de esgotos estimada $44,38 m^3/dia$ e Carga Orgânica de $13,31 Kg de DBO/dia$, e na área de Ocupação Formal a vazão de esgotos estimada $43,06 m^3/dia$ e Carga Orgânica de $12,91 Kg de DBO/dia$, foi possível observar neste trabalho que existe diferenciação do impacto ambiental gerado pelas duas áreas na bacia receptora no Igarapé Tucunduba, sendo maior no Riacho Doce onde a população permanece em contato com os efluentes e sob maior vulnerabilidade sanitária, pois, os efluentes da José Bonifácio são encaminhados pela rede de drenagem e sua carga orgânica é diluída pela vazão de águas pluviais ao chegarem ao Igarapé (distanciando a contaminação de sua fonte) e os efluentes do Riacho Doce são lançados in natura diretamente sob as casas e no Igarapé.

Palavras-chave: Per Capita de água, carga orgânica, vazão de esgotos, assentamentos formais e informais.

ABSTRACT

The aim of this research is to present a comparative evaluation of environmental damage produced by different housing contexts within the same urban space, in a district of Belém municipality, called Guamá, one represents a formal context – José Bonifácio Av., and other represents the informally produced space – Riacho Doce community. This evaluation has taken into account the following features, namely: per capita consumption of water, per capita consumption of sewage, universality and equality of the provision of sanitation services (water supply, sewage), charging for water supply, quality and accessibility of services, housing context, socio-environmental features, in order to characterize the population living in those referred areas and finally to estimate the organic charge (Tonne / day) and the flux of effluents generated in spontaneous settlements and in a consolidated urban area, with the aim of identifying which housing context presents greater potential for impact in terms of flow generation and organic charge on effluents receiving basin, in this case the Tucunduba basin. Although the results are relatively close values, in the area of the Riacho Doce the flux of sewage is estimated as 44,38 m³/ day and organic charge is estimated as 13,31 Kg of DBO/day, whereas in the area of the José Bonifácio the flux of sewage is estimated as 43,06 m³/day and organic charge is estimated as Kg of DBO /day. It was possible to verify from results, that there are differences between the environmental impacts yield by the two areas above referred on the receiving basin of river Tucunduba, being that the environmental impact generated by Riacho Doce, where the population remains in contact with the effluent and under a greater sanitary vulnerability, since that effluents of Jose Bonifacio Av. are guided by drainage system and its organic charge is diluted by flux of rainwater to reach Tucunduba River (removing the contamination of its source) while the effluents from Riacho Doce are launched in natura directly below houses and in Tucunduba River.

Keywords: Per capita of water, organic charge, sewage, formal and informal settlements.

SUMARIO

Lista de Figuras	I
Lista de Gráficos	II
Lista de Tabelas	III
Lista de quadros	IV
Lista de Esquemas.....	V
Lista de Siglas e Abreviações	VI
Resumo.....	VII
Abstract.....	VII
INTRODUÇÃO.....	01
CAPITULO I – Recursos Hídricos	07
1.1 A água como Recurso Natural	07
1.2 Disponibilidade e Demanda de Água no contexto mundial e nacional.....	10
1.3 Interface Água/Esgoto.....	13
1.3.1 Sistema de Esgotamento Sanitário.....	16
1.3.1.1 Tipos de Sistemas de Coleta e Transporte.....	17
1.3.2 Caracterização da Quantidade de Esgotos	20
1.4 Legislação das Águas no Brasil.....	27
CAPITULO II – Caracterização das Áreas de Estudo	31
2.1 Contexto da Região de Estudo - Evolução Urbana e do Saneamento na Cidade de Belém.....	31
2.1.1 Contexto da Região de Estudo - Bacia Hidrográfica do Tucunduba	37
2.2 Bacias Hidrográficas do Tucunduba e da Estrada Nova – Contexto	39
2.3 Caracterização da Área 1 Assentamento Espontâneo Riacho Doce	44
2.4 A Caracterização das Áreas da Cidade Formal.....	48

CAPITULO III – Aspectos Metodologicos	52
3.1 Problemática da Pesquisa	52
3.2 Delimitação do Tema e Justificativa.....	53
3.3 Metodologia	55
3.3.1 Contexto	55
3.3.2 Abordagens	56
3.3.3 seleção das economias.....	58
3.3.4 Análises dos dados	63
CAPITULO IV – Resultados e Discursões	68
4.1 Resultados da Área 1	69
4.1.1 Consumo de água da população residente no Riacho Doce.....	69
4.1.2 Resultados descritivos da Área 1.....	70
4.1.3 Resultados de correlação entre a variáveis da Área 1.....	80
4.2 Resultados descritivos da Área 2.....	87
4.2.1 Consumo de água da população residente na área de Ocupação Formal, José Bonifácio.....	87
4.2.2 Resultados descritivos da Área 2.....	88
4.2.3 Resultados de correlação entre a variáveis da Área 2.....	95
4.3 Analise Comparativa dos Resultados da Área 1 e Área 2.....	102
CONCLUSÕES	115
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	124
ANEXO 1 : RESULTADOS DA ÁREA 1.....	126
ANEXO 2 : RESULTADOS DA ÁREA 2.....	132
ANEXO 3 : RESULTADOS DAS ÁREAS 1 E 2	137
APÊNDICE 4: QUESTIONÁRIO APLICADO EM CAMPO	140

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

CAPÍTULO I – RECURSOS HÍDRICOS

O presente capítulo apresenta conceitos iniciais necessários para devida contextualização da temática proposta e compreensão dos demais capítulos. Os tópicos abordados compreendem uma visão geral sobre a água como recurso hídrico (Item 1.1), Dados sobre a disponibilidade de água nos contextos mundial e nacional (Item 1.2), Principais conceitos necessários a sobre interface água e esgoto e legislação das águas no Brasil (Item 1.3).

1.1 A água como Recurso Natural

O termo água refere-se, via de regra, ao elemento natural, desvinculado de qualquer uso ou utilização. Por sua vez, o termo recurso hídrico é a consideração da água como bem econômico passível de utilização com tal fim. Entretanto, deve-se ressaltar que toda a água da terra não é, necessariamente, um recurso hídrico, na medida em que seu uso ou utilização nem sempre tem viabilidade econômica (REBOUÇAS, 2002).

A água é uma matéria-prima de difícil valoração como "ativo natural" por ser muito grande a sua utilidade e não haver substituto para a maioria de seus usos. Além disso, os seus valores de mercado são geralmente muito baixos, mesmo se os produtos finais dela derivados alcancem altos valores de venda, tal como os produtos industriais. Desta forma, a maior parte da água utilizada em todos os países do mundo ainda é, com frequência, considerada um bem livre, isto é, seu valor financeiro implícito não faz parte das planilhas de custos dos projetos de abastecimento público, industrial ou agrícola (REBOUÇAS, 2001).

Os recursos hídricos ocupam um lugar especial entre os outros recursos naturais, visto que a água é a base da vida na terra, é o componente principal do ambiente e elemento para a vida humana. Por outro lado, a água é fundamental para sustentar uma melhor qualidade de vida e para o desenvolvimento econômico e social. A água também pode afetar a saúde humana quando contaminada. Em

excesso ou déficit, causa doenças, calamidades e outros danos ao ambiente (RIBEIRO, 2004).

Tanto a quantidade como a qualidade das águas sofre alterações em decorrência de causas naturais ou antrópicas. Entre as causas naturais que alteram o clima e, conseqüentemente, a disponibilidade de água, destacam-se as flutuações sazonais periódicas e outras variações climáticas. Entre as ações humanas que podem alterar o balanço hídrico, destacam-se em escala local e regional o desmatamento e a mudança do uso do solo, além dos usos da água dentro da cidade. Em escala planetária, destaca-se a mudança climática global decorrente da alteração das características químicas da atmosfera com gases que promovem o “efeito estufa” (SALATI et all, 2002).

Von Sperling (2007) comenta que a qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função das condições naturais (escoamento superficial e infiltração no solo, resultantes da precipitação atmosférica, já que a água é um solvente universal ela adquire características fisicoquímicas e minerais do ambiente onde se encontra) e do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica, onde a interferência do homem na forma concentrada, como na geração de despejos domésticos e industriais ou de forma dispersa, como na aplicação de defensivos agrícolas no solo, que agrega compostos na água.

Silva e Pruski (2000), comentam sobre o acentuado crescimento demográfico ocorrido nos últimos anos, e o quanto a conseqüente expansão econômica decorrente deste, acarretou um grande aumento da demanda de água, em virtude tanto da ampliação de formas de uso, como do volume requerido por cada um desses usos¹. Além do aumento de demanda são notórios os problemas de deterioração da qualidade da água doce em decorrência da poluição. Como conseqüência deste contexto começaram a se estabelecer conflitos cada vez mais intensos entre diferentes usuários, e a água passa a ser vista como um recurso

¹ Tipos de uso – Doméstico, comercial, industrial, etc.

escasso, mesmo em regiões em que há tempos atrás era considerado um recurso ilimitado.

A figura 1 mostra mapa com a grande disponibilidade de água doce no mundo e na figura 2 é apresentada a distribuição da água na natureza, onde apenas a água doce é disponível para consumo humano.

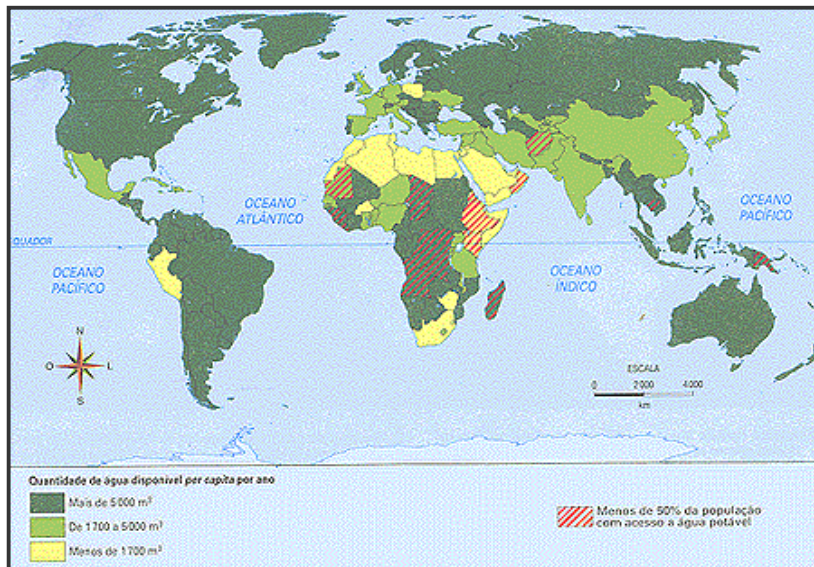


Figura 1 - A disponibilidade de água no mundo

Fonte: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=.:/agua/doce/index.html&conteudo=.:/agua/doce/artigos/terra.html>> Acesso em: 11 Jan. 2006.

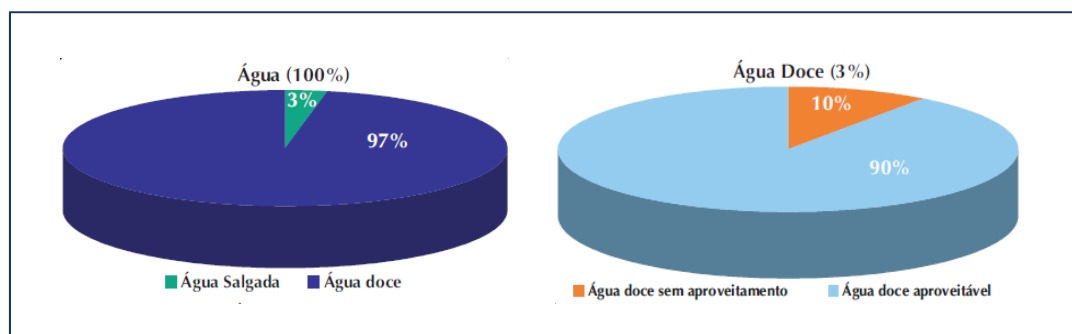


Figura 2 – Distribuição da água na natureza

Fonte: Brasil, 2004.

Para Von Sperling (2005), a ocupação urbana é o fator mais impactante da qualidade dos corpos d'água em função do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica. Grandes centros urbanos são responsáveis pela geração e lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais brutos, parcialmente ou

inadequadamente tratados e, até mesmo não tratados, de águas pluviais contaminadas pela lavagem da atmosfera, arraste e dissolução de toda sorte de substâncias expostas ao contato com as precipitações e escoamentos superficiais gerados, além de resíduos sólidos de toda espécie, parte dos quais, arrastados para as águas superficiais em decorrência de sua inadequada disposição, manejo ou tratamento.

1.2 Disponibilidade e Demanda de Água no contexto mundial e nacional.

A Organização das Nações Unidas (ONU) alerta em seu relatório anual de 2001, que em 2050, 4,2 bilhões de pessoas (mais de 45% do total mundial) estarão vivendo em países que não podem garantir a quota diária de 50 litros de água por pessoa para suas necessidades básicas. A população mundial, que dobrou para 6,1 bilhões nos últimos 40 anos, deve saltar 50%, segundo a projeção, dentro de mais meio século, para 9,3 bilhões. Todo o crescimento dar-se-á no mundo em desenvolvimento, cujas reservas já são super exploradas. Este relatório afirma que 1,1 bilhão de pessoas já não têm acesso à água limpa. Nos países em desenvolvimento, até 95% dos esgotos e 70% dos rejeitos industriais são simplesmente despejados em cursos d'água, sem tratamento (Água, 2006).

A questão é se o planeta pode suportar o ritmo atual de exploração dos recursos de água doce. É preciso ressaltar a questão da equidade de acesso aos recursos hídricos, bem como a salubridade destes recursos que são, frequentemente, vítimas tanto de países de pouca oferta quanto naqueles abundantes em água (SELBORNE, 2002). A Tabela 1 e a Figura 3 apresentam dados sobre o aumento da população no mundo e sobre a disponibilidade de água no mundo respectivamente.

Tabela 1 – Aumento da população por ano, dia e minuto.

AUMENTO NATURAL POR	MUNDO	PAÍSES MAIS DESENVOLVIDOS	PAÍSES MENOS DESENVOLVIDOS	PAÍSES MENOS DESENVOLVIDOS (MENOS CHINA)
ANO	80.903.481	916.337	79.987.144	71.675.164
DIA	221.653	2.511	219.143	196.370
MINUTO	154	2	152	136

Fonte: Population Reference Bureau, 2003 *World Population Data Sheet* apud MENDONÇA, 2006.

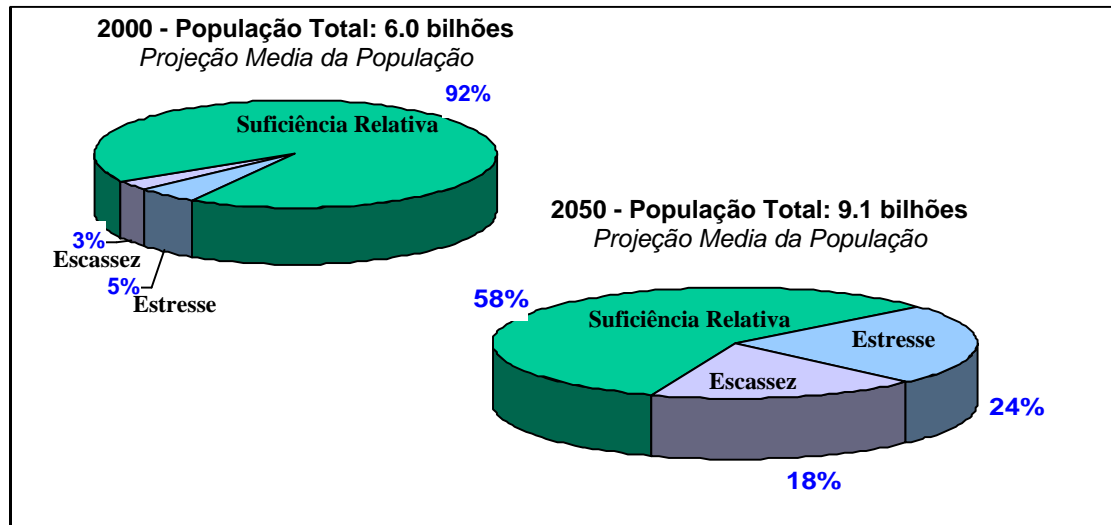


Figura 3 - População mundial – escassez, estresse e suficiência relativa em 2000 e 2050
Fonte: *The sizes of the pies are proportional to world population in both years.* apud MENDONÇA, 2006.

Rebouças (2001), propõe uma apresentação do problema de distribuição da população e das suas águas a partir de classificação dos países, elaborada com base na divisão das descargas médias de longo período de seus rios pelas respectivas populações censitárias. Segundo o autor os países membros das Nações Unidas (1999) pertencem às seguintes classes:

- muito pobre, dentro da qual se encontra Israel, e compreende 13 países onde se tem menos de 500 m³/ano/habitante;
- pobre, classe compreendendo meia dúzia de países onde as descargas médias de água nos seus rios representam entre 500 e 1000 m³/ano/habitante;
- regular, incluindo 16 países com potenciais entre 1000 e 2000 m³/ano/habitante, caso de alguns estados do contexto semi-árido do Nordeste do Brasil;
- suficiente, classe de 32 países com descarga média de longo período dos seus rios variando entre 2 mil e 10 mil m³/ano/habitante, caso de regiões do Brasil com clima úmido e rios perenes;
- rico, reunindo 27 países com potenciais de água doce em seus rios representando uma oferta entre 10 mil e 100 mil m³/ano/habitante, caso do Brasil em média;

- muito rico, classe que compreende poucos países com descargas dos rios representando uma oferta de água de mais de 100 mil m³/ano/habitante, na qual se encontram os estados da região amazônica.

O Brasil dispõe em torno de 13,8% da demanda de água doce disponível no mundo, porém essa água está distribuída de forma bastante desigual no seu território, com grandes problemas em relação à conservação de mananciais, custos de tratamento, perdas na distribuição e desperdício no consumo. Segundo Philippi Jr, et al. (2004), a maior parcela de água doce disponível no mundo, 68,5% está concentrada na Amazônia, região de menor concentração populacional com apenas 7% da população brasileira e menor atividade econômica (aproximadamente 4% do PIB), já o Nordeste, apresenta quase 1/3 da população e dispõe de 3% do potencial hídrico do país. A Figura 4 apresenta as diferenças regionais de disponibilidade de recursos hídricos, relacionadas à área e a população.

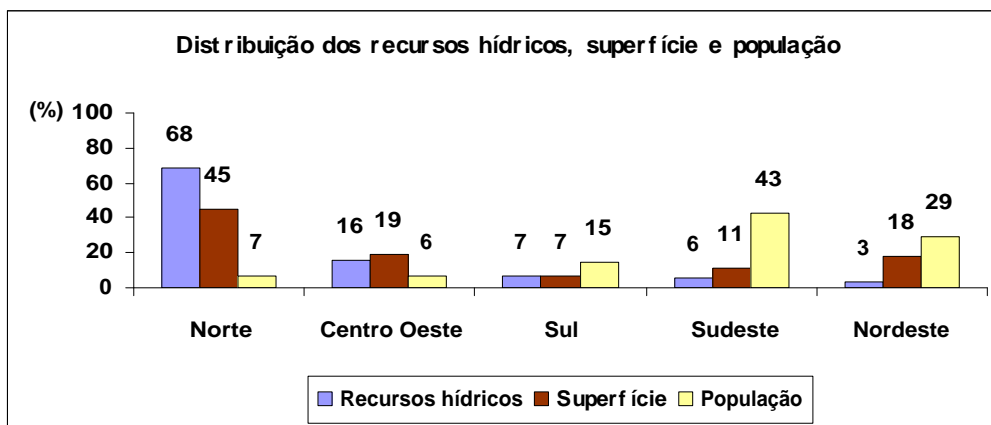


Figura 4 – Distribuição dos recursos hídricos por Região no Brasil
Fonte: VIANA, 2005.

No ano 2000 a estimativa para o crescimento populacional global era de 6,156 bilhões de pessoas. Supõe-se que a cada 20 anos dobrem os volumes de água consumida pela humanidade (SILVA E PRUSKI, 2000) e em várias regiões do Brasil existem problemas de escassez ou água de má qualidade. No Brasil a população em 1970 era de 90 milhões de habitantes em 2000 a população aumentou para 140 milhões de habitantes, em 2050 seremos 259,8 milhões de brasileiros segundo projeções do IBGE (2006).

A falta de água não irá restringir-se aos grandes centros, tais como Recife e São Paulo que já estão em regimes de racionamento periódico, nem ao sertão do Nordeste. Em dez anos o desabastecimento de água irá atingir toda a região da grande São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, além da maioria das áreas metropolitanas do país, em função da poluição dos mananciais, do uso sem planejamento e do desperdício (RAINHO, 1999 apud MACÊDO, 2004).

1.3 Interface Água/Esgoto

Um sistema de abastecimento de água é uma solução coletiva para o abastecimento de água de uma comunidade. Caracteriza-se pela retirada de água da natureza, adequação a sua qualidade, transporte até os aglomerados humanos e fornecimento a população em quantidade compatível com suas necessidades. Podendo ser concebido para atender pequenos povoados ou a grandes cidades, variando as características e o porte das suas instalações (HELLER E CASSEB, 1995).

Entretanto esta solução implica na produção de esgotos domésticos, e quando não tratados adequadamente, as águas servidas são despejadas nos corpos receptores² podendo provocar danos de natureza diversa dependendo do volume e natureza dos esgotos e da vazão, características físicas, químicas, biológicas, radioativas e térmicas das águas receptoras próximos aos núcleos urbanos, colocando desta forma em risco a saúde e o bem estar da população. Silva e Pruski (2000) comentam que a água é um recurso natural renovável, mais não inesgotável, que sofre forte impacto quando as ações do homem lhe modificam sua quantidade e qualidade, necessitando, por essa razão, de políticas de proteção. A Tabela 2 lista as principais fontes de poluentes, conjuntamente com seus efeitos poluidores mais representativos, segundo o autor citado.

² Corpo receptor – corpo d’água que recebe o lançamento de esgotos brutos ou tratados (Von Sperling et al, 1995).

Tabela 2 - Principais agentes poluidores das águas

Constituintes	Principais parâmetros representativos	FONTE				POSSÍVEL EFEITO POLUIDOR
		Águas residuárias		Águas Pluviais		
		Urbanas	Industriais	Urbanas	Agricultura e Pecuária	
Sólidos em Suspensão	Sólidos em Suspensão Totais	+++	Variável	++	+	Problemas estéticos, depósitos de lodo, adsorção de poluentes, proteção de patogênicos
Matéria Orgânica Biodegradável	Demanda Bioquímica de Oxigênio	+++	Variável	++	+	Consumo de oxigênio, mortandade de peixes, condições sépticas
Nutrientes	Nitrogênio Fósforo	+++	Variável	++	+	Crescimento excessivo de algas e cianobactérias, Toxicidade aos peixes (amônia), Metemoglobinemia, Poluição de água subterrânea
Organismos Patogênicos	Coliformes	+++	Variável	++	+	Doenças de veiculação hídrica
Matéria Orgânica não Biodegradável	Pesticidas, alguns detergentes, produtos farmacêuticos, outros	++	Variável	+	++	Toxicidade (vários), espumas (detergentes), redução da transferência de oxigênio, baixa ou nenhuma biodegradabilidade, maus odores
Metais	Elementos específicos As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, etc	++	Variável	+	Sem efeito (usual)	Toxicidade, inibição do tratamento biológico, problemas na disposição do lodo na agricultura, poluição da água subterrânea
Sólidos Inorgânicos Dissolvidos	Sólidos Dissolvidos Totais, Condutividade	++	Variável	Sem efeito (usual)	+	Salinidade excessiva, com prejuízo ao uso agrícola, toxicidade às plantações (alguns íons), problemas de permeabilidade do solo (sódio)

+++ muito; ++ médio; + pouco

adaptado de VON SPERLING, 2005

De acordo com Tsutiya e Alem Sobrinho (2000), esgoto doméstico é um despejo líquido resultante do uso das águas pelo homem em seus hábitos higiênicos e necessidades fisiológicas. A contribuição de esgoto doméstico depende dos seguintes fatores:

- perfil e quantidade da população da área de projeto;
- contribuição per capita de água;
- coeficiente de retorno esgoto/água;
- coeficientes de variação de vazão.

De maneira geral, a produção de esgoto corresponde aproximadamente ao consumo de água, sendo que as características dos esgotos estão relacionadas aos usos à qual a água foi submetida. Esses usos, e a forma com que são exercidos, variam com o clima, situação social e econômica, e hábitos da população.

O ciclo do uso da água dentro da cidade vai desde o momento da captação da água bruta no manancial de captação, onde posteriormente ela passa por uma série de tratamentos para torná-la potável para sua posterior distribuição de água tratada ao consumo da população, após o consumo a água adquire características de águas servidas ou esgoto doméstico e é encaminhada para variados destinos (em ambientes não planejados o esgoto pode permanecer na fonte geradora ou pode ser encaminhado para rede de esgotamento sanitário ou rede de drenagem) até chegar a disposição final, momento que ela retorna para o corpo receptor, que é o manancial que recebe os esgotos após tratamento para adequação aos padrões de lançamento previstos na legislação ou é encaminhado in natura. A figura 5 apresenta este ciclo do uso da água.



Figura 5 – Ciclo do uso da água
Fonte: DIRETA, 2007

Neste sentido, aproximadamente 80% do total de volume de água efetivamente fornecido à população é convertido em esgotos sanitários, onde caso não seja dada uma adequada destinação, estes acabam poluindo o solo,

contaminando as águas superficiais e subterrâneas, que frequentemente passam a escoar a céu aberto nos canais da cidade, constituindo-se em perigosos focos de disseminação de doenças (VON SPERLING et al, 1995, apud SOARES, 2004).

Na Região Amazônica devido ao grande volume de água dos corpos hídricos é comum lançamento de efluentes nos mesmos para fins de diluição, o que tem comprometido a sua potabilidade ao longo dos anos. Soares (2004), comenta que apesar da periculosidade deste efluente líquido é comum o lançamento destes “in natura” nos corpos d’água, devido ao alto custo de implantação de sistemas de esgotamento sanitário (SES), o que resulta em prejuízos a população e ao meio ambiente.

Um estudo realizado pelo pesquisador Departamento de Economia da Universidade de Campinas (Unicamp), mostra que a implantação de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE’s) e Estações de Tratamento de Água (ETA’s) nas bacias do Estado de São Paulo, hoje, teria um custo econômico bem menor do que daqui a alguns anos, quando os mananciais estarão mais degradados, podendo inclusive perder sua capacidade natural de autodepuração³. No entanto, os pesquisadores salientam que o tratamento dos esgotos não é suficiente para a despoluição dos mananciais. É necessário um esforço conjunto de integração dos diversos municípios e das instituições responsáveis pela gestão de recursos hídricos e de saneamento. Vale lembrar que, apesar do nível de poluição desses mananciais, essa é uma região brasileira relativamente desenvolvida se comparada com cidades de outras regiões (ESGOTOS, 2007).

1.3.1 Sistema de Esgotamento Sanitário

Segundo Soares (2004), Sistema de Esgotamento Sanitário é o conjunto de elementos que tem por objetivo coletar, transportar, tratar e dispor o esgoto de forma sanitariamente correta, para evitar a poluição/contaminação do meio ambiente e a disseminação e proliferação de doenças.

³ Autodepuração - Após o lançamento dos esgotos, o curso d’água poderá se recuperar por mecanismos puramente naturais, constituindo o fenômeno da autodepuração (Von Sperling, 1996).

A ausência de tratamento dos esgotos e condições adequadas de saneamento podem contribuir para a proliferação de inúmeras doenças parasitárias e infecciosas além da degradação do corpo da água. A disposição adequada dos esgotos é essencial para a proteção da saúde pública. Aproximadamente, cinquenta tipos de infecções podem ser transmitidas de uma pessoa doente para uma sadia por diferentes caminhos, envolvendo os esgotos, ou excretas humanas. Os esgotos podem contaminar a água, o alimento, os utensílios domésticos, as mãos, o solo ou ser transportadas por moscas, baratas, roedores, provocando novas infecções (UNICAMP, 2007). O quadro 1 apresenta os efeitos gerados na saúde humana pelos principais poluentes presentes nos esgotos domésticos.

Quadro 1 – Doenças relacionadas com as fezes

GRUPO DE DOENÇAS	FORMA DE TRANSMISSÃO	PRINCIPAIS DOENÇAS	FORMAS DE PREVENÇÃO
Feco-orais (não bacterianas)	Contato de pessoa para pessoa, quando não se tem higiene pessoal e doméstica adequada.	- poliomielite - hepatite tipo A - giardíase - disenteria amebiana - diarreia por vírus	- implantar sistema de abastecimento de água - melhorar as moradias e as instalações sanitárias - promover a educação sanitária
Feco-orais (bacterianas)	Contato de pessoa para pessoa, ingestão e contato com alimentos contaminados e com fontes de água contaminadas pelas fezes.	- febre tifóide - febre paratifoide - diarreias e disenterias bacterianas, como a cólera.	- implantar sistema de abastecimento de água - melhorar as moradias e as instalações sanitárias - promover a educação sanitária
Helminthos transmitidos pelo solo	Ingestão de alimentos contaminados e contato da pele com o solo.	- ascariíase (lombriga) - tricuriíase - ancilostomíase (amarelão)	- construir e manter limpas as instalações sanitárias - tratar os esgotos antes da disposição no solo - evitar contato direto da pele com o solo (usar calçado).
Tênia (solitária) na carne de boi e de porco	Ingestão de carne mal cozida de animais infectados.	- teníase - cisticercose	- construir instalações sanitárias adequadas - tratar os esgotos antes da disposição no solo - inspecionar carne e ter cuidados na sua preparação (cozimento)
Helminthos associados a água	Contato da pele com água contaminada.	- esquilossomose	- construir instalações sanitárias adequadas - tratar os esgotos antes do lançamento em curso d'água - controlar os caramujos - evitar contato com a água contaminada (banho, etc).
Insetos vetores relacionados com as fezes	Procriação de insetos em locais contaminados pelas fezes.	- filarose (elefantíase)	- combater os insetos transmissores - eliminar condições que possam favorecer criadouros - evitar o contato com criadouros e utilizar meios de proteção individual.

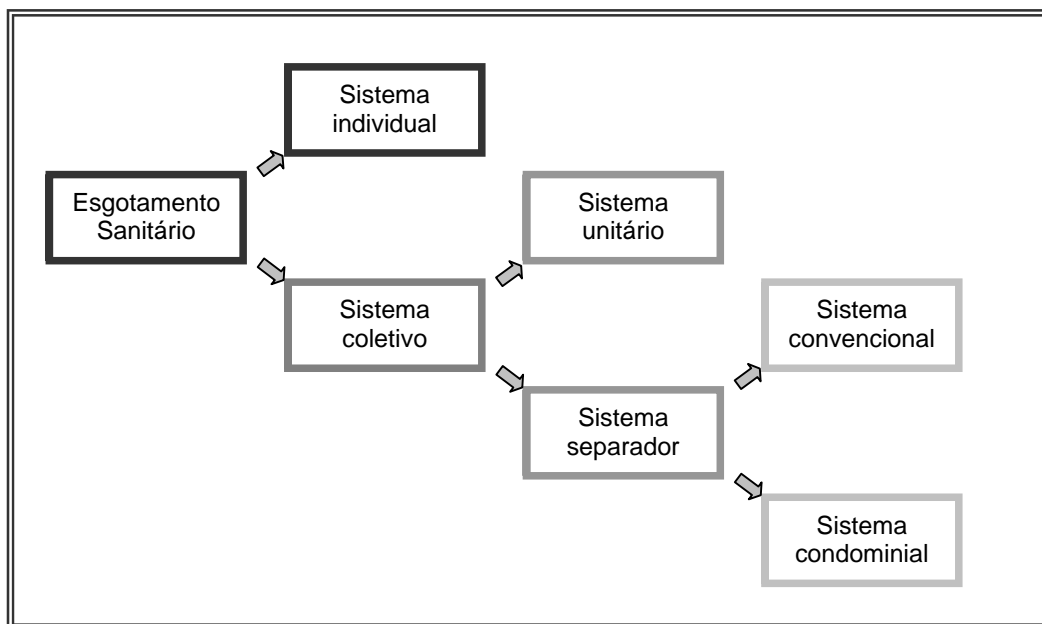
Fonte: HELLER E MOLLER, 1995.

Gutierrez (2003), comenta que o tratamento dos esgotos é formado por uma série de processos e operações unitárias, as quais são empregadas para a remoção e/ou transformação de substâncias indesejáveis. Em função da eficiência das

unidades, o tratamento dos esgotos é geralmente classificado em: preliminar, primário secundário e terciário.

Em relação aos tipos de sistemas de esgotamento sanitário, basicamente existem dois tipos que são o sistema individual e o sistema coletivo, o sistema coletivo se subdivide em sistema unitário e sistema separador. Pode-se entender estas subdivisões de acordo com o seguinte esquema 1:

Esquema 1 – Tipos de Sistema de Esgotamento



Fonte – Adaptado de VON SPERLING et al, 1995.

Os sistemas individuais são adotados para atendimento unifamiliar. Nestes sistemas são construídas fossas sépticas destinadas ao tratamento primário de esgotos de residências unifamiliares e de pequenas áreas não servidas por redes coletoras. Devido à baixa eficiência do sistema na remoção de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), nutrientes e patogênicos, é necessário tratamento complementar e destinação final dos efluentes líquidos (CHERNICHARO,(1997) apud SOARES (2004)). Nas Figuras 6 e 7 são mostrados desenhos esquemáticos do sistema individual de coleta de esgotos.

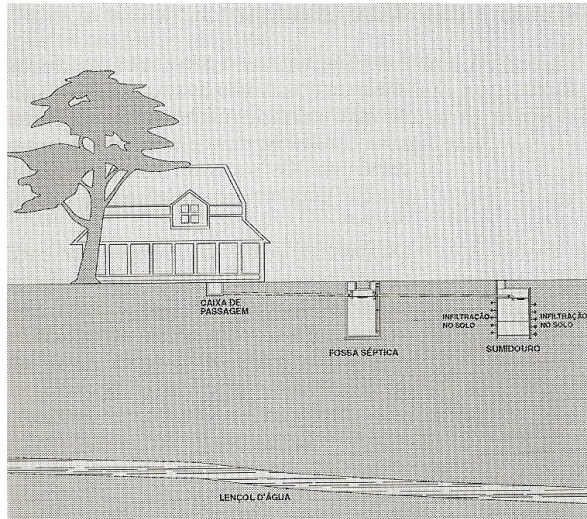


Figura 6 – Solução Individual
Fonte: VON SPERLING et al, 1995.

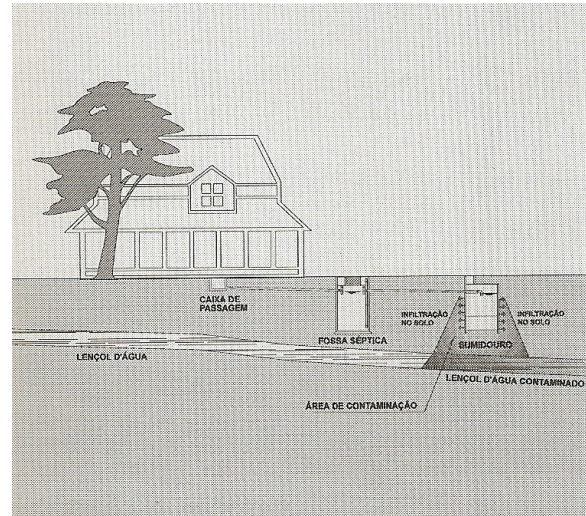


Figura 7 - Risco de contaminação da água subterrânea por esgotos.
Fonte: VON SPERLING et al, 1995.

A NBR 9649/1993 descreve tanque séptico ou fossa séptica como uma unidade estanque, cilíndrica ou prismática retangular, de fluxo horizontal para tratamento de esgotos por processos de sedimentação e digestão.

A medida que a população cresce, aumentando a concentração demográfica, as soluções individuais passam a apresentar dificuldades cada vez maiores para sua aplicação. A área requerida para infiltração torna-se demasiadamente elevada, usualmente maior que a disponível, passando a ser indicado sistemas coletivos para maiores populações. O quadro 2 apresenta uma breve descrição dos sistemas coletivos e um desenho esquemático dos mesmos.

Quadro 2 – Descrição dos tipos de Sistema de Esgotamento e desenho esquemático

DESCRIÇÃO DO SISTEMA	ESQUEMA
<p>Sistema unitário – Neste sistema, as canalizações são projetadas para coletar e conduzir juntamente as águas residuárias e as pluviais até a Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários ou corpo receptor. Este sistema não é usual no Brasil por uma série de inconvenientes ambientais e econômicos.</p>	<p style="text-align: center;">SISTEMA UNITÁRIO: ÁGUA PLUVIAL + ESGOTO DOMÉSTICO</p>
<p>De acordo com a NBR 9648/1986, o sistema separador absoluto é o conjunto de condutos, instalações e equipamento destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar somente esgoto sanitário a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro.</p>	<p style="text-align: center;">REDE DE ESGOTO REDE DE DRENAGEM</p>

Fonte: Soares, 2003.

1.3.2 Caracterização da Quantidade de Esgotos

No Brasil, os sistemas públicos de esgotos são projetados considerando-se o sistema separador absoluto e tendo acesso à rede coletora os seguintes tipos de líquidos residuários:

- Esgotos domésticos (que podem incluir residências, instituições e comércio);
- Águas de infiltração⁴;
- Efluentes industriais dos variados tipos de indústria.

Ao conjunto desses líquidos é denominado esgoto sanitário. Para efeito de cálculo de projeto de esgoto a vazão doméstica é calculada com base no consumo de água da localidade, ou seja em função do consumo médio de água de um indivíduo, denominado Quota Per Capita (QCP).

Quota Per Capita de água é a quantidade de água utilizada por habitante em determinado período, sendo parâmetro que varia bastante entre diferentes localidades por depender de diversos fatores (SOUZA E PEREIRA, 2004).

Segundo Tsutiya e Alem Sobrinho (2000), a contribuição de esgotos depende normalmente do abastecimento de água, havendo, portanto, nítida correlação entre o consumo de água e a contribuição para rede de esgotos. A contribuição per capita de esgoto é o consumo de água efetivo per capita multiplicado pelo coeficiente de retorno, calculado de acordo com a equação 01, apresentada abaixo:

$$\text{QCP}_{\text{esgoto}} = \text{Per capita água} \times \text{C}; \quad \text{(Equação - 01)}$$

Onde,

$\text{QCP}_{\text{esgoto}}$ = quota per capita de esgoto expressa em L/hab.d

$\text{QCP}_{\text{água}}$ = quota per capita de água expressa em L/hab.d

$C^5 = 0,8$ (Coeficiente de retorno médio)

⁴ Águas de infiltração – parcela de água do subsolo que penetra nas canalizações através das juntas, poços de visita e defeitos nas estruturas do sistema.

⁵ O coeficiente de Retorno (C) é a relação entre o volume de esgotos recebido na rede coletora e o volume de água efetivamente fornecido à população. Este situa-se na faixa entre 0,5 a 0,9, dependendo das condições locais. A NBR 9649 da ABNT recomenda o valor de 0,8 (80%) para o C, na falta de valores obtidos em campo.

Sendo o consumo ou quota per capita de água, QCP água, apresentado na equação 02:

$$\text{QCP}_{\text{AGU a}} = \frac{\frac{\text{Vol. Água}}{\text{Dia}}}{\frac{\text{Habitante}}{1000}} \quad \text{(Equação 02)}$$

Onde:

Vol. Água = Volume de água consumido por economia por mês (L /hab.dia)

Dia = Número de dias do mês

Habitante = N° habitantes na economia (hab)

Pereira e Mendes (2003), comentam que o valor per capita de água é utilizado na determinação teórica da parcela doméstica da vazão de esgoto sanitário, bem como, em alguns casos, é utilizado como base na tarifação de esgoto sanitário.

Na maioria dos projetos são utilizados dados teóricos que muitas vezes não correspondem à realidade de determinada área e comunidade, uma vez que no Brasil temos regiões com peculiaridades climáticas e culturais que devem ser levadas em consideração no momento da elaboração de projetos de saneamento. Souza e Pereira (2004), comentam que na elaboração de projetos de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário são necessários elementos e parâmetros para dimensionamento das unidades, os quais precisam ser bem determinados para tornar mais confiável e seguro esses dimensionamentos.

Von Sperling (1996), apresenta o seguinte quadro com diversos fatores que influenciam no consumo de água.

Quadro 3 – Fatores de influência no consumo de água.

FATOR DE INFLUÊNCIA	COMENTÁRIO
Clima	Climas mais quentes e secos induzem a um maior consumo
Porte da comunidade	Cidades maiores geralmente apresentam maior consumo
Condições econômicas da comunidade	Um melhor nível econômico associa-se a um maior consumo
Grau de industrialização	Localidades industrializadas apresentam maior consumo
Medição do consumo residencial	A presença de medição inibe um maior consumo
Custo da água	Um custo mais elevado reduz o consumo
Pressão da água	Elevada pressão induz a maiores gastos
Perdas nos sistema	Perdas implicam na necessidade de uma maior produção de água

Fonte: VON SPERLING (1996).

De acordo com Fernandes (2003) apud Souza e Pereira (2004), a definição do consumo per capita nos projetos ocorre segundo a perspectiva ou não da determinação dos consumos domésticos, comerciais e industriais. Na impossibilidade de obtenção de dados históricos de medição desses consumos, a demanda pode ser estabelecida a partir de cidades de características semelhantes ou por meio de tabelas que relacionam o porte da cidade, em termos do número de habitantes e das faixas de consumo per capita de água; porém a validade dessa estimativa é questionável na previsão das demandas reais para projetos de sistemas de abastecimento de água, dada à grande variabilidade desse consumo em uma comunidade, devido aos mais diversos fatores. Na Tabela 3 são relacionados alguns valores de quota per capita de água.

Tabela 3 – Valor médio do consumo per capita de água

LOCAL	L / hab. dia	FONTE
São Paulo	200	Azevedo Neto (1998)
Belém	265,6	Pereira e Maciel (1999)
São Paulo	160,8	SABESP (2001)
Minas Gerais	120 a 200	Von Sperling (2002)
Valor médio nacional	157	Von Sperling (2002)

Fonte: SOUZA E PEREIRA (2004).

A partir dos dados da Quota Per Capita – QCP de água, é possível quantificar ou estimar a Vazão de esgotos e a Carga Orgânica que é lançada em um dado corpo receptor. Para compreensão desses termos são apresentados alguns conceitos necessários para contextualização e utilização dos mesmos nas equações apresentadas.

Corpo d'água – Massa de água, subterrânea ou superficial existente em lugar determinado, podendo sua quantidade variar ao longo do tempo.

Corpo Receptor - local de recebimento dos efluentes tratados de uma fonte poluidora, o corpo receptor é necessariamente um corpo d'água.

O corpo d'água, ao receber o lançamento dos esgotos, sofre uma deterioração da sua qualidade. No entanto, através de mecanismos puramente naturais (autodepuração), a qualidade do corpo receptor retorna ao original ou próximo, trazendo de volta um equilíbrio ao meio aquático.

A capacidade de autodepuração do corpo receptor indica a quantidade de efluentes ou de matéria orgânica que poderá ser lançada no curso d'água, a fim de que a uma determinada distância do ponto de lançamento, existam condições adequadas de vida e de uso da água. Portanto, o grau de tratamento necessário para um despejo será sempre função do corpo receptor, das características do uso da água a jusante do ponto de lançamento, da capacidade de autodepuração e da diluição do corpo d'água (CORPO RECEPTOR, 2008).

Vazão de Esgotos Domésticos ou Vazão de Esgotos - É obtida através dos procedimentos convencionais, utilizando-se dados de população, contribuição per capita, infiltração, contribuição específica (no caso de despejos industriais) etc.

No presente trabalho, a vazão de esgotos é calculada em função da população.

Matéria Orgânica (M.O) – A matéria orgânica (origem vegetal e animal) presente nos corpos d'água e nos esgotos é uma característica de primordial importância, sendo a causadora do principal problema de poluição das águas: o consumo de oxigênio dissolvido pelos microorganismos nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização da mesma.

Carga – É a concentração de um constituinte, que é apresentada por *massa/volume*, tem como unidades usuais g/m^3 , mg/L . A quantificação da carga poluidora envolve aspectos relacionados à vazão média dos efluentes/águas e as respectivas concentrações de poluentes.

Carga de Poluente ou Carga Orgânica – A carga poluidora de um efluente líquido é a expressão da quantidade de matéria orgânica, transportada ou lançada num corpo receptor, é frequentemente expressa em DBO ou DQO. Sendo a Carga poluidora admissível, aquela que não afeta significativamente as condições ecológicas ou sanitárias do corpo d'água, ou seja, tecnicamente dentro dos limites previstos para os diversos parâmetros de qualidade de água na legislação vigente.

Na Carga Orgânica ou Carga poluidora, tem-se a parcela de matéria orgânica biodegradável e a parcela de matéria não biodegradável, tendo as seguintes definições:

Matéria Orgânica não Biodegradável - É a parcela de matéria orgânica pouco suscetível à decomposição por ação microbiana, nas condições ambientais ou em condições pré-estabelecidas. A DQO é expressa em termos de concentração (mg/L) ou carga (kg de DQO/dia).

Matéria Orgânica Biodegradável - É a parcela de matéria orgânica de um efluente suscetível à decomposição por ação microbiana, nas condições ambientais. É representada pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), e expressa em termos de concentração (mg/L) ou carga (kg de DBO/dia). Sua redução será exigida em termos do percentual de remoção de DBO.

DBO ou DBO_5 do esgoto (DBO esgoto) – Segundo Von Sperling (1996), a concentração da DBO_5 dos esgotos domésticos brutos tem um valor médio da ordem de $250\text{-}350 \text{ mg/L}$ ($\text{mg/L} = \text{g/m}^3$). Este autor comenta que pode-se também estimar a DBO dos esgotos domésticos através da divisão entre a carga de DBO (kg DBO/d) e a vazão de esgotos (m^3/d). A carga de DBO é estimada pelo produto da população (hab) com a carga per capita de DBO (da ordem de $0,045$ a $0,060$

kgDBO5/hab.d, usualmente adotada como 0,054 gDBO5/hab.d) Destas afirmações tem-se as equações 03 e 04:

$$\text{DBO esgotos} = \frac{\text{Carga de DBO}}{\text{Q esgotos}} \quad \text{(Equação 03)}$$

Onde:

DBO esgotos = mg/L

Carga de DBO = kg DBO/d

Q esgotos = m³/d

$$\text{DBO esgotos} = \text{população} \times \text{carga per capita de DBO} \quad \text{(Equação 04)}$$

Onde:

DBO esgotos = mg/L

População = hab

Carga per capita de DBO = kg DBO/hab.d

Para o cálculo da Vazão de esgotos utilizou-se no trabalho a equação 05, apresentada abaixo:

$$\text{Q esgotos} = \frac{\text{População} \times \text{QCP água} \times \text{C}}{1000} \quad \text{(Equação 05)}$$

Onde:

Q média = m³/d

População = hab

QCP água = L/hab.d

Em estudo de caso sobre Avaliação dos Impactos de Poluição em Corpos D'água e Quantificação da Carga Orgânica em Termos de DBO (mg/L), Braz et al (2003), utilizou os seguintes dados de literatura:

- Carga de DBO per capita teórica (54 g/hab/dia – VON SPERLING, 1996 NBR 570/1990);
- População residente na área de trabalho (número de habitantes estimados);
- QCP de água (265 L/hab.dia (PEREIRA E MACIEL, 1999));
- Coeficiente de retorno - C 0,8 (valor médio adotado - VON SPERLING, 1996)

Para essas quantificações a autora citada utilizou as equações matemáticas 04 e 05 apresentadas.

Neste trabalho foram utilizadas como base nos cálculos as equações 02,03, 04 e 05.

1.4 Legislação das Águas no Brasil

O Brasil vem produzindo, desde o início do século passado, legislação e políticas que buscam paulatinamente consolidar uma forma de valorização de seus recursos hídricos. As ações necessárias ao gerenciamento destes recursos hídricos estão respaldadas nas leis, resoluções e portarias expedidas (CETREL, 2007).

Do ponto de vista legal, a preocupação oficial com o uso da água no nosso país é antiga e data de 10 de Julho de 1934, com o Decreto 24.643, quando foi estabelecido o marco inicial com o Código de Águas Brasileiro, lei vigente até hoje, mesmo sendo voltado para a priorização da energia elétrica, o Código de Águas de 34, como ficou conhecido, inicia um trabalho de mudança de conceitos relativos ao uso e a propriedade da água. No transcorrer das mudanças econômicas e sociais, que se deram no Brasil e no mundo, abriram espaço para o estabelecimento de uma Política Nacional de Gestão de Águas (CETESB, 2007).

O Código de Águas Brasileiro foi criado com a finalidade de estabelecer o regime jurídico das águas no Brasil, dispõe sobre sua classificação e utilização, bem como sobre o aproveitamento do potencial hidráulico, fixando as respectivas limitações administrativas de interesse público.

A classificação mundial das águas, feita com base nas suas características naturais, designa como água doce aquela que apresenta teor de sais totais dissolvidos (STD) inferior a 1.000 mg/L. As águas com STD entre 1.000 e 10.000 mg/L são classificadas como salobras e aquelas com mais de 10.000 mg/L são consideradas salgadas (REBOUÇAS, 2002).

No Brasil a classificação das águas é regulada pela Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) n° 357/2005 – Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, estabelecendo as seguintes definições:

- a) águas doces, subdivididas em classe especial e classes 1 a 4;
- b) águas salobras, subdivididas em classe especial e classes 1 a 3 e
- c) águas salinas subdivididas em classe especial e classes 1 a 3.

As classes correspondem a níveis de qualidade da água dentro de cada categoria, e segundo Mota (1999) seria recomendável que no meio urbano os

recursos hídricos estivessem dentro das classes 1 e 2, e excepcionalmente na classe 3 de águas doces.

A classificação das águas é muito importante para a sustentabilidade do manancial, pois permite o enquadramento dos corpos d'água de uma determinada bacia, com vistas à adoção de medidas preventivas e corretivas de controle da poluição. O enquadramento seria a meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo (TEIXEIRA, 2005).

No caso da Região Amazônica, o maior problema para o efetivo cumprimento desta legislação se refere à classificação dos cursos d'água. O Art. 20 do CONAMA 20/86, estabelece que o enquadramento deve ser realizado por órgão competente Federal ou Estadual, de acordo com o domínio das águas públicas. Porém, após 21 anos da publicação da resolução, o quadro para a região não tem sofrido mudanças significativas, sendo que a maioria dos cursos d'água permanece sem classificação.

Visando suprir essa deficiência, foi previsto no Art. 20, item f que enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas classe 5 e as salobras classe 7.

De acordo com Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH – Lei N. 9.433/97), o objetivo desta classificação é possibilitar a determinação dos usos preponderantes, adequação dos controles de poluição e criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade dos corpos d'água. Assim, classifica-se os corpos hídricos nacionais em nove classes sendo as cinco primeiras classes de água doce (com salinidade igual ou inferior a 0,50%), as duas seguintes de águas salinas (com salinidade igual ou superior a 30%) e as duas últimas de águas salobras (com salinidade entre 0,5% e 30%), a seguir são apresentadas as classes de água doce:

Classe Especial: aquelas destinadas ao abastecimento doméstico prévia ou com simples desinfecção; e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

Classe 1: destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simples; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário (natação, esqui e mergulho); à irrigação de hortaliças consumidas cruas e de frutas que cresçam rentes ao solo e ingeridas sem remoção de película; à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Classe 2: águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; irrigação de hortaliças e frutíferas; à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.

Classe 3: águas destinadas ao consumo humano após tratamento convencional; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; dessedentação de animais;

Classe 4: águas destinadas à navegação; harmonia paisagística; e aos usos menos exigentes.

A referida legislação define quais os limites para presença de coliformes, substâncias que causam turbidez, material sólido e outros parâmetros que medem a qualidade da água, para cada classe citada acima e algumas restrições de uso e lançamento de efluentes em termos de DBO, DQO entre outros parâmetros, sendo que a classe que mais possui restrições de uso é a Classe Especial.

A Constituição Brasileira no seu Art. 225/1988, descreve que "Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial a sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público o dever de defendê-lo à coletividade o de preservá-lo para as presentes e futuras gerações".

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

CAPÍTULO II – Caracterização das Áreas de Estudo

Este capítulo tem como objetivo delimitar e caracterizar a área de estudo constituída pelas áreas de assentamentos informal Riacho Doce e de ocupação formal da Avenida José Bonifácio. Para tanto, foi realizada uma breve abordagem sobre a produção do espaço urbano e do saneamento da cidade de Belém (item 2.1), Contexto das Bacias Hidrográficas estudadas (item 2.2), Caracterização da Área 1 - Assentamento Espontâneo Riacho Doce (item 2.3) e Caracterização da Área 2 - da Cidade Formal, Avenida José Bonifácio (item 2.4).

2.1 Contexto da Região de Estudo - Evolução Urbana e do Saneamento na Cidade de Belém

A fundação da cidade de Belém se deu no ano 1616, sendo a primeira fase do crescimento de Belém denominada ribeirinha, pois as primeiras ruas foram abertas paralelas ao rio, e a população concentrava-se as margens do rio Guamá e na baía do Guajará. A evolução da cidade no século XVII era lenta, até que no final do século XVIII, a cidade adquire aspecto de uma grande capital, em particular durante a gestão do Intendente Antonio José de Lemos (entre 1897 e 1911), sendo marcada pelas intervenções de saneamento como inicio da rede de esgotamento sanitário e outros cuidados com a saúde publica.

Por ocasião da administração Lemista Belém passou por intensos processos de modernização que facilitavam a elitização do espaço urbano, recuperando as áreas privilegiadas e cotas mais elevadas em detrimento das áreas mais afastadas (terrenos pantanosos ou alagados). Nestes locais existia preocupação com as fachadas das casas, tudo para embelezar a cidade no mais refinado estilo europeu. Este processo de estruturação da área urbana incluía também medidas saneadoras, que consistiam na construção de redes de água e esgoto, drenagem de águas pluviais e coleta de lixo. No aspecto habitacional, o segmento pobre da cidade era

excluído da área central, passando a morar nas áreas mais afastadas e desvalorizadas, onde estavam situadas as vilas de operários (PENTEADO et al 1968, apud RIBEIRO 2004).

A partir da metade do século XX, a Fundação de Serviço Especial de Saúde Pública (FSESP) realizou algumas intervenções para melhoria dessas áreas, como a drenagem das áreas de baixadas, desde o Igarapé do Tucunduba até Val-de-Cães, além da construção do dique de contenção entre as enchentes do Rio Guamá, estendendo-se do Arsenal da Marinha até os bairros Condor e do Guamá, sobre o qual foi traçada parte da estrada Nova (RIBEIRO, 2004).

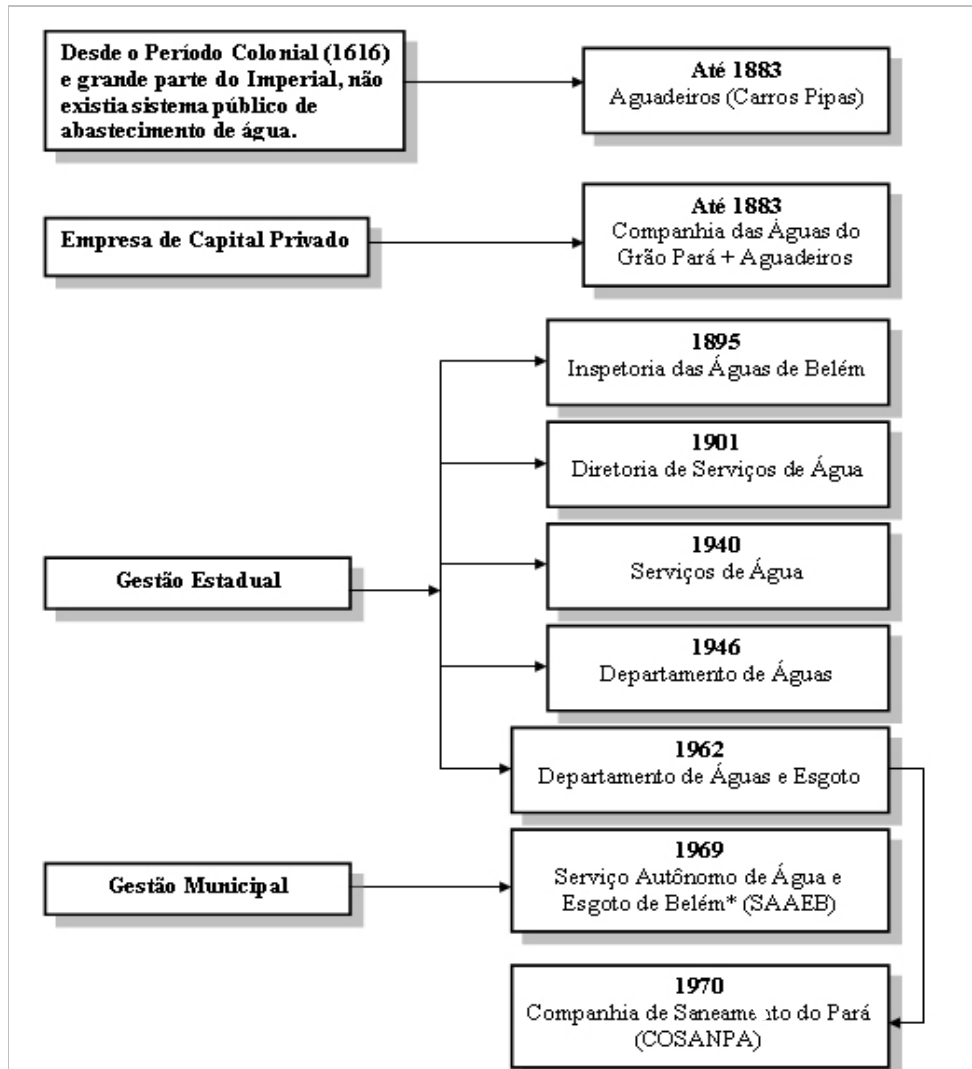
Segundo Paracampo (2001), de 60 a 90 podemos indicar três grandes vetores de periferização/metropolização da pobreza, intrinsecamente relacionado a questão da moradia, das lutas e mobilizações pelo direito de morar na RMB, das "baixadas às invasões", temos uma reprodução simultânea de sub-espacos físicos e sociais marcados pela segregação e pobreza urbana. Três subespacos se destacam: "as baixadas", "invasões" de terras e "conjuntos habitacionais". As ocupações coletivas da população de baixa renda se articulam ao processo de periferização/metropolização da pobreza, com destaque para três vetores:

- o primeiro com as ocupações coletivas na área Central da RMB, basicamente nas chamadas áreas de "baixadas" restritas ao município de Belém nas décadas de 60 e 70 e em menor volume nas décadas de 80 e 90;
- um segundo, envolvendo as ocupações na chamada área de Transição, formação de bairros com famílias removidas das áreas urbanizadas no centro de Belém;
- um terceiro, a área de Expansão no sentido nordeste da RMB, envolvendo primeiramente o município de Ananindeua e Ilhas, e posteriormente os novos municípios. Em Ananindeua e Distritos de Belém (Icoaraci e Outeiro) destacam-se as "invasões" a conjuntos habitacionais.

Na medida em que os igarapés vão sendo aterrados vão surgindo outros bairros compondo a primeira légua patrimonial. As baixadas atingem cerca de 40%

do município de Belém, cerca de 550 mil habitantes quase 38% da população total. A rigor, as baixadas são várzeas, compondo 05 bacias hidrográficas: Una, Reduto, Armas, Comércio e Tucunduba. São áreas constituídas por terras cujas curvas de nível não ultrapassam a cota 4. É também nessas áreas que surgem nas décadas de 60/70 os maiores conflitos fundiários e as principais intervenções públicas da Política Habitacional marcada pelas estratégias de Remoção e Reassentamento, que permanece até o final da década de 90, contribuindo para mudar radicalmente a paisagem das baixadas.

A questão do abastecimento de água e esgotamento sanitário em Belém desde o período colonial aos dias atuais, apresenta-se como um assunto que tem envolvido diversos entraves de cunho político, econômicos e tecnológicos (Ponte, 2003). No esquema 2, é apresentada a evolução histórica da gestão dos serviços de água e esgoto da cidade de Belém.



Esquema 2– Evolução Institucional dos Sistemas de Abastecimento de Água
Fonte: PONTE (2004) apud, PLANO DIRETOR DE ÁGUAS (2004).

A Amazônia sempre contou com abundantes recursos de água, mas nas áreas urbanas o acesso a esses recursos é diferenciado, com condições de acesso à água potável e ao esgotamento sanitário que dependem do local da cidade. Por outro lado, a abundância dificulta uma tomada de consciência, por parte da população, da necessidade de cuidados no uso do recurso. Situações críticas decorrentes da urbanização desordenada em Belém testemunham a grande carência de serviços públicos. Dados do IPEA mostram que aproximadamente 50% da cidade de Belém constituiu-se a partir de assentamentos espontâneos, onde predominam a improvisação e o desconhecimento de soluções de saneamento ambiental compatíveis com as condições naturais da região. A fragmentação da

ocupação da cidade dificulta a provisão adequada de infra-estrutura (redes de abastecimento de água, drenagem e esgotamento sanitário) nas áreas formais, e as dificuldades técnicas agravam a situação nas áreas de produção informal, que demandam maiores investimentos. Existem evidências de que os processos de produção do espaço urbano observados em Belém se repetem no território do estado do Pará (CARDOSO, 2002).

É comum na Região Amazônica a existência de diversas bacias dentro de perímetros urbanos, que não têm sido objeto de gestão específica nem tampouco de gestão integrada com aspectos urbanísticos referentes à acessibilidade (navegabilidade e transporte), condições de ocupação e de preservação⁷. Ao contrário tem sido típica na região a rotulação de áreas próximas a cursos d'água ou de reservatórios para abastecimento da cidade, como áreas inservíveis em termos urbanísticos, e a associação de rios e igarapés a veículos de esgotamento sanitário das áreas altas da cidade. Por outro lado, o vazio de atribuições ou possibilidades de aproveitamento das áreas alagáveis, dentro do contexto de escassez de terras urbanas e da pressão da população por acesso à cidade e à moradia, as tornaram extremamente atraentes como alternativa de moradia para grupos sociais excluídos (IPEA, 2001). A informalidade e ilegalidade da ocupação também não limitam suas manifestações concretas: através da construção de aterros, da poluição de água e solo, e desmatamento de matas ciliares, o que somado à carga de lançamentos proveniente das áreas "urbanizadas" da cidade, rapidamente comprometem a qualidade das águas urbanas na região.

A Política Habitacional Oficial tratou estas áreas de invasão com estratégias de Remoção e Reassentamento, áreas que foram descritas pela prefeitura como áreas de habitação subnormal; acumulando uma série de carências, pois, estas não estavam previstas nas políticas de saneamento como o Plano Nacional de Saneamento - PLANASA⁸, que previa o abastecimento de água encanada apenas a

⁷ Segundo Paiva et al (2004), a população da Região Amazônica faz uso da água para fins diversos como [ab]astecimento de água doméstico e industrial, irrigação, navegação, recreação e lazer, geração de energia elétrica, diluição de efluentes, etc.

⁸ PLANASA - Com o ele foram criadas as Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESB's) em cada um dos estados da federação. Até 1985, apenas estas empresas públicas podiam obter financiamentos junto ao BNH para instalação de sistemas de água e esgoto em regime de monopólio, sendo responsáveis pela construção, operação e manutenção das operações. Para que as CESB's pudessem operar em seus respectivos

população que fosse economicamente interessante, ficando a população de baixa renda, principalmente as de áreas de invasão sem serviços básicos de saneamento como o abastecimento de água, situação comum de se encontrar ainda nos dias de hoje.

A expansão da cobertura do saneamento ocorreu de modo desigual. Foram privilegiados os investimentos em água, pois estes representam menores custos e propiciam retornos mais rápidos através de tarifas. Além disto, embora tenha ocorrido uma significativa expansão dos serviços em todo o território nacional, o Planasa privilegiou as regiões mais ricas do Sul e Sudeste do País e a maior parte dos investimentos esteve concentrada nas cidades mais populosas e, nestas, nos segmentos populacionais de maior renda (PLANASA, 2007).

Segundo Cardoso (2007), as evidentes desigualdades apresentada pelos dados socioeconômicos de Belém são expressas espacialmente por meio da desigualdade de distribuição de usos, infra-estrutura e condições de acesso entre o centro e a periferia da cidade. Testes estatísticos exploratórios desenvolvidos por Lima (2000) apud Cardoso (2007) revelaram que a renda prediz condições de provisão de infra-estrutura e quantidade de área habitável por habitante (p. 157). Além do mais, a correlação de renda com indicadores de área do domicílio por habitante sugere que a provisão de infra-estrutura cria vantagens locais que favorecem a segregação socioespacial dentro da cidade (p. 159). Conforme pode ser observado na figura 8.

estados, foi necessária a concessão municipal para a exploração dos serviços, através de contratos de longo prazo, porque a Constituição já estabelecia que o poder da concessão dos serviços públicos de saneamento pertence ao município.

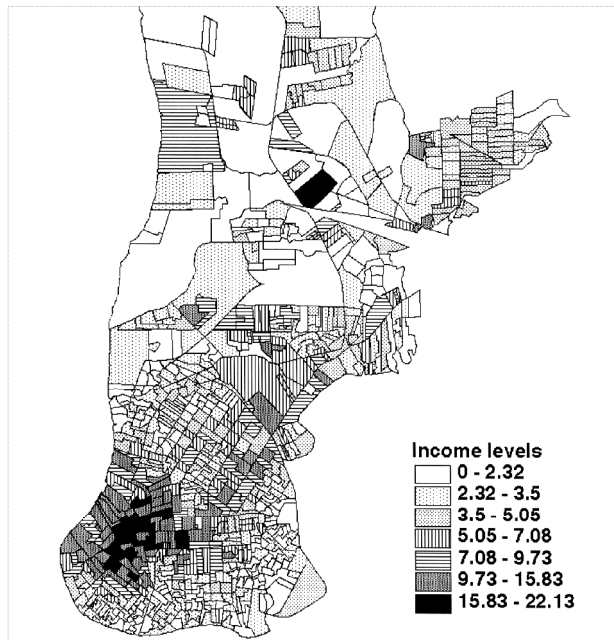


Figura 8 - Distribuição de níveis de renda e usos do solo em Belém, mapa de renda média recebida por domicílio (nº de salários mínimos por mês por domicílio) por setor censitário em Belém, 1991. Fonte: IBGE, 1991 (dados); CODEM, 1986; CELPA; 1998 (mapas), apud CARDOSO (2007).

Com o intuito de melhorar o abastecimento de água no município de Belém, a COSANPA, com o apoio do BNH, desenvolveu o projeto conhecido como Belém 2000, no qual foram previstos o aproveitamento, recuperação e ampliação das unidades existentes, bem como, a implantação de novas unidades de captação, adução, tratamento, recalque de água tratada, reservação e redes de distribuição que atenderia além de Belém, as localidades de Marituba, Ananindeua e Icoaraci (MERCÊS (1997), apud, PLANO DIRETOR DE ÁGUAS (2004)).

Mas, poucos investimentos no setor de esgotamento sanitário foram feitos nesta época, ficando os recursos hídricos dessa região, sobretudo a partir da década de 70, expostos ao intenso processo de degradação ocasionado pelo lançamento de efluentes doméstico e industrial e a ocupação urbana desordenada instalada ao longo das margens dos mananciais.

PAIVA et al (2004), destaca que os efeitos desses problemas ambientais de ocupação desordenada das grandes cidades Amazônicas vêm contribuindo para o aumento da degradação ambiental na Região, uma vez que 98% da população

residente em território paraense não dispõem de sistema de coleta de esgoto, tendo seus efluentes domésticos lançados “in natura” nos rios e igarapés.

Em relação a esses percentuais da situação dos esgotos sanitários em Belém, Braz et al (2003), apresenta os seguintes dados da situação do esgotamento sanitário doméstico na Região Metropolitana de Belém – RMB:

4,80% (61.470 hab) – coleta e tratamento de esgotos

11,30% (144.709 hab) – tanques sépticos

12,90% (165.199 hab) – apenas coletado

71,00% (909.236 hab) – outro destino final

Lisboa e Melo (2002), comentam que o sistema de esgotamento sanitário da RMB está sendo ampliado desde o início da década de 90, com a implantação dos seguintes projetos de coleta, tratamento e destino final dos esgotos sanitários, apresentados na tabela 04:

Tabela 04 – Projetos de coleta, tratamento e destino final dos esgotos sanitários em Belém.

PROJETO	SITUAÇÃO 2005/2006
PROSANEAR - Programa de Saneamento para População de Baixa Renda	Concluído
PROSEGE - Programa de Ação Social em Saneamento	Concluído
PROJETO UMA	Concluído
Projeto de Prolongamento da Avenida 1º de Dezembro	Concluído
PDL/RDP/TUCUNDUBA - Plano de Desenvolvimento Local - Riacho Doce e Pantanal	Em andamento
ESTRADA NOVA	Paralisado
Total de Projetos	06

Fonte: DIRETA, 2007.

Dada a avançada legislação existente sobre proteção e gestão de recursos hídricos, face aos dados apresentados, observamos que a área coberta pelos sistemas de saneamento é insuficiente para o atendimento das reais necessidades dos bairros e distritos, não existindo até então coleta, tratamento e destino final adequado para os esgotos gerados pela população do município de Belém.

2.2 Bacias Hidrográficas do Tucunduba e da Estrada Nova – Contexto

O Município de Belém possui inúmeras bacias hidrográficas, cujas áreas tem sido alvo de invasões por grandes contingentes populacionais, que passaram a viver em condições sub-humanas, impactando e contribuindo para deterioração desses corpos d'água (BRAZ et al, 2003). A divisão do município de Belém em 14 bacias hidrográficas foi feita 2000 pela PMB, como mostrado no Mapa 1 com delimitação das bacias e destaque para as bacia do Tucunduba e Estrada Nova.

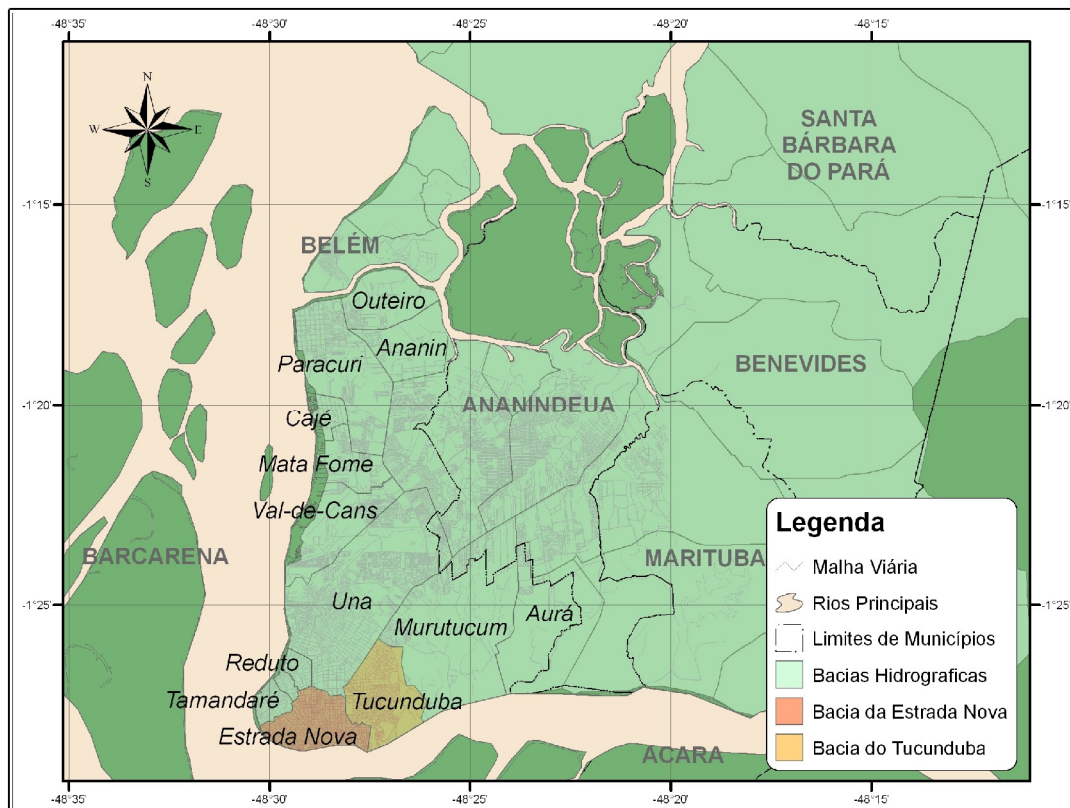


Figura 9 - Mapa com os limites das Bacias Hidrográficas de Belém.
Fonte: Direta, 2008.

Esse trabalho é uma avaliação comparativa da contribuição de carga orgânica em termos de DBO, de duas áreas de estudo inseridas em Bacias que deságuam no Rio Guamá: Bacias da Estrada Nova e do Tucunduba. Sendo a área 1 o assentamento espontâneo na Bacia do Tucunduba, população do Riacho Doce e a área 2 de ocupação formal inserida entre as duas bacias, população de uma porção consolidada da Avenida José Bonifácio. As figuras 10 e 11 apresentam mapas com as áreas de estudo.

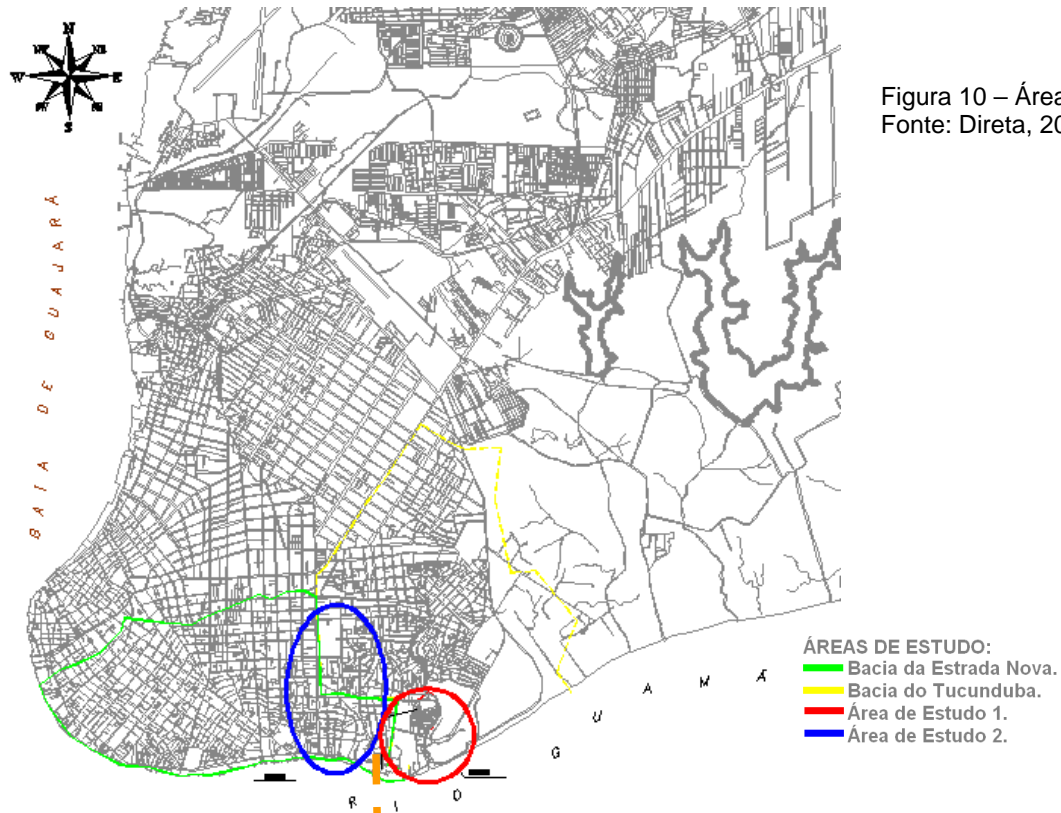


Figura 10 – Áreas de Estudo
Fonte: Direta, 2008.

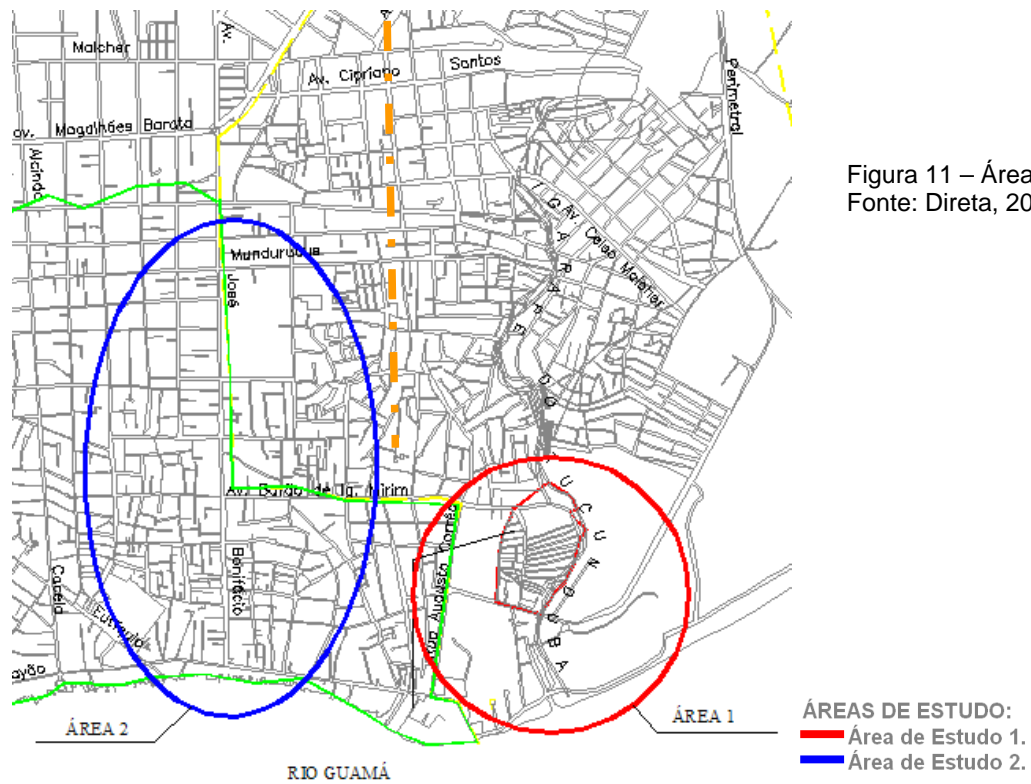


Figura 11 – Áreas de Estudo
Fonte: Direta, 2008.

As Bacias do Tucunduba e Estrada Nova apresentam bairros com maior adensamento populacional, provocando sérios problemas para os moradores de suas áreas de influência, principalmente pelo grande número de imóveis que encontram-se edificadas sem critérios técnicos adequados, despejando seus efluentes diretamente nos seus canais contribuindo para sua degradação ambiental (BRAZ et al, 2003).

Estas áreas são abastecidas pela Companhia de Saneamento do Pará – COSANPA, por meio do quarto setor da zona central de Belém, recebendo água do Sistema Bolonha e São Braz, atendendo de forma clandestina ou não a 4704 habitantes, população da área do Tucunduba e a área ao longo da Avenida José Bonifácio, a população estimada do bairro do Guamá é de 107 mil habitantes (CENSO, 2000). A figura 12 apresenta a localização do quarto setor na RMB.

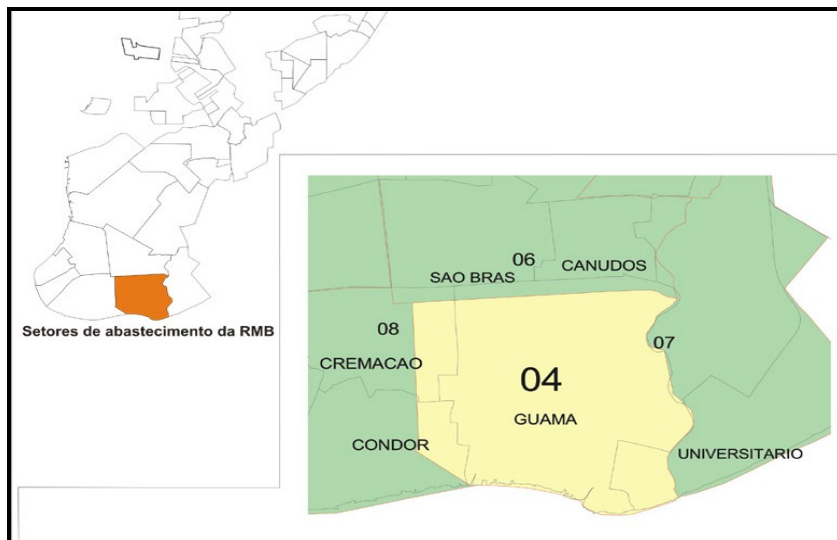


Figura 12 – Mapa com a localização do 4º setor de abastecimento
Fonte: Adaptado do Plano Diretor de Águas, 2004.

As áreas de estudos foram selecionadas por estarem inseridas nas duas Bacias de maior impacto ambiental em termos de lançamento de esgoto bruto em seus canais que deságuam no Rio Guamá, são abastecidas pelo mesmo setor da COSANPA, são as de maior adensamento populacional e estão em diferentes estágios de consolidação dentro do mesmo bairro, ou seja, dentro do espaço intra-urbano, onde é possível observar significativas diferenças para estudo de avaliação comparativa.

A Bacia Hidrográfica do Tucunduba é formada pelos igarapés do Tucunduba, Lago Verde, Caraparu, 2 de Junho, Mundurucus, Gentil Bittencourt, Nina Ribeiro, Santa Cruz, Cristiano Santos, Vileta, União, Leal Martins e Angustura. Fisiograficamente, a bacia assemelha-se a um arco de terrenos altos, de um lado ocupado por casas de alvenaria e, de outro, por terrenos de instituições, com vegetação característica. Até a década de 1980, esses terrenos altos margeavam um imenso charco, que foi ocupado informalmente por população socialmente excluída que se estabeleceu na área com a construção de estivas e palafitas (PREFEITURA DE BELÉM, 2000 apud, PAIVA et al, 2004; CARDOSO, 2007). A figura 13 apresenta aerofoto de parte da Bacia com indicação da tipologia de ocupação.

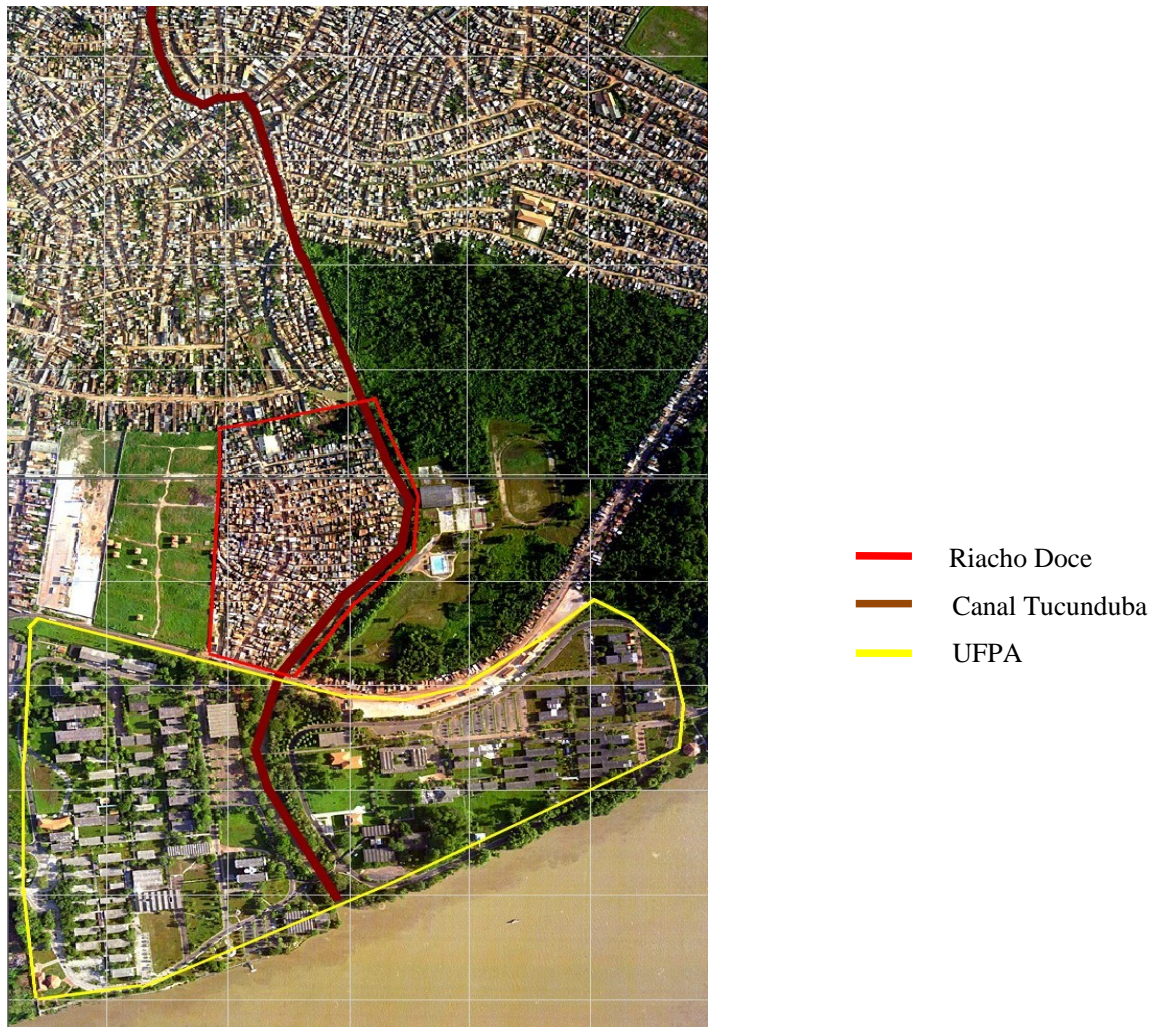


Figura 13 - Imagem aerofotogramétrica da área do Tucunduba
Fonte: Direta, 2008.

A Bacia da Estrada Nova é uma das mais populosas bacias hidrográficas que compõem o tecido urbano do Município de Belém, localizado às margens do Rio Guamá e Baía do Guajará, cuja superfície é recortada por inúmeros igarapés, muitos dos quais já canalizados, onde já é possível encontrar áreas de ocupação consolidadas com infra-estrutura de saneamento como ao longo da Avenida José Bonifácio, como edifícios, bancos entre outros serviços. A figura 14 apresenta aerofoto de parte da Bacia com indicação da Avenida principal e do canal da Estrada Nova, localizado em parte da Avenida Bernardo Saião.

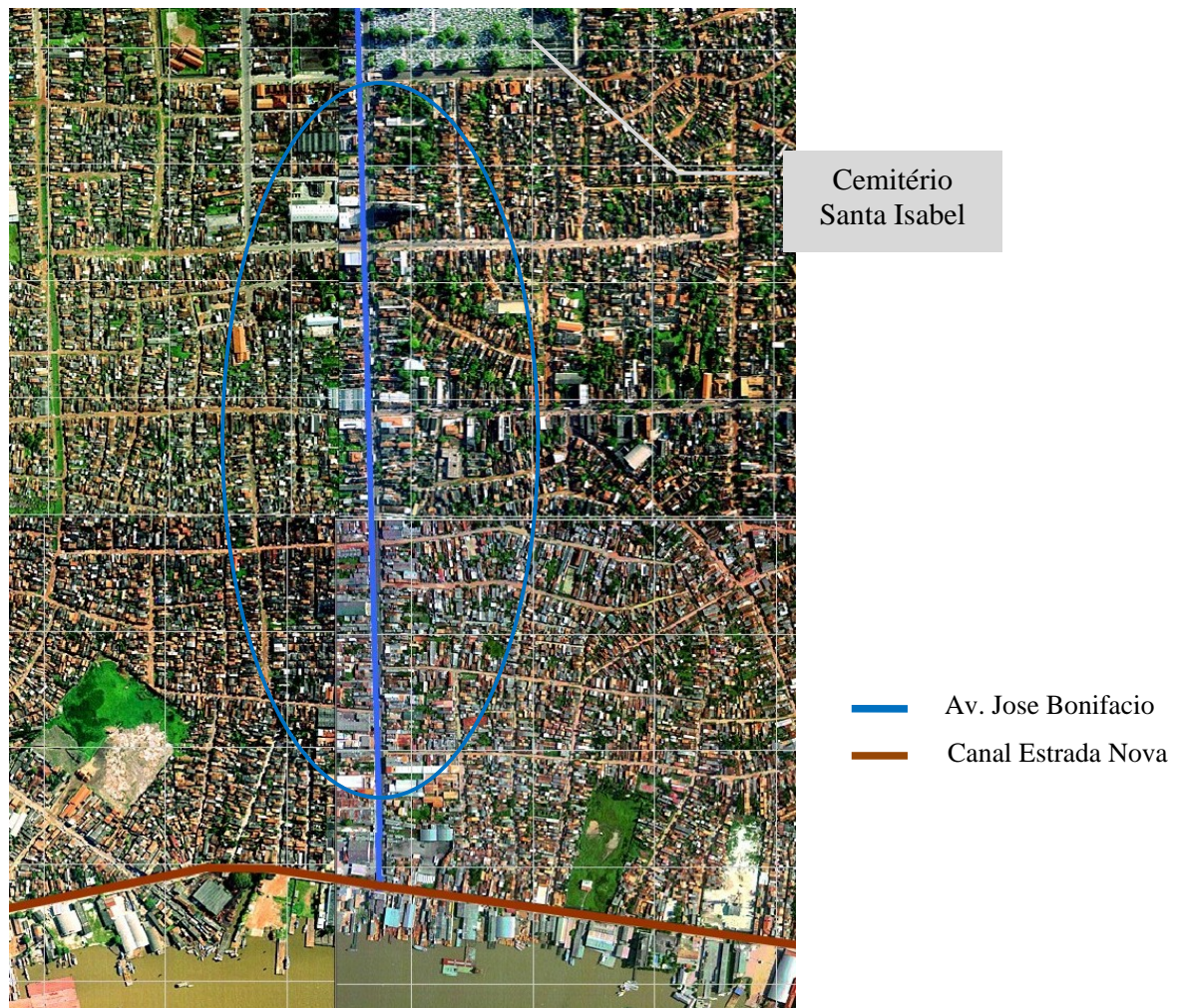


Figura 14 - Imagem aerofotogramétrica
Fonte: Direta, 2008.

2.3 Caracterização da Área 1- Assentamento Espontâneo Riacho Doce

A cidade informal cresce exponencialmente na ilegalidade urbana, sem atributos de urbanidade e com nenhum ou poucos investimentos públicos, transparecendo as diferenças socioambientais.

Cardoso (2007) comenta que o assentamento informal é um meio de sobrevivência. Quando a terra torna-se escassa, devido à falta de acessibilidade de terra não edificada, os lotes existentes são subdivididos e a densidade aumentada. Isto resulta em atrasos e ausência de investimentos devido as limitações financeiras dos habitantes, que assim continuam a viver em áreas não apenas alagáveis mas também superadensadas, iniciando o círculo vicioso de pobreza, degradação ambiental e problemas de saúde pública.

Entre os principais problemas decorrentes desse adensamento populacional em áreas informais podemos citar (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007):

- Padrão de urbanização excludente e predatório.
- Cidadania ambígua e incompleta dos moradores de assentamentos urbanos informais, irregulares e ilegais.
- Expansão e adensamento das periferias urbanas distantes produzindo assentamentos infra-equipados para os mais pobres.
- Criação de novos eixos de expansão urbana para a classe média e alta com geração de vazios urbanos e áreas subutilizadas.
- Ocupação urbana precária de áreas de interesse ambiental.
- Depreciação dos recursos naturais.
- Depredação da infra-estrutura, equipamentos e serviços urbanos próximos

A área informal tomada como objeto de estudo foi o assentamento do Riacho Doce, localizado às margens do Igarapé Tucunduba, bairro do Guamá, na RMB.

Área esta de baixada⁹ ocupada por assentamento espontâneo¹⁰ desprovida de infraestrutura de saneamento adequada (o saneamento é deficiente, não existe rede de drenagem, não existe rede de esgoto e a rede de água não é satisfatória, apresentando entre outros o problema de baixa pressão na rede, causados pela quebra de canalização pelos próprios moradores, ligações clandestinas e não previsão de atendimento pela concessionária local, além de presença de sólidos suspensos na água). Essa área foi selecionada para contribuirmos com o preenchimento de uma lacuna na produção acadêmica local sobre consumo de água em áreas informais, de modo a incorporar aspectos socioeconômicos da população residente no estudo sobre esse consumo. A Figura 15 apresenta a localização da área de estudo com vista aérea do assentamento informal,



Figura 15 – Aerofoto do assentamento Riacho Doce.
Fonte: Adaptado de CODEM, 1998

Os primeiros investimentos em ações de drenagem da Bacia consistiram no revestimento de alguns canais em madeira, durante a década de 1980; posteriormente a região foi beneficiada por verbas federais oriundas do FGTS e

⁹ A “baixada” é constituída de terrenos de cota inferior a 3,70m de maré máxima e é formada por um imenso charco, onde ficavam situadas as palafitas, que mais especificamente nas áreas do Riacho Doce e do Pantanal, eram acessíveis somente por meio de estivas e passagens de aterro com terrenos altos ocupados; ou mesmo por barcos (CARDOSO, 2007).

¹⁰ Áreas de ocupação informal do ponto de vista urbanístico e/ou fundiário, normalmente estabelecidas em áreas periféricas, em sítio originalmente impróprio para ocupação ou inicialmente desprovidas de infra-estrutura (CARDOSO, 2007).

mais recentemente pela macrodrenagem do Tucunduba e Plano de Desenvolvimento Local – PDL, financiadas com recursos internacionais.

O contexto habitacional desta área foi caracterizado basicamente pelas casas de palafitas, construídas sobre os cursos d'água (igarapés e igapós) que vêm sendo substituídas por moradias populares, produzidas pela Prefeitura Municipal, entretanto, Negrão (2007) indica que apesar dos investimentos realizados, os serviços básicos de saneamento na área ainda são insuficientes. Após as obras de drenagem, construção de aterros e integração das novas ruas à malha pré-existente observa-se ainda, clara diferenciação de condições de ocupação entre as áreas consolidadas com alguma infra-estrutura urbana e as áreas segregadas que ainda encontram-se em processo de consolidação. A região do Riacho Doce foi tomada como objeto de estudo por se constituir em exemplo de área em consolidação, como mostrado nas figuras 16 e 17, exemplificando a diversidade socioespacial do espaço intra-urbano.



Figura 16 – Ruas do Tucunduba antes do PDL¹¹
Fonte: DIRETA, 2001.



Figura 17 – Ruas do Tucunduba depois do PDL
Fonte: DIRETA, 2001.

A figura 18 apresenta aerofoto da área de estudo 1, onde é possível observar a morfologia das ruas do Tucunduba, o tamanho das quadras, largura das ruas, condições de pavimentação e drenagem, tamanho dos lotes, tamanho das edificações e proporção de área edificada do lote, onde foi possível verificar junto as observações em campo que não existem quintais, varandas, vegetação entre as

¹¹ PDL – Plano de Desenvolvimento Local é um projeto desenvolvido pela Prefeitura Municipal de Belém, tendo como órgão executor a Secretaria Municipal de Saneamento – SESAN, financiado pela Caixa Econômica Federal através do Programa do Governo Federal Habitar-Brasil, financiado pelo BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento.

casas e nem garagem, pois, as ocupações não previam esse tipo de necessidade, todas as casas são semelhantes e muito pequenas ocupando todo espaço disponível no terreno, existindo grande densidade populacional nas quadras irregulares. As fotos apresentam a ocupação ao longo do Igarapé Tucunduba.



Figura 18 - Imagem aerofotogramétrica e fotos da área 1
Fonte: Direta, 2007

2.4 Caracterização da Área da Cidade Formal – José Bonifácio

A cidade formal apresenta concentração de investimentos públicos em equipamentos e serviços urbanos, regulação e controle do uso e ocupação do solo.

O desenvolvimento econômico de uma cidade marca seu projeto urbanístico. Na cidade formal, se pagam impostos e taxas, reconhecidos oficialmente, diferente do que acontece na cidade informal, onde os terrenos são frutos de invasões ou posses, como as favelas que estão isentas das taxas legais.

A ocupação formal estudada situa-se basicamente nas proximidades da Avenida José Bonifácio, bairro do Guamá, por ser a principal localização do bairro, que se constitui como área de transição entre os bairros nobres da região central da RMB e as invasões, contendo infra-estrutura de saneamento e ocupação diversificada. Para esta área serão utilizados dados referentes ao 4º setor, pois a mesma localiza-se nos limites desse setor. Atualmente encontra-se completamente infra-estruturado, com localização privilegiada dentro da cidade, e integração das ruas asfaltadas que levam a diversas áreas centrais da cidade, enquanto o Riacho Doce, Tucunduba encontra – se sem infra-estrutura e segregada do espaço urbano viário da cidade, conforme pode ser visualizado na figura 19.

Segundo Von Sperling (1997), na poluição difusa os poluentes adentram os corpos d'água distribuídos ao longo de parte de sua extensão, que alteram a natureza do corpo d'água de maneira tal que prejudicam os legítimos usos que deles são feitos. Ainda na figura 19 é possível observar em destaque os canais que deságuam no Igarapé Tucunduba, e a área 2 de estudo, que apesar de estar com pequena parte inserida na Bacia da Estrada Nova tem seus efluentes encaminhados pela rede de drenagem aos canais da Mundurucus e Caraparu, que deságuam no Igarapé Tucunduba. O esgotamento sanitário da área 2 é feito pela rede de drenagem, pois não existe rede de esgoto na área, tornando-se um sistema unitário conforme apresentado no quadro 2 (página 19).

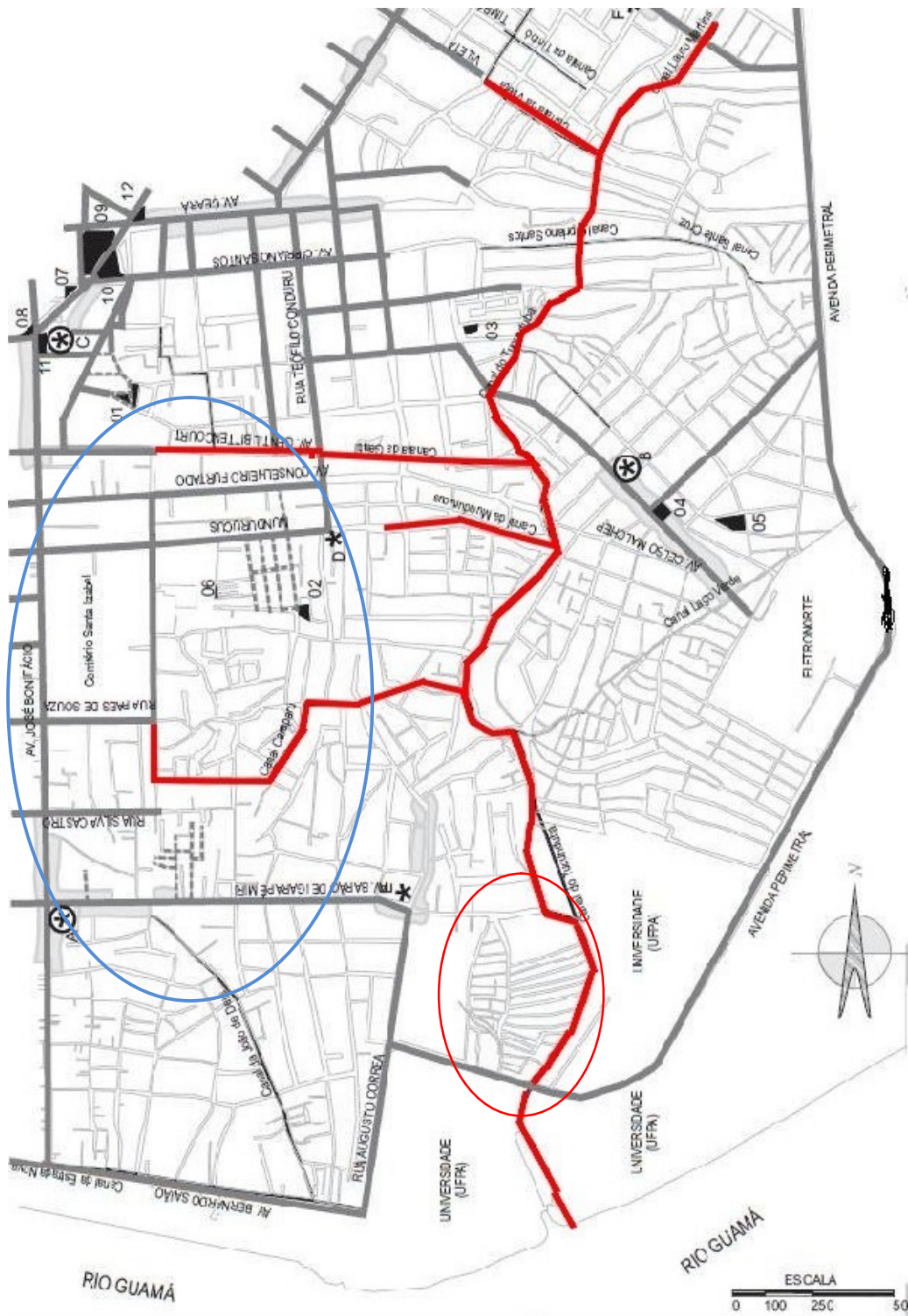


Figura 19 – Mapa da área 2 de estudo.
Fonte: Adaptado de Cardoso, 2007

As figuras 20, 21 e 22 apresentam ruas e tipologia de residências da Av. José Bonifácio.



Figura 20 – Ruas da Avenida José Bonifácio
Fonte: Direta, 2007.



Figura 21 e 22 – Residência Localizada na Av. José Bonifácio
Fonte: Direta, 2007.

A figura 23 mostra imagem Aerofotogramétrica com a Avenida José Bonifácio no sentido norte sul, onde é possível observar na José Bonifácio e Rua Barão de Igarapé Mirí que as edificações são maiores e que abrigam usos de comércio e serviço que atendem todo o bairro, como o mercado da esquina, bancos, lojas, além da diversidade de usos que resulta em ocupação verticalizada de alguns lotes, onde já existem blocos de apartamentos, praças, ruas arborizadas, serviços de restaurantes e lanchonetes, cestos coletores de lixo padronizados e individuais por residência (conjunto residencial), como pode ser observado nas fotografias apresentadas na figura 23.



Figura 23 – Imagem aerofotogramétrica com fotos da José Bonifácio com infra-estrutura de serviços e das ruas.
Fonte: Direta, 2007.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

CAPÍTULO III – Aspectos Metodológicos

Este capítulo tem por objetivo apresentar a metodologia aplicada para dar resposta a pergunta da dissertação. Sendo apresentadas as quatro questões específicas na problemática da pesquisa (item 3.1), Delimitação do Tema e Justificativa (item 3.2) A metodologia é apresentada no (item 3.3) que mostra entre outros tópicos, seleção das economias e análise dos dados.

3.1 Problemática da Pesquisa

O desenvolvimento das questões a serem investigadas nesta pesquisa conduziu à formulação da seguinte questão geral em que se estrutura a dissertação:

Existe diferenciação do impacto ambiental gerado na bacia receptora por contextos urbanos de ocupação formal e informal, considerando diferentes perfis socioeconômicos de população e condições de provisão de moradia?

Para responder esta questão, propusemos uma avaliação comparativa do impacto ambiental gerado por diferentes contextos dentro do mesmo espaço urbano, no caso o bairro do Guamá, Região Metropolitana de Belém, levando em consideração para investigação os seguintes aspectos: Consumo per capita de água, consumo per capita de esgoto, universalidade e equidade do fornecimento dos serviços de saneamento (abastecimento de água e esgotamento sanitário), tarifação de abastecimento de água, qualidade e acessibilidade dos serviços, contexto habitacional e aspectos socioambientais.

Neste contexto, a questão geral se desdobrou em quatro perguntas que visam explorar a relação entre o consumo de água e a consequente geração de esgoto com aspectos socioeconômicos. Tais questões constituem-se em informações importante para a operacionalização das políticas de gestão de recursos hídricos em áreas urbanas e sua articulação com políticas urbanísticas. Abaixo, seguem as quatro perguntas:

3.1.1 Qual contexto habitacional gera maior consumo per capita de água e esgoto?

3.1.2 Existe diferenciação de consumo de água e conseqüentemente da geração de efluentes dentro do mesmo contexto habitacional, e como os fatores socioeconômicos influenciaram tal consumo?

3.1.3 Qual o impacto ambiental, em termos de geração de volume de efluentes e carga orgânica na área de ocupação informal e na área da cidade formal, para as bacias em que estão localizados?

3.1.4 Qual a pertinência da observação de diferentes condições socioespaciais manifestas no interior da cidade para a gestão de recursos ambientais?

3.2 Delimitação do Tema e Justificativa

A água é um recurso natural essencial à vida, com quantidade constante no planeta e qualidade restaurada permanentemente pelo ciclo hidrológico¹. Entretanto, com o aumento das concentrações populacionais e o “desenvolvimento econômico”, este recurso passa a sofrer fortes alterações físicas, biológicas e químicas devido aos usos diversificados e a contaminação por despejos (BARP, 2004).

A presença da água no meio urbano é vista primordialmente como recurso para o abastecimento da população. No entanto, com o adensamento populacional que o mundo vem sofrendo, destaca-se a abordagem da água como meio de desenvolvimento de doenças de veiculação hídrica. Nesse sentido, a intensificação do processo de urbanização a partir do final da década de 1960, mostrou que cidades sem qualquer planejamento resultam em prejuízos significativos para a sociedade (TUCCI, 2004).

¹ A água é considerada recurso renovável devido sua capacidade de se recompor em quantidade, principalmente pelas chuvas e por sua capacidade de absorver poluentes. A água presente em nosso ambiente encontra-se em constante movimento. O conjunto desses processos é chamado ciclo hidrológico (SILVA, PRUSKI; 2000).

Selborne (2002), comenta que a água como fonte de vida, é igualmente um recurso de valor econômico e uso coletivo, que deve ser gerido de maneira a não provocar conflitos ou desequilíbrios entre países ou dentro de um mesmo país. Hoje a utilização dos recursos de água doce é fonte de numerosos problemas, cuja resolução necessita de profunda reflexão ética. A UNESCO considera que a reflexão ética é parte indissociável ao desenvolvimento de formas de gestão sustentável dos recursos hídricos.

A preservação dos recursos hídricos da bacia Amazônica é de fundamental importância em termos globais e locais, por se tratar de uma fonte de subsistência para a presente e futuras gerações, e apresentar peculiar relação com a população local como meio de deslocamento, fonte de abastecimento e lazer. Logo, o uso racional e a conservação desse ambiente, são determinantes para a evolução de aspectos socioeconômicos e, conseqüentemente, para a qualidade de vida da população dessa região (PAIVA et al, 2004).

Preocupações com a qualidade do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável vêm aumentando mundialmente e sendo discutidas desde a Conferência de Estocolmo em 1972. Durante a Conferência Rio 92 foi acordada a Agenda 21 (1992), que no seu capítulo 17 aborda aspectos relativos aos oceanos e zonas costeiras, onde há referência ao tratamento primário dos esgotos municipais descarregados em rios e estuários, bem como a redução de todo e qualquer tipo de escoamento para cursos d'água e estuários que possam provocar a diluição ou degradação do meio ambiente aquático, também no capítulo 6 são abordadas questões sobre proteção e saúde humana, a partir de metas relacionadas à educação sanitária e garantia de acesso universal à água potável e a medidas sanitárias de eliminação de águas cloacais, de modo a reduzir acentuadamente as moléstias transmitidas pela água. Ainda sobre esse tema os Estados Membros das Nações Unidas na Cúpula do Milênio (Nova Iorque, 2000), definiram metas, objetivos mensuráveis e prazos para combater entre outros temas: Pobreza / Fome / Enfermidades/ Degradação do meio ambiente, que constituem os chamados Objetivos do Milênio (ODM). Neste sentido podemos destacar o Objetivo 7 para a Meta 10, que trata sobre Reduzir à metade, até 2015, a porcentagem de pessoas

sem acesso sustentável à água segura e a serviços básicos de saneamento.

Entretanto, existem poucos estudos sobre as relações entre as cidades e o universo das águas. Basicamente têm-se pesquisas sociológicas e antropológicas sobre a pesca e os pescadores ou sobre agricultura e os agricultores ribeirinhos, mas há poucos que trabalhos relacionados com o recorte urbano (CASTRO, 2004).

Motivada por tal carência esta pesquisa de dissertação de mestrado se propõe a contribuir com dados do consumo de água e vazão de esgotos domésticos e de carga orgânica geradas em duas áreas urbanas da RMB, e ainda, como as diferenças culturais e socioeconômicas podem afetar e/ou influenciar consumo de água da população.

3.3 Metodologia

3.3.1 Contexto

A cidade de Belém esta localizada no delta do rio Amazonas, na confluência dos rios Pará e Guamá. A cidade é assentada em terras baixas e atravessada por pequenos rios ou igarapés e dividida em terrenos mais altos ou alterados e áreas alagadas de baixada, retrato e afirmação de hierarquias e de processos de segregação social (CASTRO, 2004).

Segundo Lisboa et al (2003), o município de Belém possui inúmeras bacias hidrográficas, cujas áreas tem sido alvo de invasões por grande contingente populacionais, que passaram a viver em condições sub-humanas impactando e contribuindo para deterioração desses corpos d'água, tal degradação se deve ao processo de urbanização não planejada e a falta de infra-estrutura adequada de esgotamento sanitário.

Em estudo de caso Braz et al (2003), analisou a carga orgânica recebida por bacias do Município de Belém, onde o fator que mais influenciou o volume de carga orgânica foi o número de habitantes.

As áreas de estudo foram selecionadas para investigação porque a produção acadêmica local sobre consumo de água e produção de esgoto tem privilegiado o espaço regional³, deixando pouco explorada a escala intra-urbana que oferece melhores condições para o estudo do impacto de diferenças socioespaciais sobre o meio ambiente, sendo a área de estudo mais restrita em relação as áreas e quantidade de economias selecionadas.

3.3.2 Abordagens

A presente pesquisa é um estudo de caso, que toma duas áreas de estudo como objeto de investigação, localizada no bairro do Guamá em Belém, sendo exploradas por fontes de natureza diversa: Dados secundários e primários, observações e descrição em campo, entrevistas (aplicação de questionário), mensurações do consumo de água em cada economia selecionada, visando validação mais criteriosa de resultados, e que foram investigadas no mesmo período e em mesmo número de economias (residências) selecionadas. Para avaliar qual tipo de ocupação (formal ou informal) é atualmente mais impactante do ponto de vista sanitário. Seguindo o seguinte esquema (3) metodológico:



Esquema 3 - Passo a passo da metodologia adotada
Fonte: direta, 2008

³ Entende-se espaço regional como uma subdivisão estadual que abrange mais de um município, enquanto o espaço urbano é considerado como espaço interno a um dado município (Akerman et al, 1996)

3.3.3 Base de dados, entrevistas, observações e mensurações em campo

Base de dados - A base de dados foi composta por fontes secundárias, provenientes da concessionária local (COSANPA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000), imagens aerofotogramétricas (CODEM, 2000), pesquisa em periódicos e produção acadêmica.

Entrevistas – Foi realizada entrevista com aplicação de questionário (anexos), nas duas áreas de estudo, nas economias selecionadas, com intuito de correlacionar indicadores socioeconômicos, demográficos e de saneamento com o consumo de água (QCP água) e verificar como as variáveis desses indicadores influenciavam no consumo de água da população estudada. São esses indicadores:

- Indicadores demográficos:
 - População residente em número de habitantes por economia;
 - População residente estimada, 2006.

- Indicadores socioeconômicos:
 - escolaridade;
 - renda em número de salários mínimos;
 - Ocupação (profissional);
 - tipo de habitação (número de pavimentos, material de construção);

- Indicadores de saneamento:
 - número de pontos de água;
 - satisfação com a água consumida;
 - cuidados com a água consumida;
 - destino final dos efluentes domésticos.

Observação e mensurações em campo – Foram realizadas medições mensais do consumo de água (QCP água em L/hab.dia) em hidrômetros residenciais, que posteriormente foram aplicados nas equações matemáticas 02, 03, 04 e 05, apresentadas no capítulo 1. Também foram realizadas observações socioespaciais para caracterização das condições de moradia (tipologia da habitação, materiais empregados, condições das instalações sanitárias, relação com o entorno).

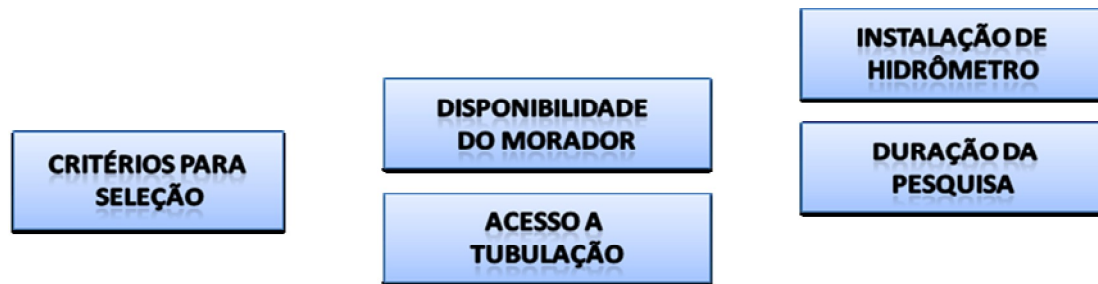
3.3.3 Seleção das economias

Inicialmente foi identificada a área de assentamento informal do Riacho Doce, como adequada para investigação, que por se tratar de área não formal, sem planejamento, sem infra-estrutura de saneamento, de onde não são verificados estudos sobre o consumo de água da população residente nessas áreas.

Como o objetivo do trabalho trata da avaliação comparativa entre duas áreas distintas, em termos de infra-estrutura de saneamento, a outra área foi selecionada com base em variáveis espaciais consideradas importantes como na existência de infra-estrutura de saneamento, localização em mesmo bairro, ou seja, dentro do mesmo espaço intra-urbano.

O estudo de caso avaliou as duas áreas no período de Julho de 2006 a Março de 2007, caracterizando o período de chuva e estiagem típico da região, foram estudadas 40 economias, sendo 20 economias de cada área. Cada área de estudo seguiu critérios diferentes de seleção das economias, sendo o número de economias estudadas na área 2, baseadas no número de economias da área 1, e por isso limitadas a 20 economias para equilibrar a análise comparativa.

A seleção na área 1, assentamento espontâneo Riacho Doce, foi feita seguindo critérios apresentados no seguinte esquema 4:



Esquema 4 – Critérios para seleção da área 1
Fonte: Direta, 2008

A seleção das economias na área 1, foi feita inicialmente com base na disponibilidade do morador em colaborar com a pesquisa e no acesso a tubulação da rede de água, que em decorrência dos inúmeros aterramentos dos terrenos alagados dificultaram o acesso à tubulação da rede de água que em alguns casos estava bastante profunda, inviabilizando o acesso para instalação dos hidrômetros, uma vez que nessa área não existe cobertura de abastecimento de água regular, logo, não existiam hidrômetros com consumo regular para análise, seria necessário a autorização dos moradores para instalar hidrômetros novos dentro das casas e aceitação dos mesmos em colaborar com a pesquisa durante o período de 08 meses, período de Julho de 2006 a Março de 2007 com medições mensais nos hidrômetros.

Foram instalados no mês de Julho de 2006, trinta (30) hidrômetros em residências selecionadas através dos critérios já descritos, entretanto tentando-se abranger a maior área e o maior número de economias possíveis de modo a se ter uma amostra mais distribuída possível dentro das quadras da área do Riacho Doce, a dependência dessas condições, limitou o número de economias a serem estudadas e o método para seleção. As figuras 24 e 25 apresentam a instalação dos hidrômetros.



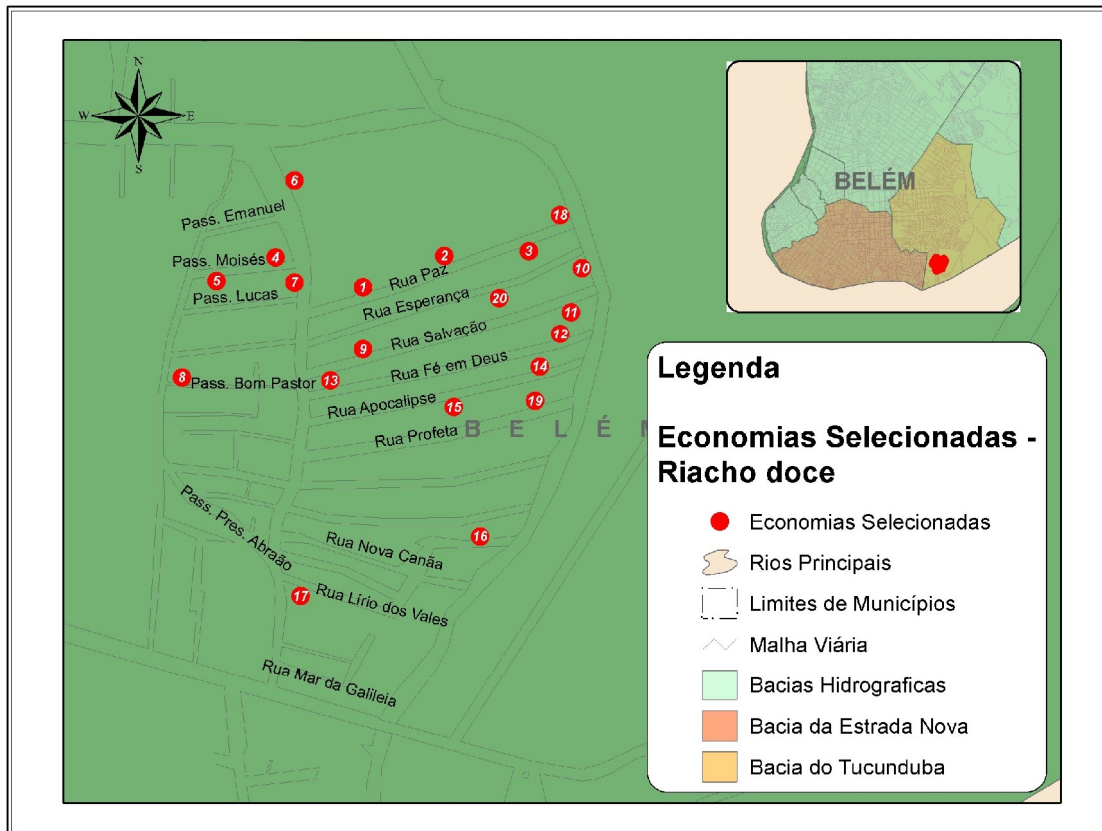
Figuras 24 e 25 – Instalações dos hidrômetros na área informal, Riacho Doce.
Fonte: Direta, 2007

O número das economias que tiveram hidrômetros instalados não foi mantido até o fim da pesquisa devido uma serie de dificuldades encontradas nesta área durante a pesquisa, como a retirada dos hidrômetros pelos moradores que associaram a falta de água à instalação dos mesmos. As figuras 26 e 27 mostram um dos hidrômetros perdidos durante a pesquisa por motivo de enchente em um das áreas de mais difícil acesso.



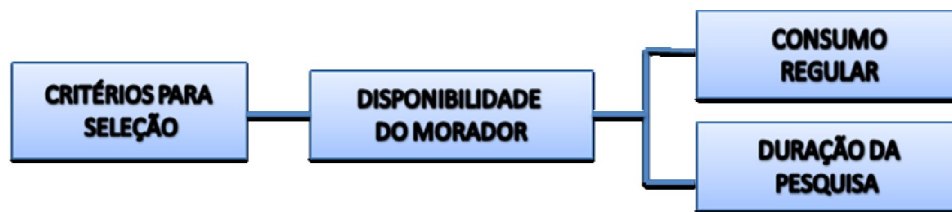
Figuras 26 e 27 – Instalações dos hidrômetros na área informal, Riacho Doce.
Fonte: Direta, 2007

A figura 28 apresenta imagem aerofotogramétrica da área 1 com a localização das economias selecionadas apresentadas pelos pontos, onde é possível verificar a distribuição dos pontos na área do Riacho Doce.



Figuras 28 – Imagem da informal do Riacho Doce com as economias selecionadas.
Fonte: Direta, 2008.

A seleção na área 2, ocupação formal, Avenida José Bonifacio, foi feita seguindo os critérios apresentados no seguinte esquema:

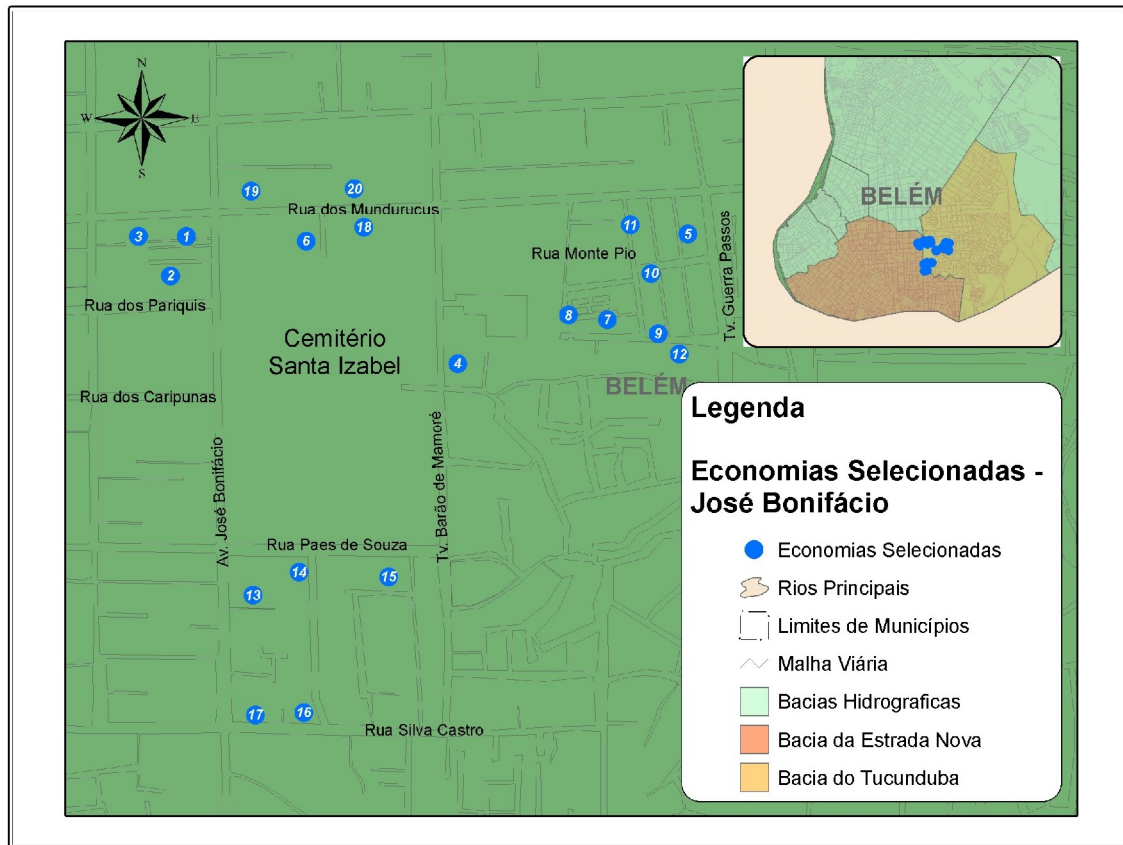


Esquema 5 – Critérios para seleção da área 1
Fonte: Direta, 2008

A seleção na área de ocupação formal foi restrita ao mesmo número de economias da área de assentamento espontâneo para uma análise comparativa equilibrada. Esta seleção foi feita primeiramente por seleção de imagem aerofotogramétrica com seleção de quadras e verificação das áreas com melhor

infra-estrutura, posteriormente foi verificada a disponibilidade do morador em colaborar na pesquisa durante o período da mesma, na existência de consumo regular de água nas residências, e na verificação do consumo mensal de água nas contas do serviço de abastecimento da concessionária local. Ainda assim houve certa dificuldade na localização de domicílios que apresentassem consumo regular hidrometrado, nas áreas previamente selecionadas nas aerofotos, devido ao grande número de economias onde o consumo é cobrado por taxas, resultado de instalações muito antigas, situação muito comum no bairro do Guamá, o mais populoso de Belém.

A medição do consumo de água nesta área ocorreu no mesmo período de Julho de 2006 a Abril de 2007, pelo fato da conta consumo do mês de Março chegar apenas no mês de Abril, o questionário socioeconômico (mesmo padrão utilizado nas duas áreas) foi aplicado no último mês. A figura 29 apresenta imagem aerofotogramétrica da área 2 com a localização das economias selecionadas apresentadas pelos pontos, onde é possível verificar a distribuição dos pontos em áreas próximas a Avenida José Bonifácio.



Figuras 29 – Imagem da formal da José Bonifacio com as economias selecionadas.
Fonte: Direta, 2008

3.3.4 Análises dos dados

A análise dos dados foi desenvolvida segundo um processo de etapas sucessivas, de tal forma a permitir responder as perguntas da dissertação. De posse dos valores obtidos nas entrevistas e aplicação do questionário, levantamento populacional, do consumo mensal de água medido/verificado nas economias selecionadas nas duas áreas, foi possível aplicar nas equações matemáticas e obter os valores necessários para análise comparativa entre as duas áreas, de acordo com a sequência apresentada:

1º.) Para estimativa da quota per capita de água - QCP água, foram aplicados os valores do consumo de água medidos em campo e o número de habitantes levantados nas economias, individualmente para cada economia na equação 02, os valores encontrados a partir desta equação dão resposta ao objetivo específico 1:

$$\text{QCP } \text{Água} = \frac{\frac{\text{Vol. Água}}{\text{Dia}}}{\frac{\text{Habitante}}{1000}} \quad \text{(Equação 02)}$$

2º.) As informações obtidas nas entrevistas por meio de questionário das duas áreas de estudo foram processadas em bancos de dados no Excel, no programa estatístico SPSS 14.0 e STAT VIEW, e analisados estatisticamente de modo a relacionar o consumo per capita de água com variáveis pesquisadas, socioeconômicas, espaciais e de saneamento. Foram realizados os seguintes testes estatísticos: teste t, correlação e regressão (isoladamente e entre as variáveis e o QCP água), de onde foram gerados gráficos e tabelas viabilizando análise descritiva de cada uma das variáveis, avaliando as suas principais características e comparação das duas áreas.

Os gráficos utilizados do tipo Boxplot são descritivos onde é possível visualizar uma análise prévia dos dados estudados, e pontos discrepantes ou extremamente fora da média apresentada por determinado gráfico, pode ser explicado por uma exceção de resposta por parte do pesquisado, ou uma exceção de determinada variável apresentada em análise.

Com os valores da QCP água das duas áreas, foi possível correlacionar com os valores e informações processadas das variáveis levantadas nas entrevistas e verificar o perfil de consumo de água detalhado das duas áreas, atendendo assim o objetivo específico 2.

O objetivo específico 3, diferentemente dos objetivos anteriores, trata de valores mais gerais, da vazão de esgotos e carga orgânica da população das duas áreas, para tanto os valores de população utilizados nas equações 05 e 03, foram estimados, a partir dos valores de população encontrados em campo (total da população estudada em cada área e o total dividido pelo número de economias

estudadas, obtendo-se um valor médio para cada área) , objetivando valores mais abrangentes das áreas estudadas.

3º) Para a estimativa dos valores de população foram utilizadas imagens aerofotogramétricas das duas áreas e selecionadas duas **quadras típicas** de cada área, por apresentarem a mesma morfologia de ocupação das casas, das ruas e dos quarteirões, sendo realizado levantamento do número de domicílios em cada uma das quadras e posteriormente multiplicados pela média de número de habitantes obtidas em campo em cada área, de onde se obtém a equação 06:

(Equação 06)

$$\text{População estimada} = n^{\circ} \text{ econ. (estimadas)} \times \frac{\text{Total população}}{20 \text{ (n}^{\circ} \text{ econ. estudadas)}}$$

As figuras 30 e 31 apresentam as imagens aerofotogramétricas utilizadas para a estimativa da densidade populacional.



Figura 30 - Imagem aerofotogramétrica da área de assentamento Riacho Doce.
Fonte: CODEM (2000).



Figura 31 - Imagem aerofotogramétrica da área de ocupação formal, Avenida José Bonifácio
Fonte: CODEM (2000).

4º.) A partir da QCP água e da população encontrada nas duas áreas e do coeficiente de retorno de 0,8 padrão adotado, foi possível calcular a Vazão de esgotos utilizando a equação 05 apresentada abaixo:

$$Q \text{ esgotos} = \frac{\text{População} \times \text{QCP água} \times C}{1000} \quad \text{(Equação 05)}$$

5º.) De posse da vazão de esgotos calculada e da *concentração de DBO esgotos* brutos ou não tratados da ordem de 300 mg/L (padrão) é possível calcular a carga orgânica em termos de DBO, a partir da utilização da equação 03:

$$\text{DBO esgotos} = \frac{\text{Carga de DBO}}{Q \text{ esgotos}} \quad \text{(Equação 03)}$$

De onde temos a equação 07:

$$\text{Carga de DBO} = \text{DBO esgotos} \times \text{Q esgotos} \quad (\text{Equação 07})$$

A partir dos valores obtidos, juntamente com as análises dos questionários aplicados foi possível caracterizar os perfis de consumo de água e dos aspectos socioeconômicos das duas áreas, para responder a pergunta geral da pesquisa e verificar qual área apresenta maior potencial de impacto em termos de vazão de esgoto e carga orgânica de DBO.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente capítulo se dedica a responder a pergunta geral da pesquisa: Existe diferenciação do impacto ambiental gerado na bacia receptora por contextos urbanos de ocupação formal e informal, considerando diferentes perfis socioeconômicos de população e condições de provisão de moradia? Esta questão se divide em quatro objetivos específicos:

- a) Estimar o consumo per capita de água gerado em L/hab.dia (Litros por habitante por dia), nas áreas objeto de estudo localizadas no Riacho Doce (Assentamento Espontâneo) e na José Bonifácio (Ocupação Formal).
- b) Avaliar a relevância dos aspectos socioeconômicos e sanitários sobre o consumo de água, tomando como amostras as famílias selecionadas.
- c) Comparar os dados referentes às áreas de estudo para avaliar qual situação apresenta maior potencial de impacto, em termos de vazão de efluente e geração de carga orgânica, sobre as bacias receptoras, levando em consideração os aspectos socioeconômicos.
- d) Avaliar a pertinência da observação de diferentes condições sócio-espaciais manifestas no interior da cidade para a gestão de recursos hídricos.

Seguindo a sequência apresentada na metodologia, inicialmente são respondidos os objetivos a e b, para as duas áreas de estudo, área 1 (item 4.1) e área 2 (item 4.2).

A partir desses dados é possível responder os objetivos c e d, onde é realizada análise comparativa das duas áreas de estudo (item 4.3).

4.1 Resultados da Área 1

Neste item são apresentados os valores de consumo per capita de água expressos em L/hab.dia no período de Julho de 2006 à Março de 2007 na área 1, Riacho Doce e os dados socioeconômicos e sanitários obtidos nas entrevistas por meio de questionário das economias avaliadas. Constam nos anexos todas as tabelas e gráficos correspondentes aos apresentados neste capítulo e o questionário utilizado nas entrevistas.

4.1.1 Consumo de água da população residente no Riacho Doce

No gráfico 1 são apresentados os valores médios do consumo per capita de água em L/hab.dia de cada economia no Riacho Doce, nos 8 meses do estudo. É possível observar consumo bastante variado entre as economias estudadas, variando de 49 a 330 L/hab.dia, sendo estimado o valor per capita médio da área 1, da ordem de 154,1 L/hab.dia, sendo possível avaliar essas diferenças a partir das variáveis obtidas nas entrevistas individuais por economia, que serão apresentadas no próximo item.

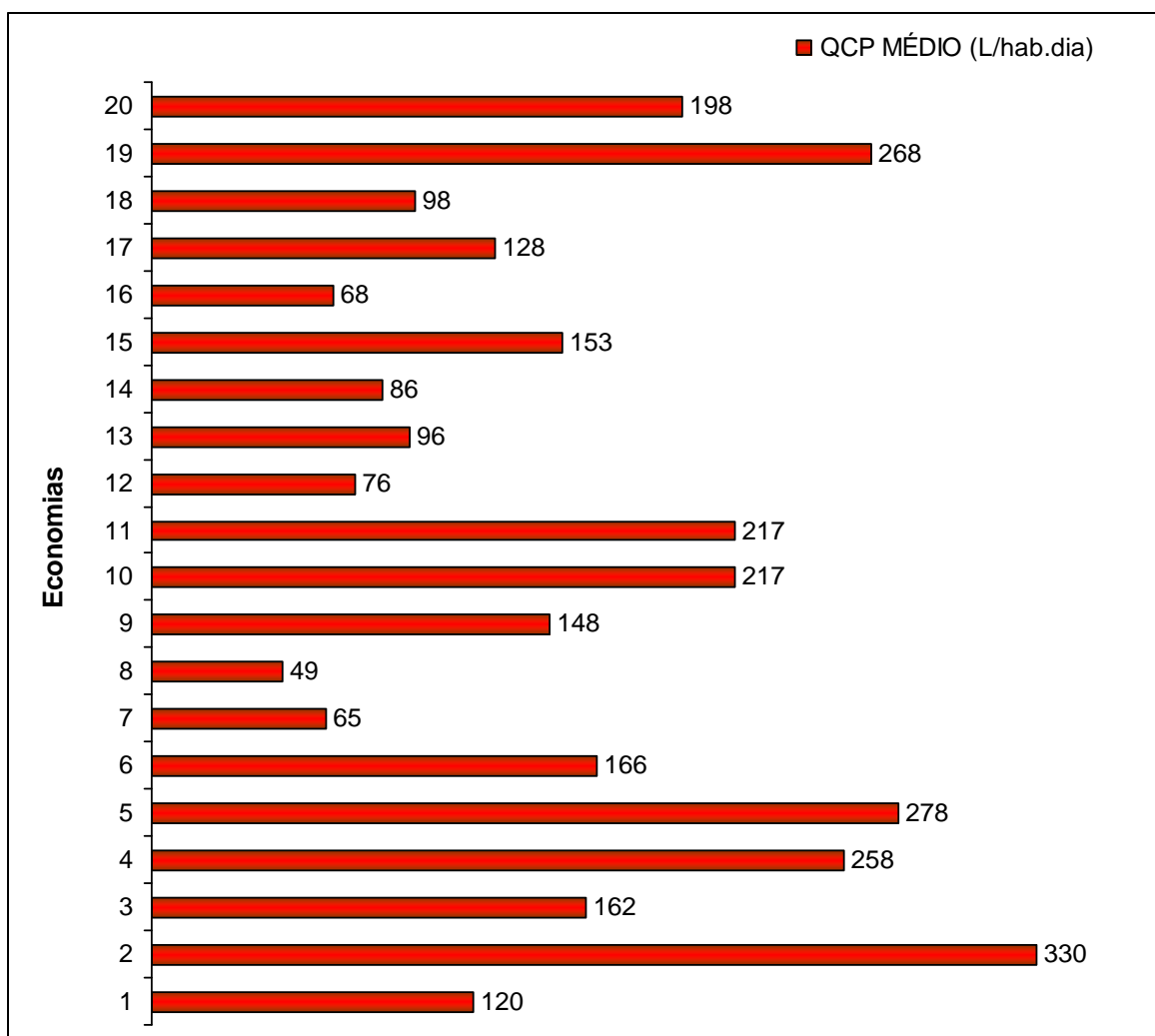


Gráfico 1 – QCP Médio nas economias da área do Tucunduba

4.1.2 Resultados descritivos da Área 1

As entrevistas realizadas por meio de aplicação de questionário, padrão para as duas áreas, objetivou caracterizar as diferentes formas do uso da água, relação do morador com a água, esgotamento sanitário, moradia e aspectos econômicos. A partir destes indicadores foram obtidas variáveis como: faixa etária da população das economias, densidade populacional, níveis de escolaridade, renda e ocupação dos moradores das economias, tipologia da habitação, números

de pontos de água, satisfação com a água consumida e destino final das águas residuárias. Foi aplicado um questionário por economia estudada, abrangendo uma amostra da população de 102 pessoas, nas 20 economias estudadas na área do Assentamento informal Riacho Doce.

Os gráficos apresentam os resultados dos itens abordados no questionário, que associados às informações do consumo de água e foto-documentação desenharam o quadro situacional em que vive a população, que na maioria dos casos é de exclusão social, exclusão a um sistema de abastecimento eficiente e insalubridade face a falta de saneamento básico nesta área.

De acordo com a tabela 05 pode-se verificar alguns valores descritivos das variáveis estudadas: “QCP”, “Número de Pessoas por Domicílio”, “Renda” e “Número de Pontos D’Água por Domicílios”, descreve-se aqui a leitura para cada variável. A variável QCP teve seu menor valor encontrado de 49 e o máximo de 330, com uma média de 154,1 com um desvio padrão de 77,0 para mais ou para menos. A variável N° de pessoas (unid.) apresentou menor valor encontrado de 1 e o máximo de 9, com uma média de 4,6 com um desvio padrão de 2,0 para mais ou para menos. A variável Renda (N° de salários mínimos) teve seu menor valor encontrado de 1 e o máximo de 3, com uma média de 1,7 com um desvio padrão de 0,7 para mais ou para menos. A variável Pontos d’água teve seu menor valor encontrado de 1 e o máximo de 9, com uma média de 3,3 com um desvio padrão de 1,9 para mais ou para menos.

Tabela 05 – Dados Descritivos das Variáveis da Área 01.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
QCP	49	330	154,1	77,0
Número de Pessoas (unid)	1	9	4,6	2,0
Renda (nº. de salários mínimos)	1	3	1,7	0,7
Pontos D'Água (unid)	1	9	3,3	1,9

Os dados referentes ao perfil de escolaridade da população entrevistada são mostrados no gráfico 02, onde se observa o baixo nível de escolaridade alcançado pelos moradores dessa área com 5% de analfabetos e 65% (20%, 25% e 20%), ou mais da metade, não conseguiram chegar ao ensino médio, não foi observada em nenhuma economia estudada, algum morador com Ensino Superior.

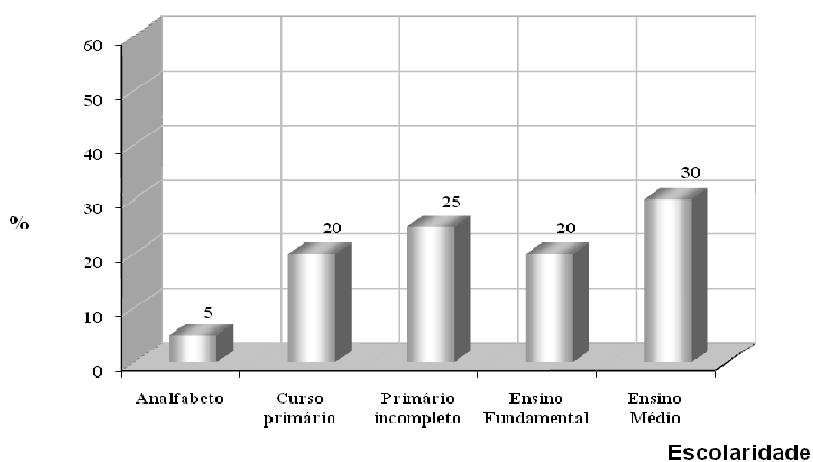
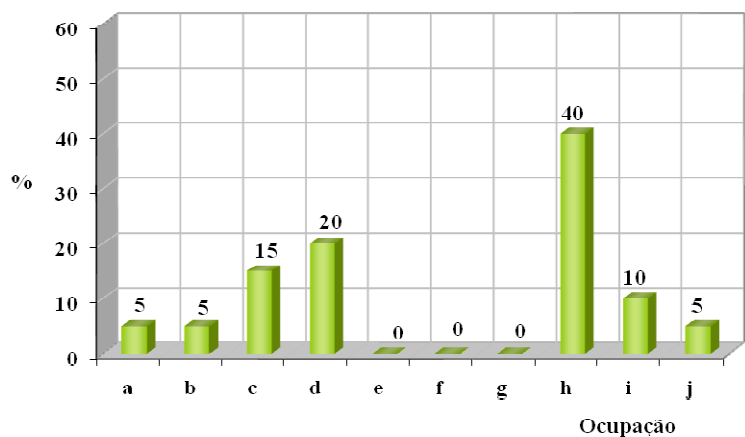


Gráfico 02 - Distribuição do Nível de Escolaridade dos Habitantes da Área 1

A baixa escolaridade mostrada no Gráfico 02 resulta em falta de qualificação para o mercado de trabalho, tornando grande parte dessas pessoas trabalhadores do mercado informal, conforme apresentado no gráfico 03, como pedreiros, marceneiros e biscateiros, influenciando conseqüentemente no perfil de

renda da população mostrado no Gráfico 04, onde a maioria recebe pouco mais de um salário mínimo, e entre os 12% apresentados que ganham até um salário mínimo, estão os desempregados que trabalham como biscateiros, não sendo apresentados entre os chefes de família das economias estudadas, diaristas, empregadas domesticas e estudantes.



Legenda:

- a - Empregado do setor público
- b - Empregado do setor privado
- c - Autônomo – profissional
- d - Autônomo - camelô, lavadeira, etc
- e – Diarista
- f - Empregada doméstica, babá
- g - Estudante
- h - Aposentado/pensionista
- i - Dona de casa
- j - Desempregado

Gráfico 03 – Distribuição da Ocupação dos Habitantes da Área 1

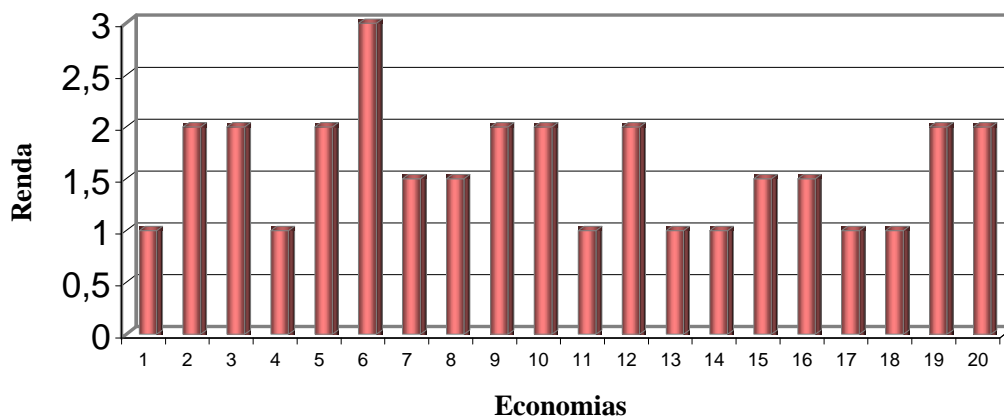


Gráfico 04 – Renda mensal em número de salários mínimos área 1.

É possível observar na área do Tuncuduba diferentes contextos habitacionais, que são caracterizados por ruas pavimentadas, casas com sistema de esgotamento de efluentes e em contraste com esta situação casas sem banheiro, sem sanitário, sem abastecimento de água. O gráfico 05 apresenta os percentuais de diferentes tipologias habitacionais encontradas na área de estudo onde podemos observar que uma minoria, 20% e 25%, são de alvenaria e a maioria, 30% é de madeira com dois pavimentos e, 15% madeira com 1 pavimento. As residências têm geralmente áreas pequenas com um cômodo. Ressalta-se ainda que 10% das casas possuem cômodos construídos em madeira e alvenaria, caracterizando um processo de consolidação da ocupação por meio da substituição gradativa das construções de madeira por alvenaria. As Figuras 32 e 33 mostram as habitações típicas da área.

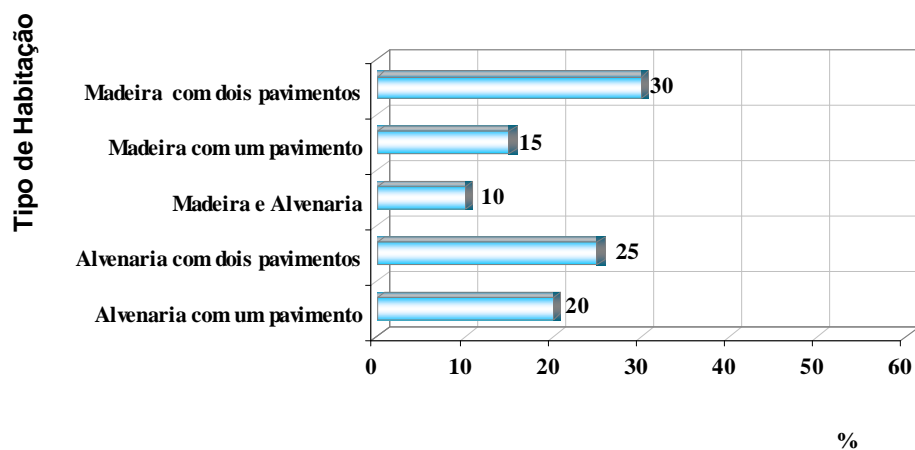


Gráfico 05 – Distribuição do Tipo de Habitação dos moradores da Área 1



Figura 32 – Tipos de Habitações melhoradas no Riacho Doce
Fonte: Direta, 2007.



Figura 33 – Tipos de Habitações ainda em madeira no Riacho Doce
Fonte: Direta, 2007.

No gráfico 06 é apresentado o número de pontos de água na residência, onde 40% das mesmas apresentam mais de três pontos, que geralmente são uma torneira na cozinha, uma no quintal e uma torneira no banheiro, algumas residências possuem chuveiro e válvula de descarga no vaso sanitário, porém em poucos casos são usados devido a falta de pressão na rede, como citado anteriormente, o que gera situações onde apenas dois pontos ou um ponto (18% e 24% dos casos respectivamente) são utilizados para toda a residência, por todos os moradores aumentando a possibilidade de contaminação da água utilizada para consumo, devido ao armazenamento inadequado da água como o mostrado na Figura 34.

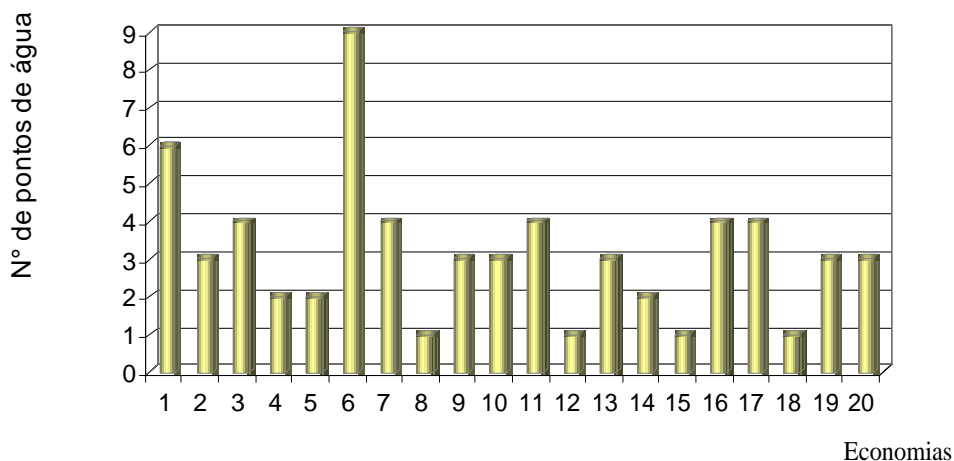


Gráfico 06 – Número de pontos de água na área 1



Figura 34 - Ponto principal de consumo de água no interior de uma das economias pesquisadas.

Entretanto neste caso foi verificado que em algumas economias com poucos pontos de água como dois ou três por exemplo, existe alto desperdício pelas mesmas permanecerem abertas por longos períodos desnecessariamente.

No Gráfico 07 são apresentados os percentuais de satisfação da população com a água consumida, onde 70% da população entrevistada não se mostra satisfeita com a água que consome, devido a fatores diversos, entre os mais citados pode-se destacar a má qualidade da água (presença de ferro) e a falta de pressão na rede. Quando o morador apresenta melhores condições financeiras, ele instala caixa d'água (Figura 35) com bomba para sucção direta da rede, visando possibilitar o uso de chuveiros e descargas, por exemplo. O que acaba prejudicando os demais moradores, pois reduz ainda mais a pressão na rede.

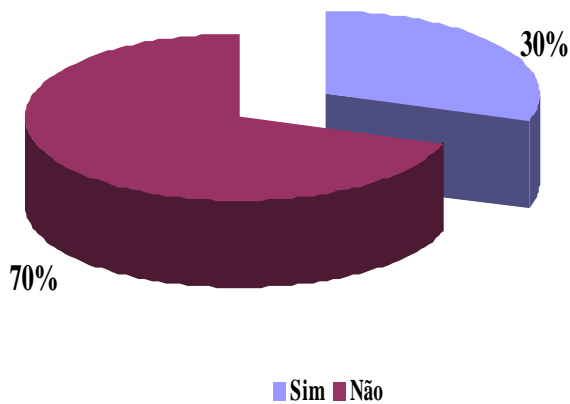


Gráfico 07 – Distribuição da Satisfação com a Água Consumida pelos Habitantes da Área 1.



Figura 35 - Caixa d'água no interior de uma das economias pesquisadas
Fonte: Direta, 2007.

É possível relacionar o número de pontos de água do gráfico 07, com a satisfação do consumo de água no gráfico 9 e com o número de habitantes no gráfico 08, onde existe uma media de 5 habitantes para 3 pontos de água por domicilio.

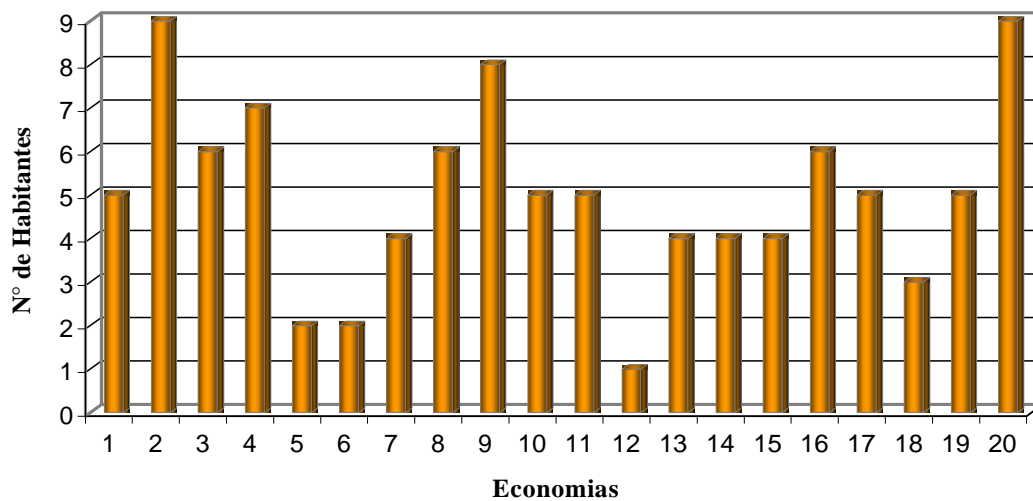


Gráfico 08 – Número de habitantes na área 1.

No gráfico 09 são apresentados os principais cuidados da população em relação à água da COSANPA, consumida na área 1, onde a maioria das economias utiliza hipoclorito de sódio, como medida de tratamento preventivo para

água utilizada para consumo direto, graças ao trabalho de educação sanitária implementado na área e consciência de algumas donas de casa .

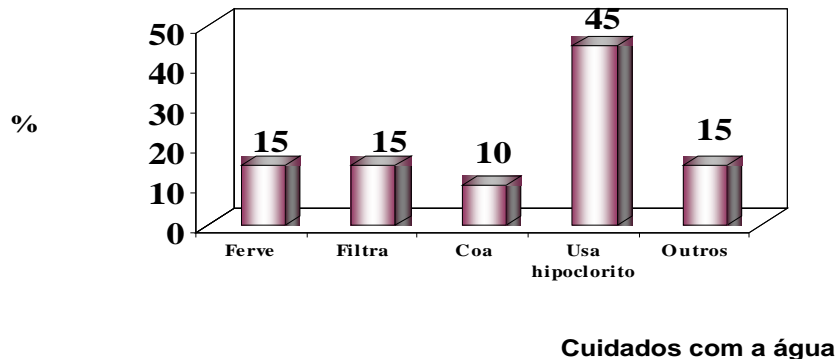


Gráfico 09 – Cuidados com a água

Durante a pesquisa foi possível observar que apesar das melhorias habitacionais e de saneamento proporcionadas pelo projeto PDL, em 35% das economias pesquisadas as águas residuárias permanecem nas residências, como observado no gráfico 10, sendo lançadas nos quintais ou na parte inferior das casas por alguma canalização ou em casos mais precários pelas frestas do piso de madeira de “jirais” (área de preparo de alimentos, lavagem de louças e serviços correlatos) como mostra a Figura 36 (a) e (b).

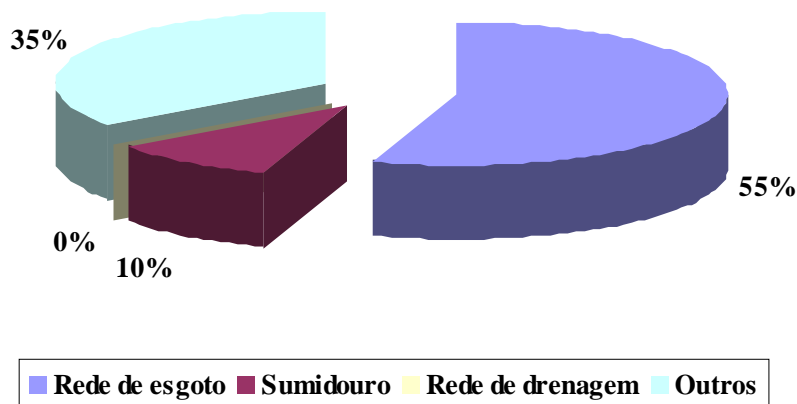


Gráfico 10 – Destino dos Esgotos na área 1



Figura 36 (a) – Ponto de lançamento de efluente no quintal e, (b) Lançamento na parte inferior da residência.

Fonte: Pesquisa Direta (2007).

Os outros 59% dos efluentes gerados apresentados no gráfico 12, possuem canalização de esgotamento ligada à rede de drenagem que posteriormente são lançados sem tratamento no próprio Igarapé Tucunduba, através das galerias de águas pluviais conforme Figura 37.



Figura 37 – Ponto de lançamento dos efluentes no Igarapé Tucunduba.
Fonte: Direta, 2007.

4.1.3 Resultados de correlação entre as variáveis da Área 1

Na tabela 06 é apresentado o resultado do teste Correlação de Pearson Significativa dos dados quantitativos.

Tabela 06 - Matriz de correlação entre QCP da Área 01, Número de Habitantes, Renda e Número de Pontos D'Água.

Variáveis		QCP	Nº_HAB	RENDA	PONTOS_ÁGUA
QCP	Correlação de Pearson	01	0,333	0,385*	0,049
	Nível Descritivo	-	0,075	0,047	0,418
Nº_HAB	Correlação de Pearson	0,333	01	00	-0,038
	Nível Descritivo	0,075		0,5	0,436
RENDA	Correlação de Pearson	0,385*	00	01	0,343
	Nível Descritivo	0,047	0,5	-	0,069
PONTOS_ÁGUA	Correlação de Pearson	0,049	-0,038	0,343	01
	Nível Descritivo	0,418	0,436	0,069	-
N		20	20	20	20

* Correlação de Pearson Significativa (Nível Descritivo < 0,05)

Pelo teste de Pearson, pode-se perceber que a variável QCP e Pontos D'água possuem correlação (p - value = 0,049) assim como a variável Número de Habitantes e Pontos D'água (p - value = - 0,038), ambas com um nível de significância de 95%.

No gráfico 11 de dispersão bivariado com regressão é apresentada a relação entre as variáveis QCP médio e renda na área do Riacho Doce.

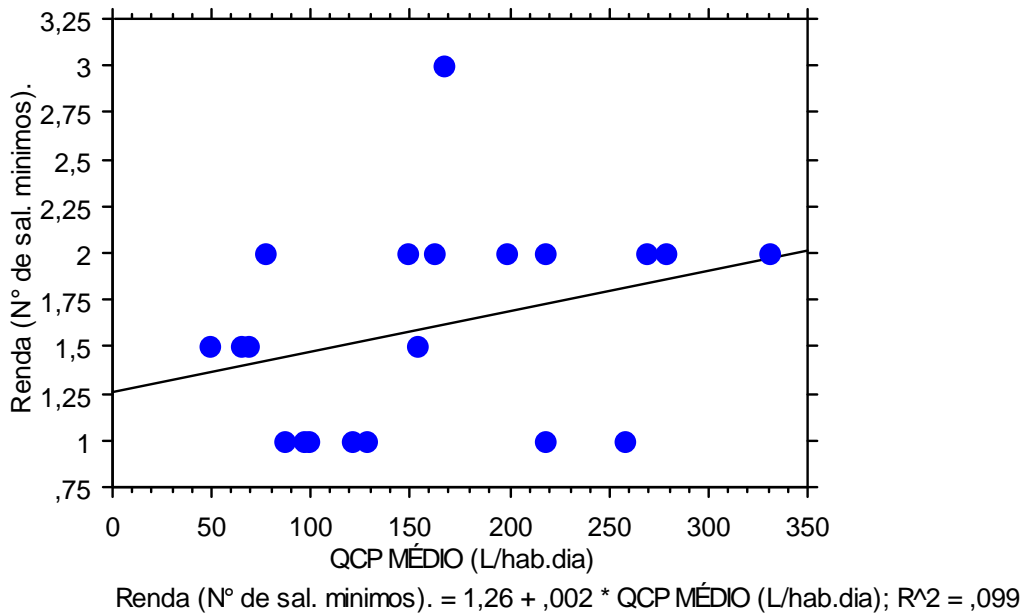


Gráfico 11 – Relação QCP x Renda – Tucunduba

Analisando o gráfico 11 de dispersão bivariada de Renda e do QCP Médio da área do Tucunduba, observa-se que os pontos estão dispostos aleatoriamente e mostram uma leve relação linear crescente entre Renda e QCP. Considerando o modelo de regressão linear simples gerado, onde, Renda é a variável dependente e QCP Médio variável independente, tem-se fortes evidências que confirmam a análise preliminar de haver uma relação linear entre as variáveis estudadas.

O gráfico 12 de dispersão bivariada com regressão é apresentada a relação entre as variáveis QCP médio e número de habitantes na área do Tucunduba.

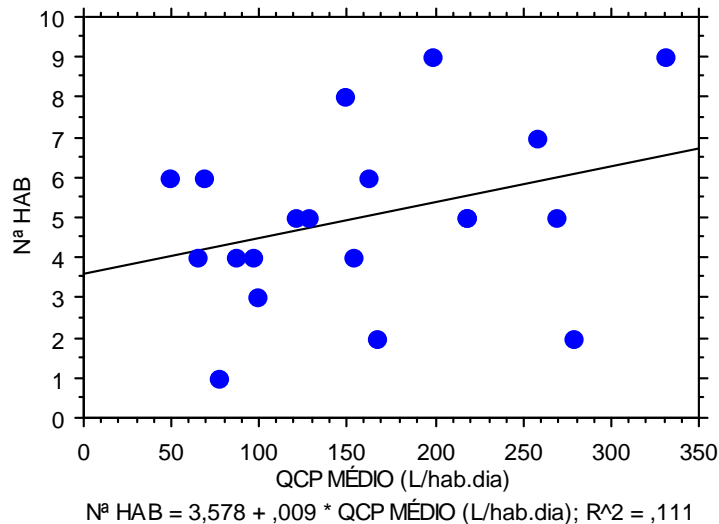


Gráfico 12 – Relação QCP x N^o Habitantes - Tucunduba

Analisando o gráfico 12, têm-se indícios de haver uma relação linear crescente entre as mesmas, ou seja, quando o QCP médio cresce o N^o. hab também cresce. O modelo de regressão linear simples gerado, considerando o N^o. hab variável dependente e QCP Médio (L/hab.dia) como variável independente, confirma haver uma relação linear entre as variáveis estudadas, porém, sendo considerada baixa a explicação do modelo, apresentando $R^2 = 0.11$.

No gráfico 13 de dispersão bivariado com regressão é apresentada a relação entre as variáveis QCP médio e número de pontos de água do Tucunduba.

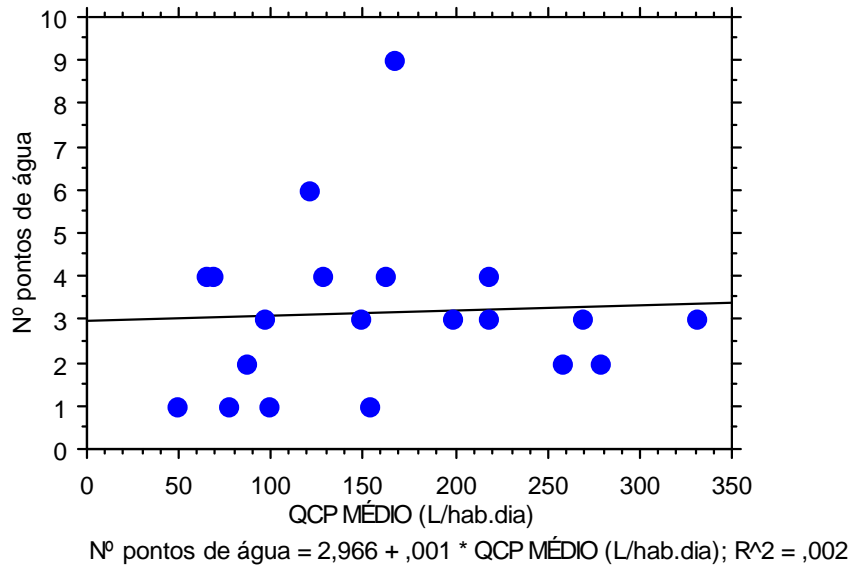


Gráfico 13 - QCP x N pontos de água – Tucunduba

O gráfico 13 de dispersão bivariada com regressão, apresenta a relação entre as variáveis QCP de água médio e número de pontos de água da área 1, onde têm-se indícios de não haver uma relação linear significativa entre as mesmas. O modelo de regressão linear simples gerado, considerando o Nº. pontos de água, variável dependente e QCP Médio (L/hab.dia) como variável independente, confirma não haver uma relação linear significativa entre as variáveis estudadas, tendo uma baixa explicação com $R^2 = 0.002$.

Síntese das Respostas:

Respondendo o objetivos 1, verificou-se na pesquisa que o consumo de água por economia variou de 49 a 330 L/hab.dia, sendo estimado o valor per capita médio de água de 154,1 L/hab.dia, enquanto a literatura recomenda um valor per capita de água de 100 L/hab.dia para população de baixa renda, para dimensionamento de projetos de água e esgoto, assim o per capita de água encontrada nessa área é 59%, superior ao recomendado pela literatura, sendo relevante a realização de estudos de consumo de água associados a aspectos

socioeconômicos para elaboração de projetos de abastecimento de água e esgotamento sanitário para diferentes perfis populacionais, mesmo populações próximas em relação à localização, mas com perfil sócio econômico totalmente diferente como no caso da população de baixa renda do Riacho Doce.

Em relação ao objetivo 2, é apresentada uma síntese dos resultados obtidos nas entrevistas dos indicadores socioeconômicos e sanitários, e das relações observadas entre os mesmos, onde também foram realizadas observações em campo e relatório fotográfico.

RELAÇÃO COM O CONSUMO DE ÁGUA	
Escolaridade	Foi verificado que existe ligação entre as três variáveis, onde a baixa escolaridade tem reflexo na ocupação e na renda, que na maioria dos casos não é fixa, ou seja, são biscateiros, o que resulta em poucos recursos para investimentos nas habitações em infra-estrutura para abastecimento de água.
Ocupação	No gráfico de dispersão bivariado com regressão Renda e QCP do Tucunduba observa-se que os pontos mostram haver uma relação linear crescente entre as variáveis estudadas, evidenciando que existe forte influência da renda no consumo de água, de quanto maior a renda maior o consumo, os pontos que apresentaram QCP elevado e até 1 salário mínimo, podem ser explicados pelo alto desperdício nas economias estudadas com poucos pontos de água por exemplo.
Renda	
Tipo de habitação	Durante as visitas em campo foi observado que existem dois contextos habitacionais, que são determinados pela situação socioeconômica dos moradores, onde apenas as casas de alvenaria e em consolidação (alvenaria e madeira), possuem caixa d'água residencial, o que possibilita o uso de mais de um ponto de água e dispositivos como válvula de descarga e chuveiro.
Nº de pontos de água	

Satisfação com a água consumida	<p>A satisfação do consumidor com a água disponibilizada foi influenciada pelos seguintes fatores: regularidade no abastecimento, pressão na rede e qualidade da água. O que também foi influenciado pela situação financeira, devido à localização da sua habitação. É possível relacionar a satisfação do consumidor com o número de habitantes e com o número de pontos de água. Nesta área de estudo o número de habitantes é muito superior ao número de pontos de água, comprometendo a qualidade do acesso.</p> <p>No gráfico de dispersão bivariado com regressão N^o de habitantes e QCP do Tucunduba observa-se que os pontos mostram haver uma relação linear crescente entre as variáveis estudadas, evidenciando que existe influência do N^o de habitantes no consumo de água, de quanto maior N^o de habitantes, maior o consumo.</p>
N ^o de habitantes	<p>Tucunduba observa-se que os pontos mostram haver uma relação linear crescente entre as variáveis estudadas, evidenciando que existe influência do N^o de habitantes no consumo de água, de quanto maior N^o de habitantes, maior o consumo.</p>
Cuidados com a água	<p>Os cuidados com a água consumida influenciaram no consumo de água, quanto maior o cuidado com a água para consumo humano menor o desperdício.</p>
Destino final dos esgotos	<p>Apesar das melhorias habitacionais e de saneamento proporcionadas pelo projeto PDL, em 35% das economias pesquisadas as águas residuárias permanecem sob o piso das residências, que na maioria desses casos é de madeira, o que nas situações de fortes chuvas resulta até em transbordamento desta água contaminada para o interior das residências, através das frestas de madeira, essa variável também se relaciona com a renda, tipo de habitação e localização da mesma no assentamento.</p>

4.2 Resultados da Área 2

Neste item são apresentados os valores de consumo per capita de água expressos em L/hab.dia no período de Julho de 2006 à Abril de 2007 na área 2, proximidades da Avenida José Bonifácio e os dados socioeconômicos e sanitários obtidos nas entrevistas por meio de questionário das economias avaliadas. Constam nos anexos todas as tabelas e gráficos correspondentes aos apresentados neste capítulo e o questionário utilizado nas entrevistas.

4.2.1 Consumo de água da população residente na área de Ocupação Formal, José Bonifácio.

No gráfico 14 são apresentados os valores médios do consumo per capita de água em L/hab.dia de cada economia da área 2, nos 8 meses do estudo. O consumo por economia variou de 91 L/hab. dia a 474 L/hab.dia, sendo estimado o valor per capita médio da ordem de 207 L/hab.dia. A literatura recomenda um valor per capita de água de 150 L/hab.dia para população de padrão médio, para dimensionamento de projetos de água e esgoto, sendo possível avaliar essa variação de consumo a partir das variáveis obtidas nas entrevistas individuais por economia, que serão apresentadas no próximo item.

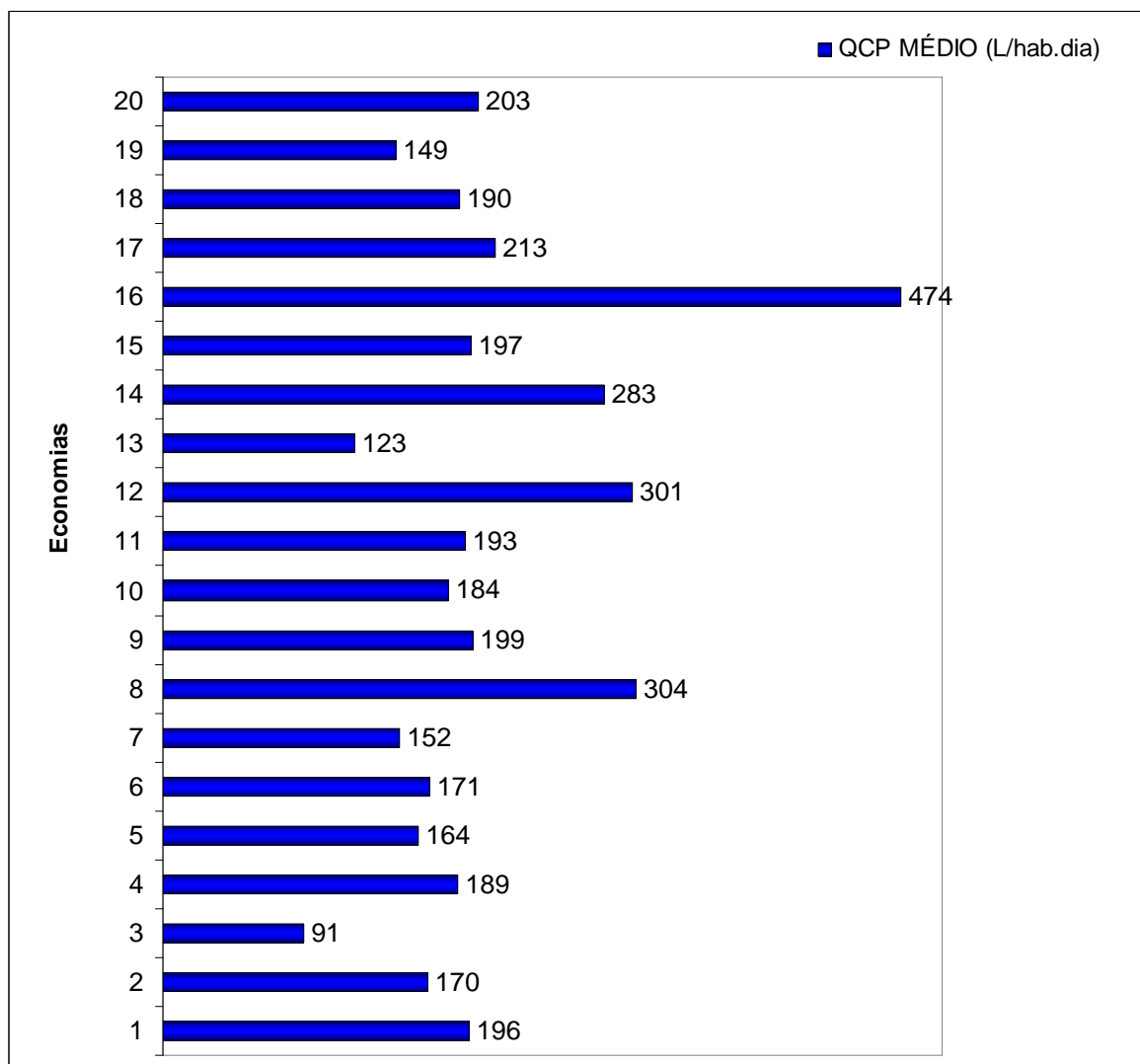


Gráfico 14 – QCP Médio nas economias da área da José Bonifácio

4.2.2 Resultados descritivos da Área 2

A aplicação do questionário teve como objetivo básico caracterizar as diferentes formas do uso da água, relação do morador com a água, moradia e aspectos econômicos. A partir destes indicadores foram obtidas informações como: a faixa etária da população das economias, densidade populacional, níveis de escolaridade, renda e ocupação dos moradores das economias, tipologia da habitação, números de pontos de água, satisfação com a água consumida e

destino final das águas residuárias. Foi aplicado um questionário por economia estudada, abrangendo uma amostra da população de 80 pessoas, nas 20 economias selecionadas na área próxima da Avenida José Bonifácio.

Os gráficos apresentam os resultados dos itens abordados no questionário, estes, associados às informações do consumo de água e foto-documentação desenham o quadro situacional em que esta população vive, onde existe cobertura satisfatória do sistema de abastecimento, saneamento e onde os esgotos são lançados diretamente na rede de drenagem não permanecendo no local de moradia em nenhuma das economias estudadas.

Tabela 07 – Dados Descritivos das Variáveis da Área 02.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
QCP	91	474	207,3	82,2
Número de Pessoas	2	6	3,9	1,4
Renda	1,5	6	3,6	1,3
Pontos D'Água	3	10	5,4	2,6

De acordo com a tabela 07 pode-se verificar alguns valores descritivos das variáveis estudadas. A variável QCP teve seu menor valor encontrado de 91 e o máximo de 474, com uma média de 207,3 com um desvio padrão de 82,2 para mais ou para menos. A variável N° de pessoas (unid.) teve seu menor valor encontrado de 2 e o máximo de 6, com uma média de 3,9 com um desvio padrão de 1,4 para mais ou para menos. A variável Renda (N° de salários mínimos) teve seu menor valor encontrado de 1,5 e o máximo de 6, com uma média de 3,6 com um desvio padrão de 1,3 para mais ou para menos. A variável Pontos d'água teve seu menor valor encontrado de 3 e o máximo de 10, com uma média de 5,4 com um desvio padrão de 2,6 para mais ou para menos.

Os dados referentes ao perfil de escolaridade da população entrevistada são mostrados no gráfico 15, onde 55% da população concluíram o ensino médio e 25% ingressaram no ensino superior, não apresentando percentual entre analfabetos.

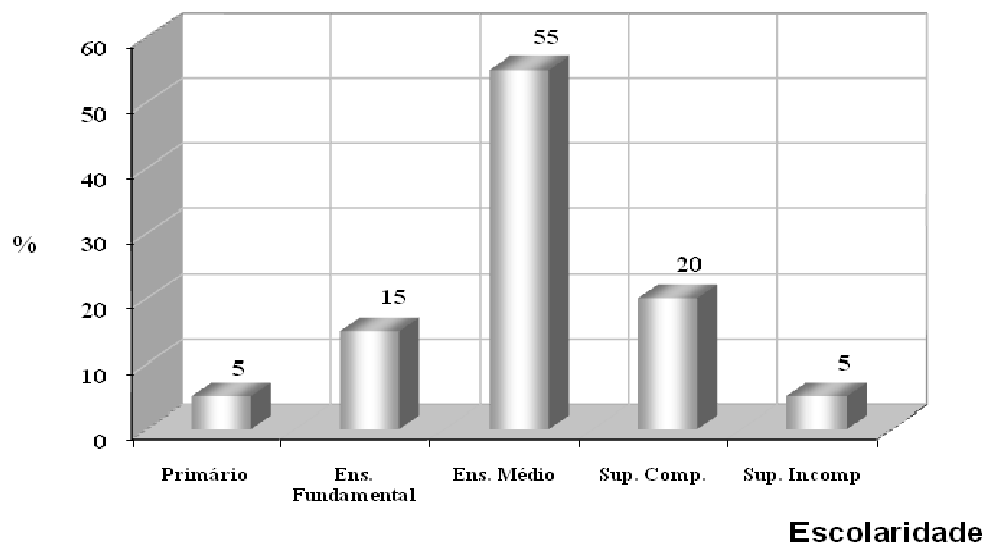


Gráfico 15 – Distribuição do Nível de Escolaridade dos Habitantes da Área 2

No gráfico 16 é apresentada a distribuição da ocupação dos moradores da José Bonifácio onde 50% é aposentado ou pensionista com mais de 3 salários mínimos (gráfico 17) e 20% são empregados do setor público.

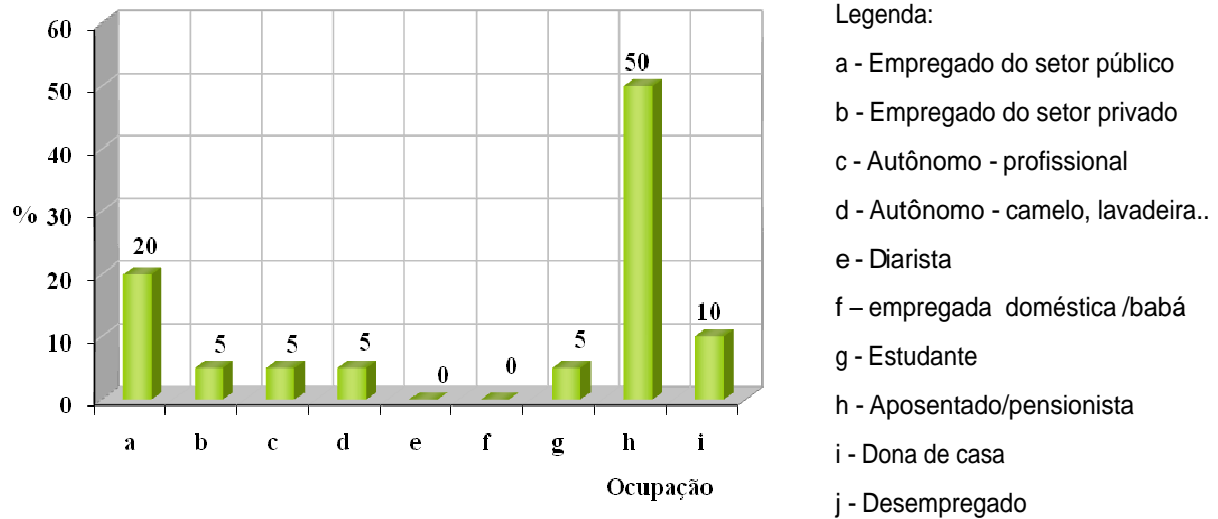


Gráfico 16 – Distribuição da Ocupação dos Habitantes da Área 2

No gráfico 17, é apresentada a renda média dos habitantes, que chega a 6 salários mínimos, essa variável é influenciada pela educação, influencia diretamente no tipo de ocupação e número de pontos de água, como pode ser observado na figura 38, que apresenta uma área próxima ao Montepio, bairro do Guamá, onde é mostrado portão de uma vila residencial, com casas grandes, de dois pavimentos em alvenaria, calçadas com grama, rede de drenagem, ruas asfaltadas e limpas, como em um condomínio fechado.

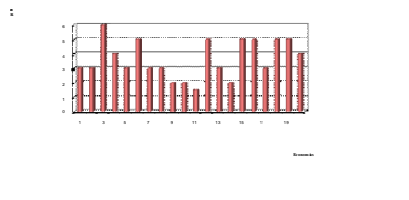


Gráfico 17 – Renda mensal em número de salários mínimos área 2



Figura 38 – Tipologia das economias estudada e suas localizações.
Fonte: Direta, 2008

É possível observar no gráfico 18 que na área próxima a José Bonifácio, que 85% das habitações são de alvenaria e possuem em média mais de 4 pontos de água, como apresentado no gráfico 19, essas residências possuem no mínimo chuveiro, vaso sanitário e torneira de cozinha, o que garante conforto sanitário para uso de chuveiro e afastamento das águas servidas da fonte geradora.

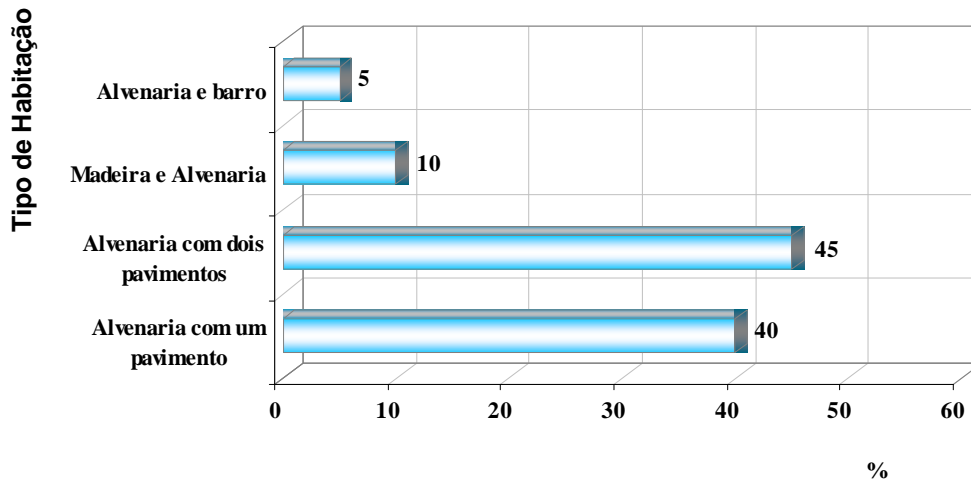


Gráfico 18 – Distribuição do Tipo de Habitação dos moradores da Área 2

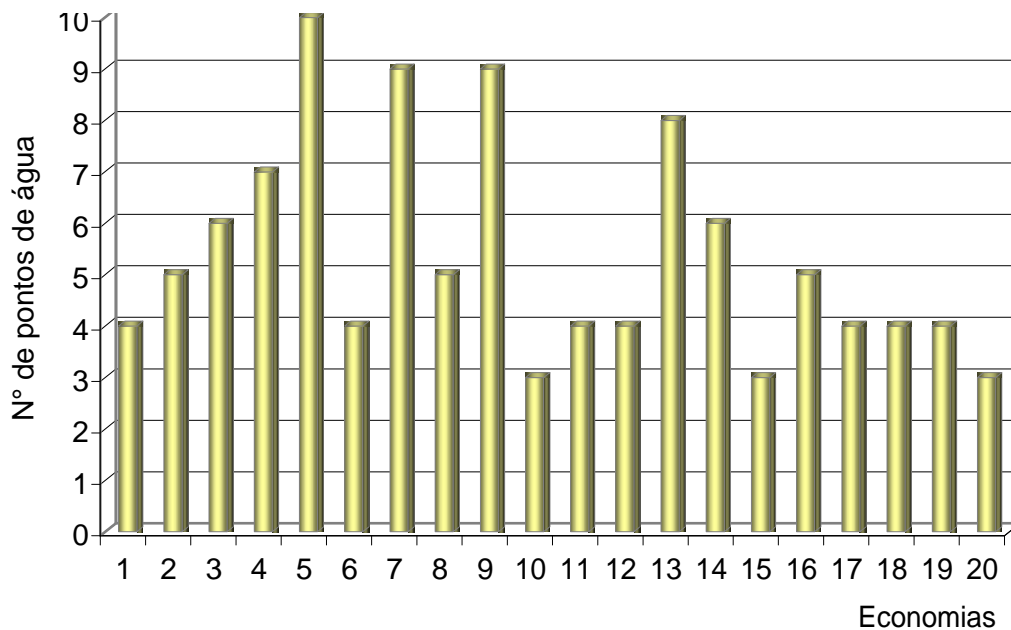


Gráfico 19 – Número de pontos de água na área 2

É possível relacionar o número de pontos de água gráfico 19, com a satisfação do consumo de água no gráfico 20 e com o número de habitantes no gráfico 21, onde existe uma média de 4 habitantes para 5 pontos de água por domicílio.

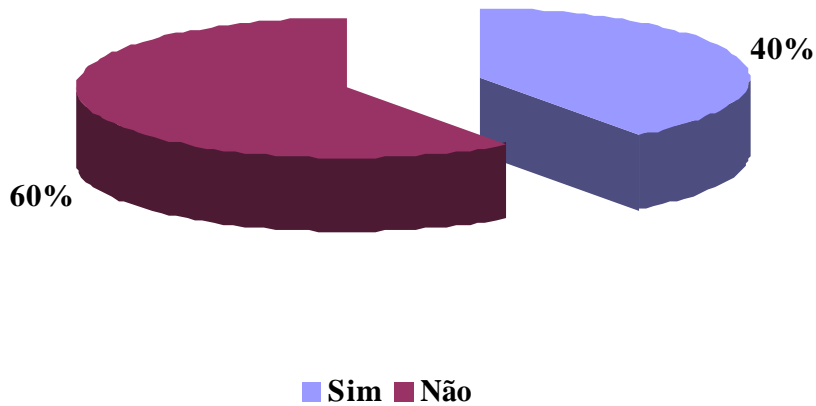


Gráfico 20 – Distribuição da Satisfação com a Água Consumida

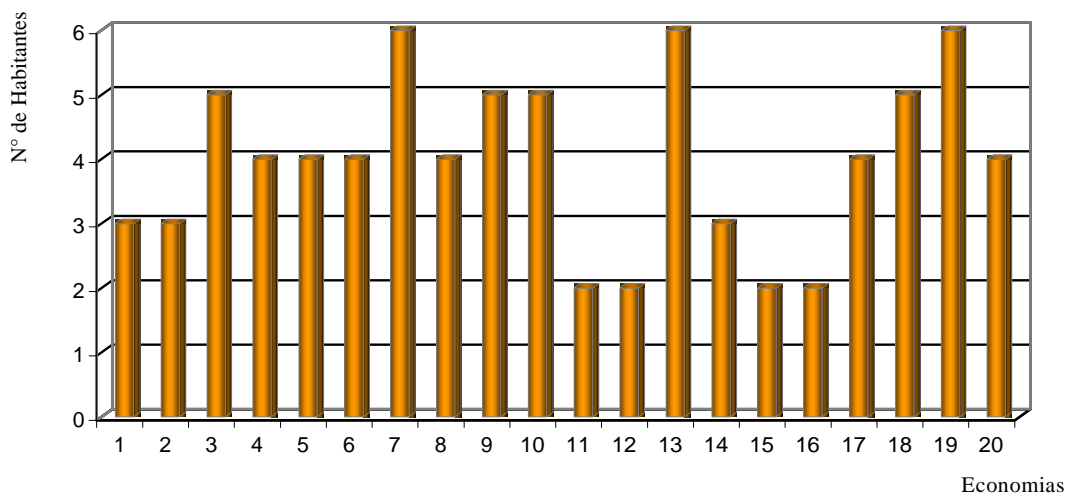


Gráfico 21 – Número de habitantes na área 2

No gráfico 22 são apresentados os principais cuidados da população em relação à água consumida na área 2, onde é possível observar que 60% da população apenas filtra a água utilizada para consumo, demonstrando satisfação com a água consumida, como mostrado no gráfico 20.

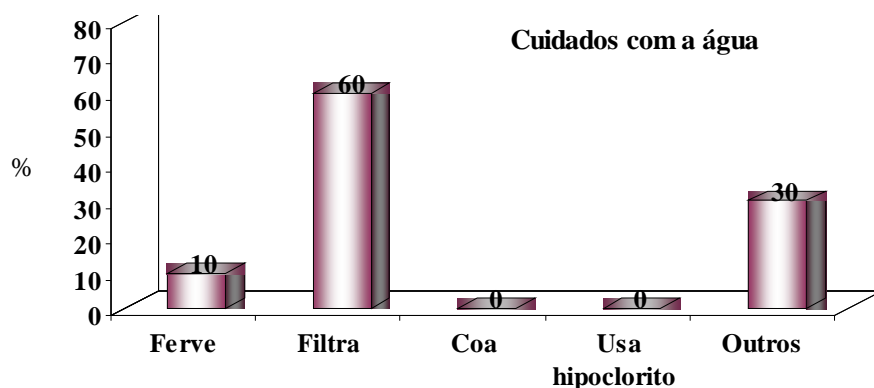


Gráfico 22 – Cuidados com a água em Habitantes da Área 2

Na área formal da cidade, entre as residências pesquisadas foi observado que 100 % lançam suas águas residuárias também na rede de drenagem, através de tanques sépticos e de tubulações diretamente ligadas à rede de drenagem que são encaminhadas pela tubulação de drenagem direta ou indiretamente ao Igarapé Tucunduba.

4.2.3 Resultados de correlação entre a variáveis da Área 2

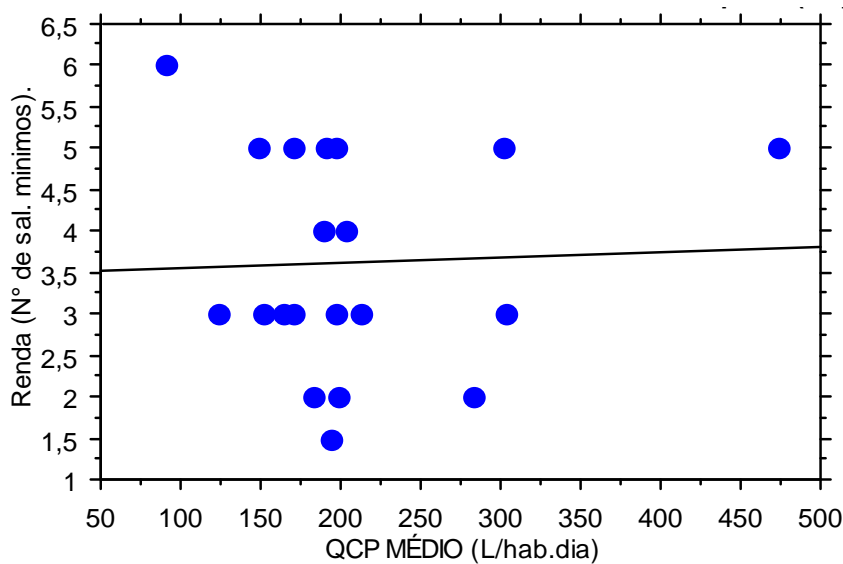
Tabela 8 - Matriz de correlação entre QCP de água e N° Habitantes, Renda e N° de Pontos D'Água.

Variáveis		QCP	N°_HAB	RENDA	PONTOS_ÁGUA
QCP	Correlação de Pearson	01	-0,595*	0,04	-0,204
	Nível Descritivo		0,003	0,433	0,194
N°_HAB	Correlação de Pearson	-0,595*	01	-0,011	0,402*
	Nível Descritivo	0,003		0,481	0,04
RENDA	Correlação de Pearson	0,04	-0,011	01	-0,278
	Nível Descritivo	0,433	0,481		0,118
PONTOS_ÁGUA	Correlação de Pearson	-0,204	0,402*	-0,278	01
	Nível Descritivo	0,194	0,04	0,118	
N		20	20	20	20

* Correlação de Pearson Significativa (Nível Descritivo < 0,05)

Observando a correlação através do teste de Pearson, pode-se perceber que a variável QCP e N° de Hab. possui uma moderada correlação negativa (p -value = - 0,595), já com a Renda (p -value = 0,04), foi observada uma moderada correlação positiva. A variável N° de Hab. e Renda apresenta uma forte correlação negativa (p -value = - 0,011), já com a variável Pontos d'água verificou-se uma moderada correlação positiva (p -value = 0,042), todas com um nível de significância de 95%.

No gráfico 23 de dispersão bivariado com regressão é apresentada a relação entre as variáveis QCP médio e renda na área da José Bonifácio.



$$\text{Renda (Nº de sal. mínimos)} = 3,494 + ,001 * \text{QCP MÉDIO (L/hab.dia)}; R^2 = ,002$$

Gráfico 23 - QCP x Renda – José Bonifácio

Analisando o gráfico de dispersão bivariado entre Renda média e QCP água Médio da área da José Bonifácio, observa-se que os pontos estão dispostos aleatoriamente e não dão indícios de uma relação linear entre as variáveis. Considerando o modelo de regressão linear simples gerado onde Renda é a variável dependente e QCP Médio variável independente tem-se fortes evidências que confirmam a análise preliminar de não haver uma relação linear entre as

variáveis estudadas apresentando um R^2 muito baixo (0.002), quando o ideal seria apresentar um R^2 igual ou superior a 0.70.

No gráfico 24 de dispersão bivariado regressão é apresentada a relação entre as variáveis QCP médio e número de habitantes na área da José Bonifácio.

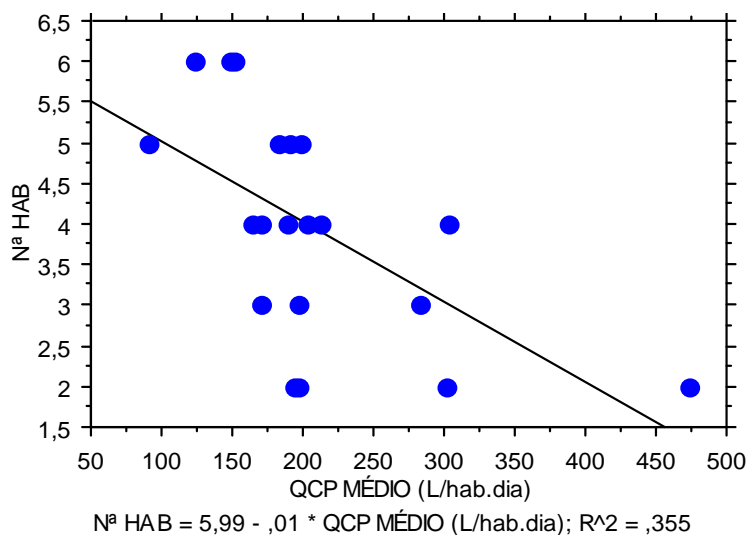


Gráfico 24 - QCP x N Habitantes de Água – José Bonifácio

Analisando o gráfico de dispersão bivariado, entre as variáveis Nº. hab e QCP água Médio da área da José Bonifácio, têm-se indícios de haver uma relação linear inversa entre as mesmas, ou seja, quando o QCP médio cresce o Nº. hab decresce. O modelo de regressão linear simples gerado, considerando o Nº. hab variável dependente e QCP água Médio (L/hab.dia) como variável independente, confirma haver uma relação linear entre as variáveis estudadas, tendo uma explicação moderada com $R^2 = 0.355$.

No gráfico 25 de dispersão bivariado com regressão é apresentada a relação entre as variáveis QCP água médio e número de pontos de água da José Bonifácio

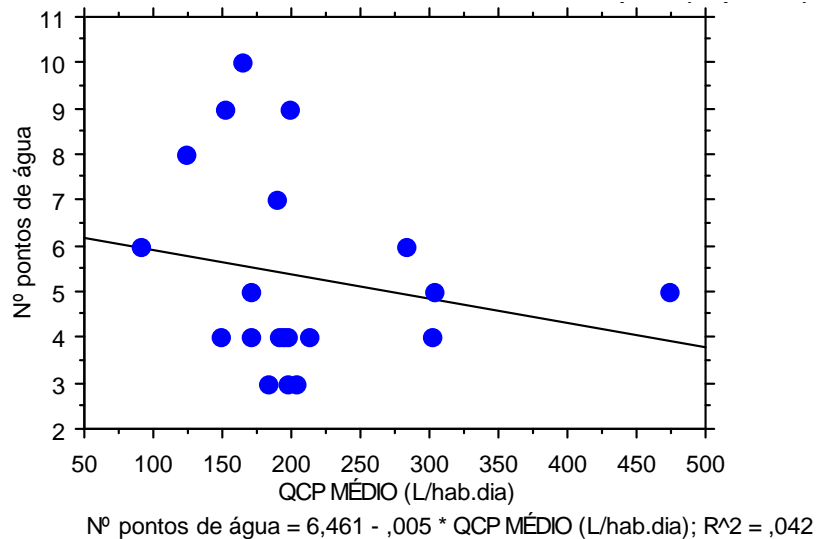


Gráfico 25 - QCP x N pontos de água – José Bonifácio

Analisando o gráfico de dispersão bivariado, das variáveis N°. pontos de água e QCP água Médio da área da José Bonifácio, têm-se indícios de haver uma relação linear inversa significativa entre as mesmas, ou seja, quando o QCP médio cresce o N°. hab decresce. O modelo de regressão linear simples gerado, considerando o N°. hab variável dependente e QCP água Médio (L/hab.dia) como variável independente, confirma haver uma relação linear significativa entre as variáveis estudadas, tendo uma explicação moderada com $R^2 = 0.42$.

Síntese das Respostas:

Respondendo os objetivos 1 , verificou-se na pesquisa que o consumo de água por economia variou de 91 L/hab. dia a 474 L/hab.dia, sendo estimado o valor per capita médio de 207 L/hab.dia e o de per capita médio de esgoto de 165,6 L/hab.dia. A literatura recomenda para padrão médio um valor per capita de água de 150 L/hab.dia, para dimensionamento de projetos de água e esgoto, entretanto foi encontrado percentual 38% superior ao recomendado para este perfil socioeconômico. Diante desses valores tem-se que é muito relevante a observação do consumo de água associado aos aspectos socioeconômicos, pois

existem diferenças de consumo dentro do mesmo espaço urbano que dependem do perfil sócio econômico da população e da localização das economias dentro da cidade, que influenciam em fatores como acesso e pressão na rede, qualidade da água e destino dos efluentes domésticos.

Em relação ao objetivo 2, é apresentada uma síntese dos resultados obtidos nas entrevistas, observações in loco e relatório fotográfico, das relações entre as mesmas e o consumo de água.

VARIÁVEL ESTUDADA	RELAÇÃO COM O CONSUMO DE ÁGUA
Escolaridade	Na área de José Bonifácio foi observado que 55% da população concluíram o ensino médio e 25% ingressaram no ensino superior, não apresentando percentual entre analfabetos, o que favoreceu essa população ao ingresso no mercado de trabalho e em ocupação formal.
Ocupação	Em relação à ocupação dos moradores 50% são aposentados ou pensionistas com mais de 3 salários mínimos e 20% são empregados do setor público, sem desempregados entre os entrevistados chefes de família.
Renda	A variável renda (Nº de salários mínimos) teve faixa salarial entre 1,5 e 6 salários mínimos, com média de 3,6 salários, o que garantiu condições de abastecimentos totalmente diferenciadas da área informal. A pesar do gráfico de dispersão bivariado não ter mostrado uma forte relação entre renda e consumo de água, é possível observar através das análises das outras variáveis que a renda influencia não apenas o consumo de água, mais também a localização da economia, o que pode significar acesso a infraestrutura de saneamento, pressão na rede de abastecimento e qualidade da água.
Tipo de habitação	É possível observar que 85% habitações são de alvenaria e possuem em média

Nº de pontos de água	mais de 5 pontos de água, essas residências possuem no mínimo chuveiro, vaso sanitário e torneira de cozinha, sendo possível relacionar o número de pontos de água, com a satisfação do consumo de água no e com o número de habitantes, onde existe uma media de 4 habitantes para 5 pontos de água por domicílio, o que garante conforto sanitário e possibilidade de utilização de todos os pontos de água da residência.
Satisfação com a água consumida	
Nº de habitantes	
Cuidados com a água	Essa população é mais satisfeita e tem mais confiança na água que consome, assim 60% apenas filtra, 10% ferve e 30% outros, sendo estes outros basicamente consumidores de água mineral.
Destino final dos esgotos	Foi observado que 100 % das residências lançam suas águas residuárias na rede de drenagem, através de tanques sépticos e de tubulações diretamente ligadas a esta rede e que são encaminhadas pela mesma aos canais da Gentil e da Caraparu, que deságuam no Igarapé Tucunduba, afastando os dejetos do contato físico e visual destes moradores, o que traz a estes mais segurança sanitária e sensação de não poluição do meio ambiente por esgotos sanitários, que neste caso são enviados para o mesmo destino da população do Riacho Doce.

4.3 Análise comparativa do potencial impacto de contaminação das duas áreas de estudo.

A partir dos dados obtidos nas respostas dos objetivos a e b é possível responder aos objetivos c e d, onde é realizada análise comparativa das duas áreas de estudo e dos valores de QCP água médio, a partir da observação de diferentes condições sócioespaciais na cidade, e finalmente a comparação em termos de vazão e carga orgânica, retomando os objetivos c e d:

c) Comparar os dados referentes às áreas de estudo para avaliar qual situação apresenta maior potencial de impacto, em termos de vazão de efluente e geração de carga orgânica, sobre as bacias receptoras, levando em consideração os aspectos socioeconômicos.

d) Avaliar a pertinência da observação de diferentes condições sócio-espaciais manifestas no interior da cidade para a gestão de recursos hídricos.

Os gráficos apresentados a seguir são comparativos entre as duas áreas estudadas, do tipo dispersão e Box plot, mostrando como as variáveis estudadas influenciam no consumo de água das duas áreas, sendo a área 1 do Assentamento representada pela cor vermelha e a área 2 da Avenida José Bonifácio representado pela azul.

No gráfico 26, o box plot, apresenta a relação entre as médias de QCP água das duas áreas, onde pode-se visualizar as diferenças no consumo entre as duas áreas.

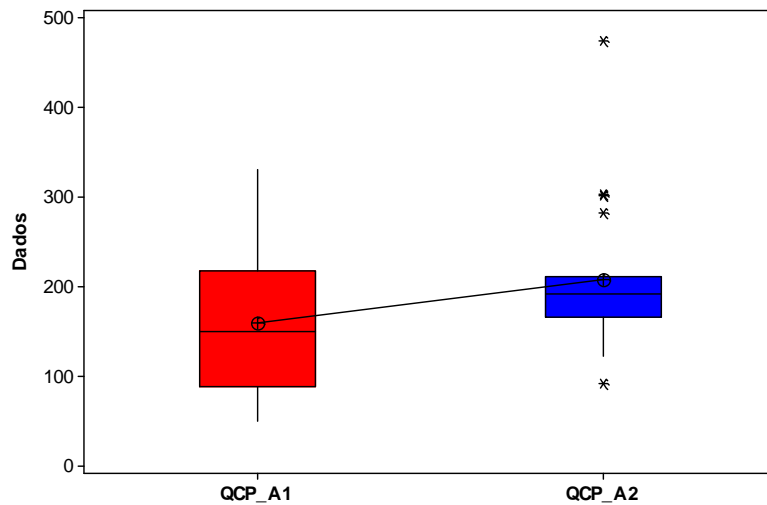


Gráfico 26 - Boxplot para QCP da área 01 e 02

Através do gráfico 26 pode-se verificar que aparentemente existe uma diferença entre as duas áreas estudadas e pode-se observar também que a área 2 possui pontos discrepantes, que podem ser explicados por exceções do valor médio encontrado para a área 2, que podem ser observados de baixo para cima, QCP da economia 3, economias 8 e 12 e a economia 16, que apresenta QCP mais distante da média, conforme pode ser observado no gráfico 14.

No gráfico 27 são apresentados valores individuais de QCP nas duas áreas.

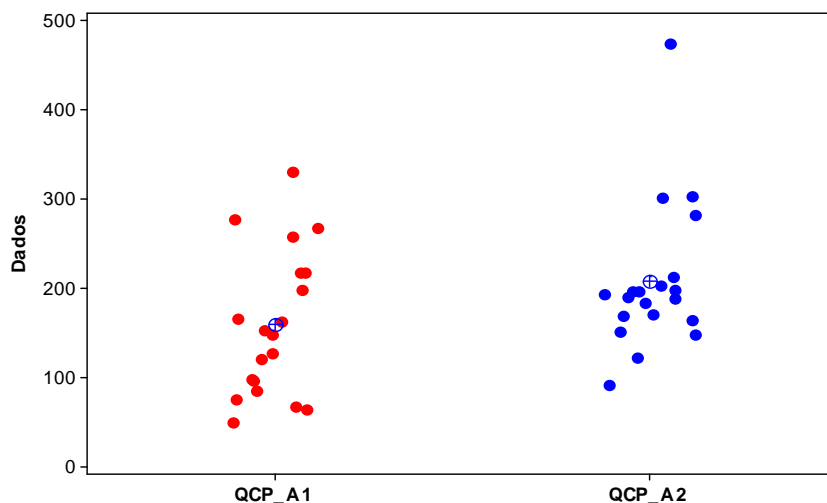


Gráfico 27 - Valores individuais de QCP da área 01 e 02

No gráfico 28 de dispersão bivariado com regressão é apresentada a relação entre as variáveis QCP médio e Renda nas duas áreas.

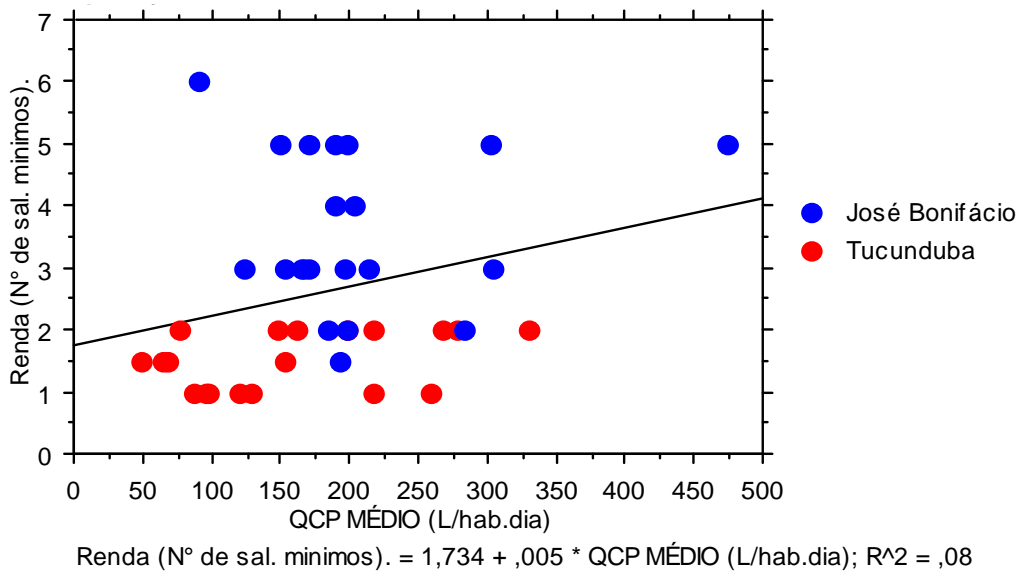


Gráfico 28 – QCP de água relacionados a renda em número de salários mínimos

Analisando o gráfico 28, das variáveis Renda x QCP água médio das áreas da José Bonifácio e do Tucunduba, observa-se que os pontos estão dispostos aleatoriamente não dando indícios de uma relação linear entre as mesmas. Considerando o modelo de regressão linear gerado, sendo a Renda variável dependente e QCP Médio (L/hab.dia) como variável independente.

É possível observar que os valores de QCP da José Bonifácio se encontra na sua maioria concentrado na média de 207 L/hab.dia e acima da reta R gerada pelo teste, enquanto os valores do Tucunduba se encontram todos abaixo da reta R e dispostos entre os valores mínimos e máximos encontrados para esta área.

No gráfico 29 de dispersão bivariado com regressão é apresentada a relação entre as variáveis QCP médio e número de habitantes nas duas áreas.

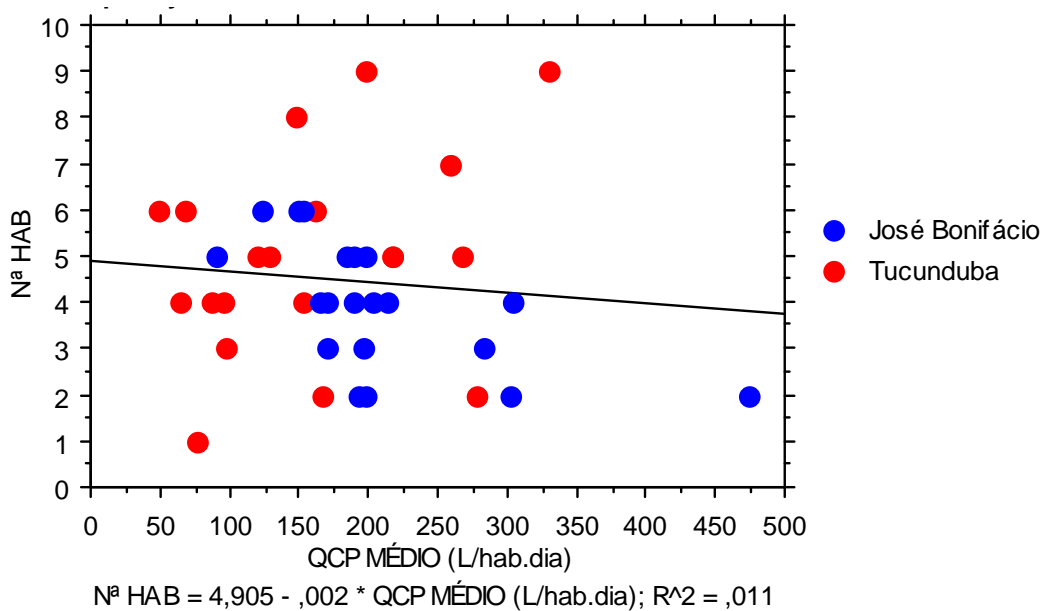


Gráfico 29 - QCP de água relacionados a número de habitantes

Analisando o gráfico 29 das variáveis Nº. Hab x QCP água médio das duas áreas, observa-se que os pontos estão dispostos aleatoriamente dando indícios de uma fraca relação linear entre as mesmas. O modelo de regressão linear simples gerado apresenta Nº. hab como variável dependente e QCP água médio (L/hab.dia) como variável independente.

No gráfico 30 de dispersão bivariado com regressão é apresentada a relação entre as variáveis QCP água médio e número de pontos de água nas duas áreas.

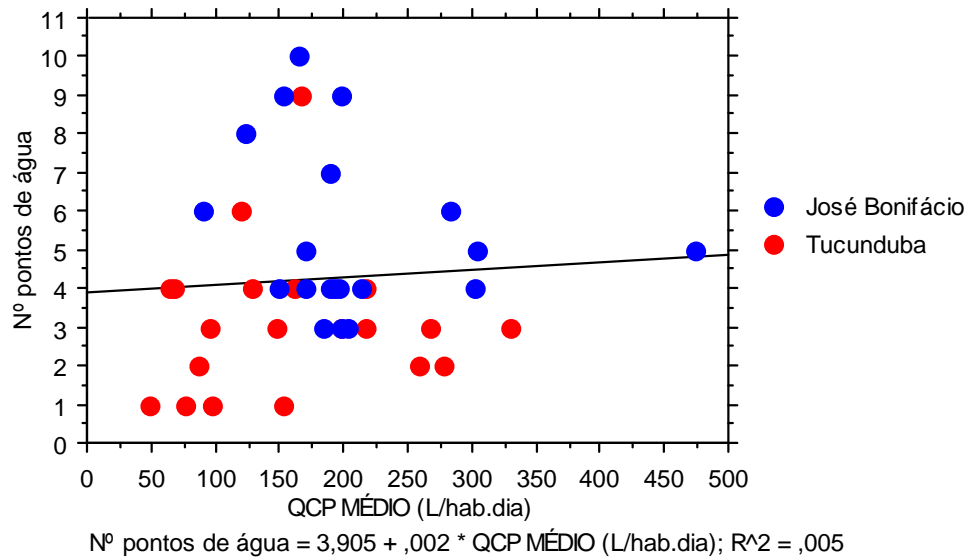


Gráfico 30 - QCP de água relacionados a número de pontos de água

Analisando o gráfico de dispersão bivariado, das variáveis, Nº. pontos de água e QCP Médio das áreas da José Bonifácio e do Tucunduba, observa-se que os pontos estão dispostos aleatoriamente dando indícios de não haver uma relação linear significativa entre as mesmas. O modelo de regressão linear simples gerado a partir das variáveis, Nº. pontos de água, variável dependente, e QCP médio, variável independente.

É possível observar que os pontos da área 2 encontram-se praticamente todos acima da reta R de comportamento médio, onde se localizam os maiores números de pontos de água, enquanto que os pontos da área 1, Riacho Doce, encontram-se, na maioria, abaixo da reta, próximos aos menores números de pontos de água.

No gráfico 31 de box plot é apresentada a relação entre as médias de número de habitantes nas duas áreas.

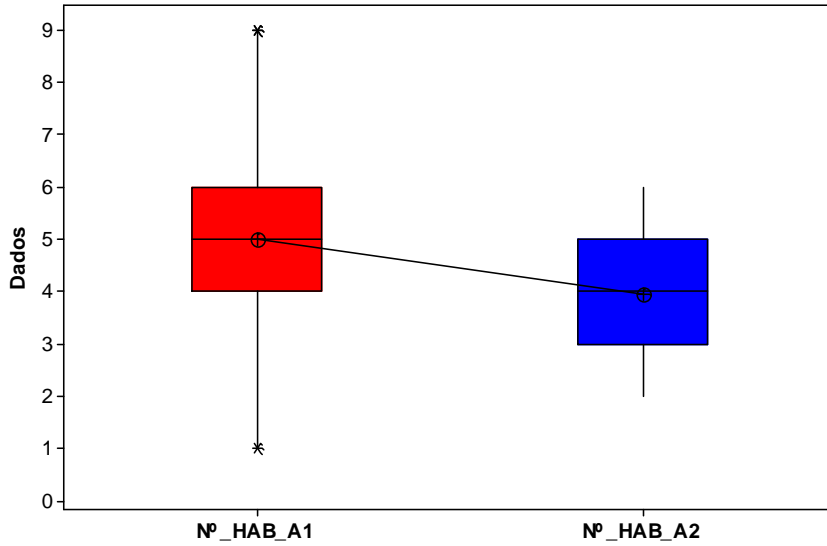


Gráfico 31 - Boxplot para Nº de Habitantes da área 01 e 02

Através deste, pode-se verificar que aparentemente existe uma diferença entre o número de habitantes da A1 e o número de habitantes da A2.

No gráfico 32 são apresentados valores individuais de número de habitantes nas duas áreas.

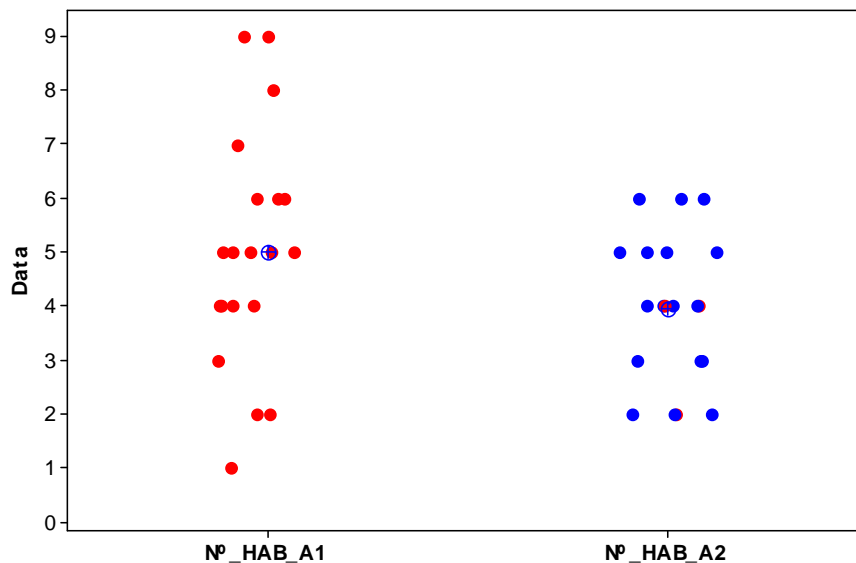


Gráfico 32 - Valores individuais do Nº de Habitantes da área 01 e 02

O gráfico 33 de box plot apresenta a relação entre as rendas das duas áreas.

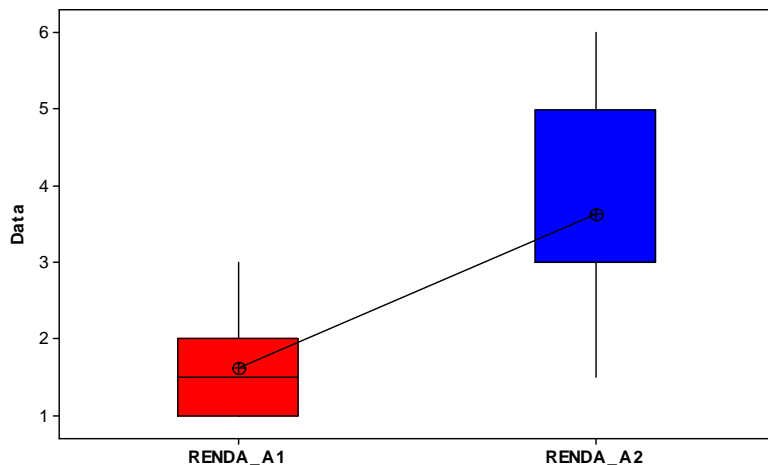


Gráfico 33 - Boxplot para Renda média entre as área 01 e 02

Através do gráfico 33 podemos verificar que aparentemente existe uma diferença significativa entre a Renda da A1 e a Renda da A2, onde na área 1 a renda basicamente varia entre 1 e 2 salários mínimos enquanto a área 2 apresenta maior intervalo de renda em número de salários mínimos, basicamente de 3 a 5 e efetivamente de 1,5 a 6.

O gráfico 34 apresenta valores individuais de renda nas duas áreas.

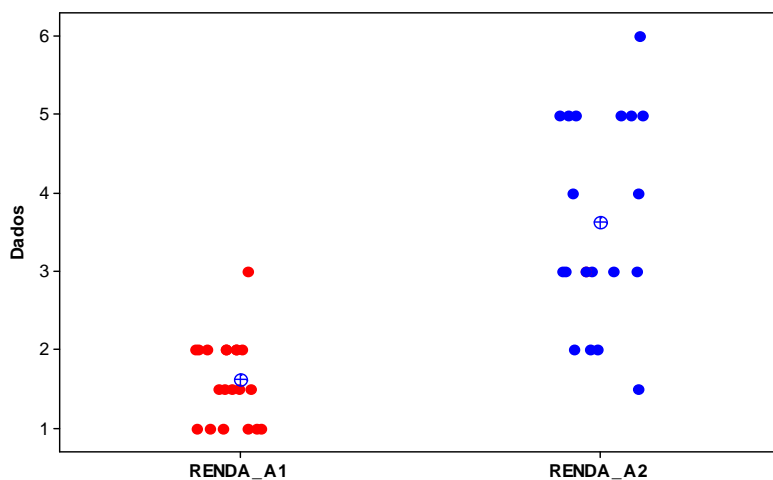


Gráfico 34 - Valores individuais de renda nas duas áreas.

No gráfico 35 de box plot é apresentada a relação entre as médias de número de pontos de água nas duas áreas.

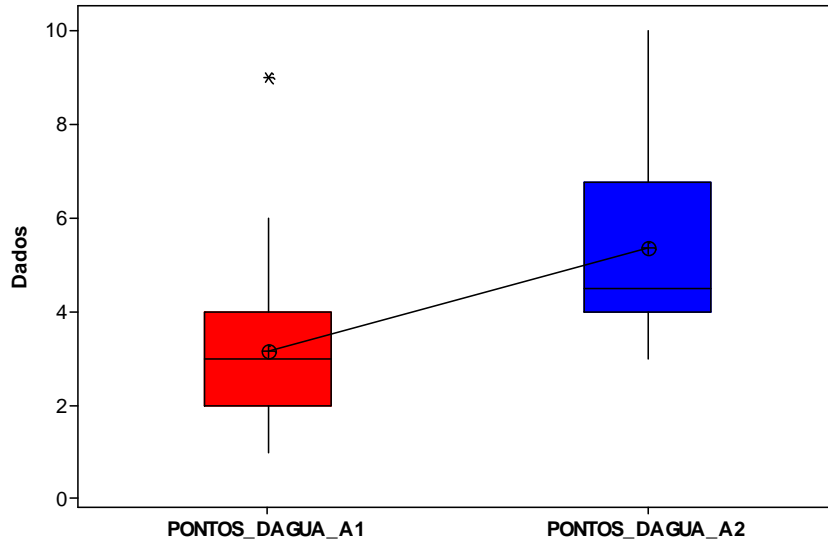


Gráfico 35 - Boxplot para N^o de Pontos de Água da área 01 e 02

Através deste gráfico podemos verificar que aparentemente existe uma diferença entre os Pontos D'água da A1, (possui um ponto discrepante) e dos Pontos D'água da A2.

O gráfico 36 apresenta valores individuais de número de pontos de água nas duas áreas.

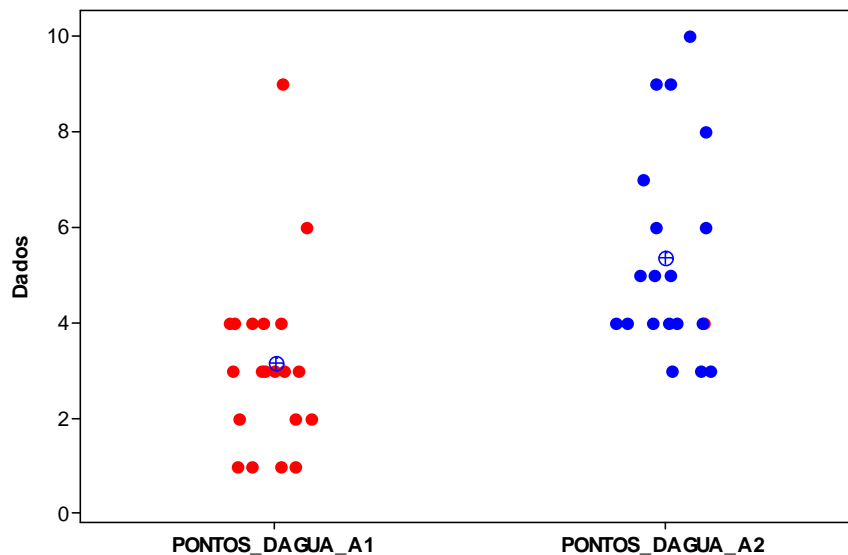


Gráfico 36 - Valores individuais do N^o de Pontos de Água da área 01 e 02

Para responder qual situação habitacional representa maior potencial de impacto ao corpo receptor, em termos de vazão e carga orgânica, foram seguidos os itens 3, 4 e 5 e as equações 05, 06 e 07 da metodologia apresentada no capítulo 3, para as duas áreas, que são apresentados a seguir:

Item 3 – Determinação da população

(Equação 06)

$$\text{População estimada} = \frac{\text{n}^\circ. \text{econ. (estimadas)} \times \text{Total população}}{20 (\text{n}^\circ. \text{econ. estudadas})}$$

Item 4 – Determinação da Vazão de esgotos – Q esgotos

$$\text{Q esgotos} = \frac{\text{População} \times \text{QCP água} \times \text{C}}{1000} \quad (\text{Equação 05})$$

Item 5 – Estimativa da Carga Orgânica em termos de DBO

$$\text{Carga de DBO} = \text{DBO esgotos} \times \text{Q esgotos} \quad (\text{Equação 07})$$

A partir da aplicação dos dados nas equações apresentadas, foram obtidos os valores estimados de Densidade populacional, Vazão de Esgotos e Carga Orgânica em termos de DBO das duas áreas mostradas na tabela 08:

Tabela 09 – Estimativa do QCP água, Densidade, Vazão de Esgotos e Carga Orgânica em termos de DBO calculadas.

População de Estudo	QCP água médio (L/hab.d)	Densidade Estimado (habitantes)	Vazão Esgoto Estimada (m ³ /dia)	Carga Orgânica Estimada (Kg de DBO/dia)
Área 1 - Riacho Doce	154,1	360	44,38	13,31
Área 2 - José Bonifácio	207	260	43,06	12,91

Nos resultados mostrados na tabela 09, é possível observar que a área 1 do Riacho Doce apresenta sensível diferença em termos de vazão de esgotos estimada 44,38 m³/dia e Carga Orgânica de 13,31 Kg de DBO/dia, em relação a área 2, José Bonifácio a vazão de esgotos estimada é de 43,06 m³/dia e a Carga Orgânica é de 12,91 Kg de DBO/dia. Apesar de o consumo de água, QCP água e consequentemente a QCP esgoto, ser maior na área 2, a área 1 apresenta maior potencial de impacto tanto ao meio ambiente quanto a população que vive na área, devido a diversos fatores entre eles o maior adensamento populacional na área e as condições em que esses efluentes são dispostos no corpo receptor, nesse caso, o Igarapé Tucunduba, onde parte é lançado diretamente no Igarapé e parte permanece em 35% das economias estudadas, que tem seus efluentes domésticos lançados diretamente sob suas casas e nos seus jirais, conforme pode ser observado nas figuras 39 e 40 o que gera insalubridade, poluição do meio ambiente, risco de contaminação e doenças causadas direta e/ou indiretamente por microorganismos patogênicos presentes nos esgotos domésticos, risco de contaminação de um percentual da água da COSANPA que abastece o quarto setor, devido às pressões negativas e canalizações quebradas que ainda existem nesta área, insatisfação com a situação precária de saneamento da população do Riacho Doce.



Figura 39 – Esgoto lançado diretamente sob residência do Riacho Doce.
Fonte: Direta, 2007.



Figura 40 – Esgoto sanitário em residência do Riacho Doce.
Fonte: Direta, 2007.

Na área 2, a população estudada tem seus efluentes diretamente lançado na rede de drenagem o que gera uma diluição pela soma da parcela de esgoto com a vazão de águas pluviais, esse afastamento dos esgotos da fonte poluidora, nesse caso a população, reduz consideravelmente o risco direto de contaminação e doenças por contato com esgoto doméstico, e o impacto visual causando pela convivência com os dejetos como é o caso da população do Riacho Doce. As figuras 41 e 42 apresentam bocas de lobo das duas áreas estudadas.



Figura 41 – Boca de lobo área 1.
Fonte: Direta, 2007.



Figura 42 – Boca de lobo área 2
Fonte: Direta, 2007.

A figura 43 apresenta cartograma situacional das duas áreas de estudo e em destaque as economias selecionadas em cada área, é possível observar que apesar de a área 2 estar localizada entre as bacias do Tucuduba e da Estrada Nova, os efluentes domésticos das economias selecionadas são encaminhados indiretamente para o Igarapé Tucuduba através dos canais da Mundurucus e da Caraparu.

Em relação à pertinência da observação de diferentes condições socioespaciais manifestas no interior da cidade foi possível avaliar ao longo das respostas que é relevante a observação de diferentes perfis socioeconômicos associados ao consumo de água e à localização para a gestão de recursos hídricos, uma vez que existe diferenciação do consumo de água e conseqüentemente da geração de esgotos sanitários para diferentes perfis populacionais tanto em escala regional quanto em escala local, que devem levar em consideração a peculiaridade de cada população.

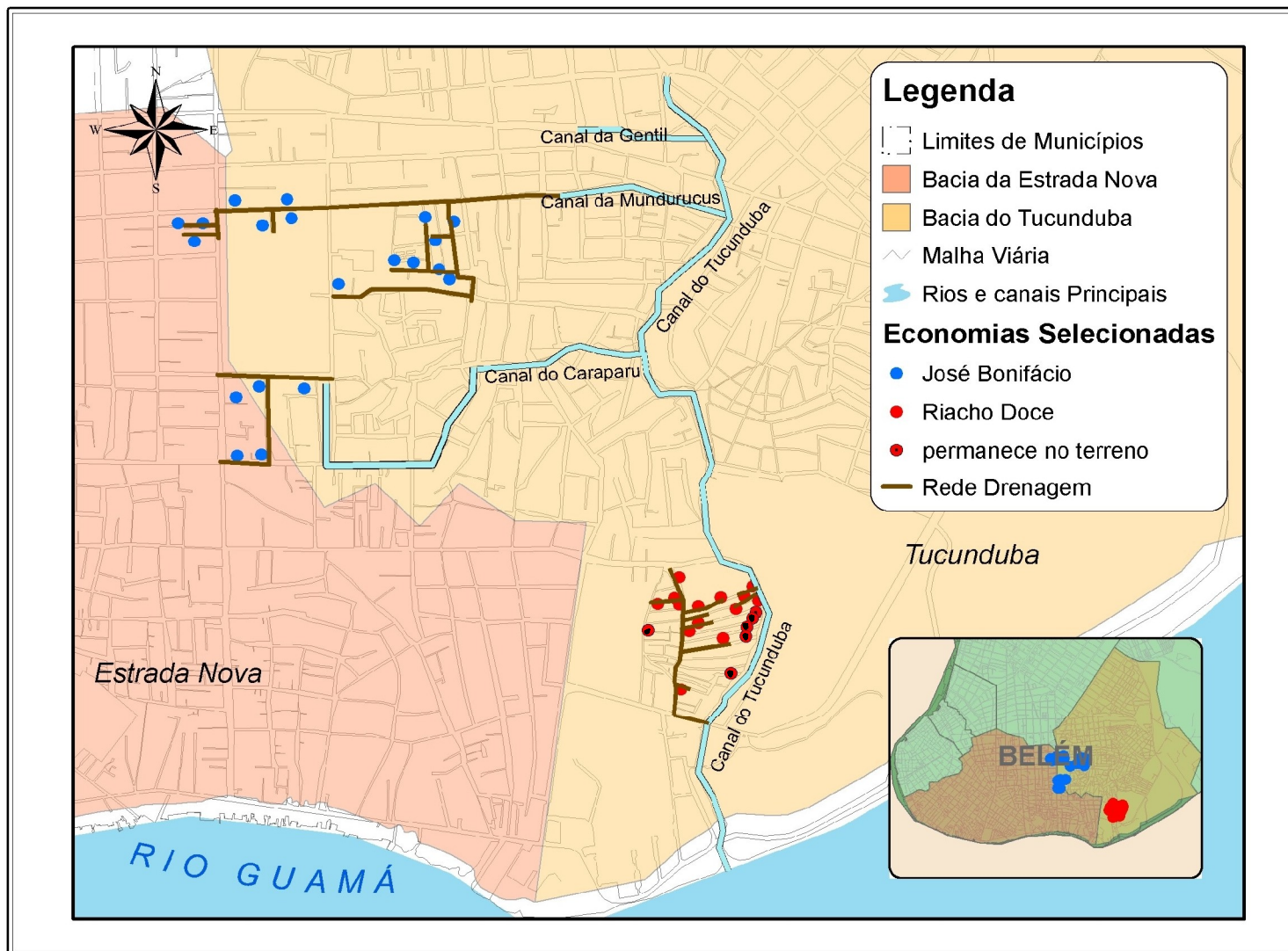


Figura 43 – Cartograma com a situação do esgotamento sanitário das duas áreas
Fonte: Direta, 2008

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

CONCLUSÕES

O presente trabalho se propôs a investigar de que forma o consumo de água é influenciado por fatores socioeconômicos e sanitários, assim como, de que forma as condições de provisão e habitação, podem influenciar no impacto ambiental de corpos receptores. Partindo dessa premissa adotou-se como estudo de caso duas populações distintas de Belém, pertencentes ao mesmo bairro, abastecidas pelo mesmo 4º setor da COSANPA. A área 1 é uma ocupação formal, próxima a Avenida José Bonifácio, com infra estrutura de saneamento e a área 2 é o assentamento espontâneo Riacho Doce, área informal sem saneamento básico.

Neste capítulo são revisitadas as respostas dos objetivos específicos e são feitas análises das respostas das duas áreas para possibilitar responder à pergunta geral da pesquisa da dissertação.

Objetivo (a): Estimar o consumo per capita de água gerado em L/hab.dia (Litros por habitante por dia), nas áreas objeto de estudo localizadas no Riacho Doce (Tucunduba) e na José Bonifácio (Guamá).

Nos resultados da área do Riacho Doce observa-se que a per capita de água apresentou variação de 49 a 330 L/hab.dia, com média de 154,1 L/hab.dia, sendo recomendado na literatura para população de baixa renda a per capita de 100 L/hab.dia. Na área da José Bonifácio a per capita de água variou de 91 L/hab. dia a 474 L/hab.dia, com média de 207 L/hab.dia, sendo recomendado por literatura para população padrão médio 150 L/hab.dia.

Observou-se que existe diferença da ordem de 30% entre o consumo médio per capita de água na área informal e na área formal, e ainda que existe consumo superior a 50% entre o consumo da área informal e o consumo recomendado por literatura para a população com essas características

socioeconômicas. A área formal apresentou um consumo superior a 30% do recomendado em literatura para os cálculos de projetos de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Assim é importante para o dimensionamento de tais projetos o estudo do consumo per capita de água associado aos aspectos socioeconômicos e sanitários, pois mesmo em áreas próximas como são as áreas objeto de estudo neste trabalho, podem existir diferenças significativas de perfis socioeconômicos que influenciam no consumo per capita de água.

Objetivo (b): Avaliar a relevância dos aspectos socioeconômicos sobre o consumo de água das populações selecionadas considerando como indicadores socioeconômicos as seguintes variáveis: QCP água, renda, escolaridade, ocupação, tipo de habitação, número de pontos de água, número de habitantes, cuidados com a água consumida, destino final dos efluentes domésticos.

Em relação aos aspectos socioeconômicos e sanitários, foi relevante observar que existe influência destes no consumo de água. Na área do Riacho Doce foram verificadas relações entre o consumo de água e as variáveis como ocupação, renda e escolaridade, o que influenciou no tipo de habitação e infraestrutura para abastecimento de água, e consumo muito reduzido devido ao número de pontos de água, que eram poucos ou apenas um, ou ao desperdício de canos quebrados e torneiras abertas sem uso; Na área informal existem dois contextos habitacionais, que são determinados pela situação socioeconômica dos moradores, onde apenas as casas de alvenaria e em consolidação (alvenaria e madeira), possuem caixa d'água residencial, o que possibilita o uso de mais de um ponto de água e dispositivos como válvula de descarga e chuveiro. A satisfação do consumidor com a água disponibilizada foi influenciada pelos seguintes fatores: regularidade no abastecimento, pressão na rede e qualidade da água, número de pontos de água, localização e renda. O esgoto doméstico em 65% dos casos é destinado diretamente para o Igarapé através de rede de esgotamento sanitário, os outros 35% permanecem

nos locais de moradia da população, sob o piso das residências, que na maioria desses casos é de madeira, o que nas situações de fortes chuvas resulta até em transbordamento desta água contaminada para o interior das residências, através das frestas de madeira. A figura 44 apresenta residência com único ponto de abastecimento, o que gera insatisfação e risco de contaminação da água consumida e a figura 45 mostra o local de esgotamento sanitário de outra residência, com permanência dos efluentes na mesma, também representando alto risco de contaminação e insatisfação para estes moradores por água contaminada por efluentes domésticos.



Figura 44 – Ponto único de consumo de água no Riacho Doce.
Fonte: Direta, 2007.



Figura 45 – Esgoto sanitário em casa do Riacho Doce.
Fonte: Direta, 2007.

Na área da José Bonifácio observamos um maior equilíbrio no sentido de padronização do QCP de água, e que os fatores socioeconômicos e sanitários podem ter contribuído para isso. Na variável educação, foi observado que 55% da população concluíram o ensino médio e 25% ingressaram no ensino superior, não apresentando percentual entre analfabetos, o que nesse caso garantiu o ingresso dessa população no mercado de trabalho e em ocupação formal, conseqüentemente para uma melhoria na renda, 50% dos moradores são aposentados ou pensionistas com mais de 3 salários mínimos e 20% são empregados do setor público, sem desempregados entre os

entrevistados chefes de família, a variável Renda (Nº de salários mínimos) teve seu menor valor encontrado de 1,5 e o máximo de 6, com uma média de 3,6. Onde 85% das habitações são de alvenaria. Devido à regularidade de abastecimento, pressão na rede, qualidade da água fornecida, possuem em média mais de 4 pontos de água, esta população é mais satisfeita com a água que consome. O esgoto doméstico desta população pesquisada é 100% encaminhado à rede de drenagem, ou seja, aos canais da Mundurucus e Caraparu, que deságuam diretamente no Igarapé Tucunduba, apesar do mesmo chegar com carga orgânica reduzida devido à diluição sofrida pela presença da água pluvial freqüente em Belém.

Analisando as duas áreas, verificamos que os aspectos socioeconômicos são os que realmente permitem caracterizar as diferenças no consumo de água entre as duas comunidades distintas. Não existindo equidade no acesso ao abastecimento de água dentro da cidade devido principalmente a fatores como renda e localização, que são os que garantem condições de abastecimentos totalmente diferenciadas entre as duas áreas. A renda garantiu melhor educação, melhores empregos, melhores habitações e localização onde é possível obter água de melhor qualidade, com abastecimento regular e pressão adequada para o uso de todos os dispositivos hidráulicos da casa, o que garante conforto sanitário e satisfação por parte do usuário. Por estes fatores é trivial identificar o motivo de satisfação na área da José Bonifácio e insatisfação na área do Tucunduba, que além de todos os fatores desfavoráveis ainda convive com a insalubridade e precariedade no abastecimento, que geram contaminação da água consumida, entretanto, foi observado pelas suas respostas que entre as donas de casa do Tucunduba existe valorização da água enquanto bem vital à sobrevivência e também de preocupação em relação ao destino final da mesma, devido ao fato de viverem às margens do Igarapé Tucunduba e da relação de suas famílias com o mesmo.

Objetivo (c): Comparar os dados referentes às áreas de estudo para avaliar qual situação apresenta maior potencial de impacto, em termos de

vazão de efluente e geração de carga orgânica, sobre as bacias receptoras, levando em consideração os aspectos socioeconômicos.

Nos resultados é possível observar que a área 1 do Riacho Doce apresentou vazão de esgotos estimada de 44,38 m³/dia e Carga Orgânica de 13,31 Kg de DBO/dia, e a área 2, José Bonifácio apresentou vazão de esgotos estimada de 43,06 m³/dia e Carga Orgânica de 12,91 Kg de DBO/dia.

Analisando estes valores é possível observar que baseado no número de habitantes, existe uma sensível diferença nos valores de Vazão de esgoto e de Carga Orgânica entre as duas áreas, sendo os maiores valores apresentados na área do Riacho Doce, apesar da QCP água ser maior na área 2, ou seja, apesar da população da José Bonifacio apresentar maior consumo de água e conseqüente geração de esgotos, a área do Riacho Doce apresenta maior potencial de impacto, em termos de vazão de esgotos e carga orgânica, tanto ao meio ambiente, quanto a população residente nessa área, devido a diversos fatores, entre os quais podemos citar: A área do Riacho Doce apresenta maior adensamento populacional, o que aumenta o volume de esgotos gerados; os esgotos domésticos permanecem na fonte geradora, devido a falta de renda para viabilizar um sistema de esgotamento domiciliar, que afaste esses efluentes para a rede de drenagem, situação muito comum entre a população de baixa renda do Município de Belém, o que contamina o solo e os pontos de abastecimento de água das residências próximas a essas áreas, aumento o risco de doenças por contato direto com esgotos domésticos.

Como observado na figura 40, do capítulo anterior, os efluentes das duas áreas são encaminhados de forma similar para o Igarapé Tucunduba, ou seja, pela rede de drenagem e sem nenhum tratamento, apesar da área da José Bonifacio lançar os esgotos, através da rede de drenagem, primeiramente nos canais da Mundurucus e da Caraparu. A figura 46 apresenta uma tubulação de lançamento da rede de drenagem no Igarapé Tucunduba próxima a residências do Riacho Doce, onde juntamente com as águas pluviais chegam a este ponto o esgoto sanitário da área da José Bonifácio e de outras áreas da

cidade de Belém contaminando as águas do Igarapé e o ambiente de vivência da população que reside ao longo do Igarapé Tucunduba.



Figura 46 – Tubulação de Drenagem que lança esgoto e águas pluviais no Igarapé Tucunduba.
Fonte: Direta, 2007.

Objetivo (d): Avaliar a pertinência da observação de diferentes condições sócio-espaciais manifestas no interior da cidade para a gestão de recursos hídricos.

Em relação à pertinência da observação de diferentes condições sócio-espaciais manifestas no interior da cidade foi possível verificar nas respostas dos outros objetivos que é muito relevante a associação do contexto de ocupação e localização à estimativa de consumo de água para gestão dos recursos hídricos, visto que a simples estimativa e os gráficos gerados destas não permitem avaliar o consumo de água de determinada população, uma vez que existe diferenciação do consumo de água e conseqüentemente da geração de esgotos sanitários para diferentes perfis populacionais tanto em escala regional quanto em escala local, que devem levar em consideração a peculiaridade de cada população.

Respondendo a pergunta geral da dissertação: *Existe diferenciação do impacto ambiental gerado na bacia receptora por contextos urbanos de ocupação formal e informal, considerando diferentes perfis sócio-econômicos de população e condições de provisão de moradia?*

Conclui-se que existe diferenciação do impacto ambiental gerado pelas duas áreas na bacia receptora do Igarapé Tucunduba, pois os efluentes das mesmas são encaminhados para este Igarapé, apesar da população da José Bonifacio apresentar maior consumo de água e conseqüente geração de esgotos, a área do Riacho Doce apresenta maior potencial de impacto, em termos de vazão de esgotos e carga orgânica, tanto ao meio ambiente, quanto a população residente nessa área, devido a diversos fatores já citados. Foi verificado que o perfil socioeconômico, principalmente em relação à renda e localização da habitação foram os indicadores mais relevantes para avaliação e estimativa do impacto ambiental gerado pelo lançamento de efluentes domésticos.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁGUA DOCE. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agua/doce/index.html&conteudo=./agua/doce/artigos/terra.html>> acesso em 11 Jan. 2006.

ÁGUA. Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br/fsp071101.htm>> acesso em 02 Fev. 2006 (Folha de São Paulo, 07 de novembro de 2001, p.A16)

AKERMAN, Marco; CAMPANARIO, Paulo and MAIA, Paulo Borlina. **Environment and health: an analysis of intra-urban differentials in the City of S. Paulo, Brazil**. Rev. Saúde Pública, Aug. 1996, vol.30, no.4, p.372-382. ISSN 0034-8910.

BARP, Ana Rosa B. A Água Doce na Amazônia Ontem e Hoje: O Caso do Pará. In: **A Questão da Água na Grande Belém**. Ed.UFPA. Belém, 2004.

Brasil. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.

BRASIL. Lei nº 6938, de 31/08/1981.

BRASIL. Lei nº 18/07/1989 dispõe sobre a política nacional do meio ambiente

BRASIL. Lei nº 9.433, Política Nacional de Recursos Hídricos,1997.

BRAZ, V. N. **Poluição dos Recursos Hídricos da Amazônia**. Seminário Internacional Problemática do Uso Local e Global das Águas da Amazônia. Belém, UFPA/NAEA, (2003).

CARDOSO, A.C.D. **The Alternative Space, Informal Settlements and Life Chances in Belém, Brazil**. Oxford, Oxford Brookes University (Tese de doutorado), 2002.

CARDOSO, A.C.D. **O Espaço alternativo: vida e forma urbana nas baixadas de Belém/Ana Claudia Duarte Cardoso**. – Belém: EDUFPA, 2007.

CARGA ORGÂNICA. Disponível em:<http://www.aguasdoimperador.com.br/Legislacoes/FEEMA/DZ205R5EFLUENTES_LIQUIDOSDEORIGEMINDUSTRIAL.pdf> Acesso em 04 Ago 2007.

CASTRO, Edna. Cidades Amazônicas na Confluência das águas. In: **A Questão da Água na Grande Belém**. Ed.UFPA. Belém, 2004.

CASTRO, José Esteban. **Saneamiento y sustentabilidad en perspectiva internacional: la dimensión socio-política**. In: III SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA DE SAÚDE PÚBLICA, Fortaleza, 2006.

COHEN, Julia Clarinda Paiva; SOUZA, José Ricardo dos Santos e ROCHA, Edson José Paulino da. Avaliação dos impactos antropogênicos no ciclo da água na Amazônia. In: **Problemática do uso local e global da água da Amazônia.** / Luis E. Aragón; Miguel Clusener-Godt (Orgs.). – Belém: NAEA, 2003.

CONAMA nº 001, de 23/11/1986

DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS DA ÁGUA. ONU, 1992.

ESGOTOS. Disponível em :<<http://www.comciencia.br/reportagens/cidades/cid09.htm>> acesso em 02 Ago. 2007.

ESTADÃO. Disponível em : <<http://www.estadao.com.br/ext/ciencia/agua/odireito-debeber.htm>> acesso em 27 Jan. 2006.

GUTIERREZ, L. A. C. L. (2003). **Influência da Cobertura e dos Sólidos Sedimentáveis no Desaguamento de Lodo em Leitões de Secagem Instalados na Região Metropolitana de Belém.** Belém, 2003. 152 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Gestão do Uso do Solo e Disfunções do Crescimento Urbano: Instrumentos de Planejamento e Gestão Urbana: Belém, Natal e Recife.** IPEA, USP, UFPA, UFPE. Brasília: IPEA, 2001.

BRASIL, Lei nº 6938, de 31/08/1981, e a Lei nº 18/07/1989 dispõe sobre a política nacional do meio ambiente

BRASIL, Lei nº 9.433, Política Nacional de Recursos Hídricos, 1997.

LEIS E ÁGUA <http://www.unesco.org.br/noticias/opiniao/artigow/2000/artigow_agua/mostra_documento> acesso em 02 Fev. 2006.

LIMA, José Julio. **Observações acerca da Política Habitacional na Região Metropolitana de Belém.** In: Workshop Habitat-Belém 12/2001.

LISBOA, Flavia; MELLO, Vanessa e BRAZ, Vera Nobre. **Estimativa da Carga Orgânica das Bacias Hidrográficas que deságuam no Rio Guamá. Belém – PA.** In: Anais do Simpósio Amazônia, Cidades e Geopolíticas das Águas, Belém: NAEA/UFPA, 2003.

MACÊDO, JORGE ANTÔNIO BARROS DE. **Águas & Águas.** Belo Horizonte – MG: CRQ-MG, 2004.

MENDONÇA, Sérgio Rolim. **As Metas do Milênio como Instrumento de Promoção Social.** In: III SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA DE SAÚDE PÚBLICA, Fortaleza, 2006.

MENSAGEM DO SECRETÁRIO-GERAL DA ONU KOFI ANNAN, POR OCASIÃO DO DIA INTERNACIONAL DA ÁGUA (22 de Março de 2003)

MOTA, S. Urbanização e Meio Ambiente. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária – ABES. 1999.

NBR 9648/1986, o sistema separador absoluto.

PAIVA, Rosivaldo; MELO, Nuno; GOLVEA, Paula; RAMOS, Caio e COSTA, Solange. A Ocupação Urbana como Fonte Poluidora dos Corpos D'água na Amazônia. Estudo de Caso: Composição e Biomassa Primária da Foz do Igarapé Tucunduba (Belém – Pará). In: **A Questão da Água na Grande Belém**. Ed.UFPA. Belém, 2004.

PARACAMPO, Maria Vitória. **Da Questão Social a Questão Habitacional A política de periferização/ metropolização da pobreza na RMB**. In: Workshop Habitat-Belém 12/2001.

PEREIRA, J. A. R. **Estimativa da tarifa de esgoto sanitário com base no consumo per capita de água em edifícios residências com poço artesiano**. In: XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001, João Pessoa.

PLANASA. Disponível em: <<http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/economia/saneam/apresent/apresent.htm>> Acesso em 05 Ago 2007.

PLANO DIRETOR DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM-PA, 2004.

PHILIPPI JR, Arlindo; ROMÉRO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet. **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri, SP. Ed Manole, 2004.

REBOUÇAS, Aldo da C. Água Doce no Mundo e no Brasil. In: **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação** / organizadores – Aldo da Cunha Rebouças, Benedito Braga, José Galizia Tundisi. – 2. ed. – São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

REBOUÇAS, Aldo da C. **Água e desenvolvimento rural**. Estud. av. vol.15 no.43 São Paulo Sept./Dec. 2001.

RIBEIRO, Karla Tereza Silva. **Água e Saúde Humana em Belém**. Ed. Cejup, 2004 (Coleção MEGAM / 2).

SALATI, Enéas; LEMOS, Haroldo Matos; SALATI, Eneida. Água e o Desenvolvimento Sustentável. In: **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação** / organizadores – Aldo da Cunha Rebouças, Benedito Braga, José Galizia Tundisi. – 2. ed. – São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

SELBORNE, Lord. **A Ética do Uso da Água Doce: um levantamento**. – Brasília: UNESCO, 2002.

SILVA, Demetrius David da; PRUSKI, Fernando Falco. **Gestão dos Recursos Hídricos – Aspectos Legais, econômicos, administrativos e sócias**. Ministério

do Meio Ambiente - Secretaria de Recursos Hídricos – Universidade Federal de Viçosa – Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 2000.

SOARES, Jaqueline, **Importância do traçado da rede coletora de esgoto sanitário no custo de construção.** Belém, 2003. 152 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará.

SOUZA, Rose Caldas de e PEREIRA, José Almir Rodrigues. **Estimativa do consumo per capita de água em residências no bairro do Guamá, Região Metropolitana de Belém – RMB.** In: SILUBESA – Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Natal, 2004.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki e ALEM SOBRINHO, Pedro. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário.** 2ª Ed. – São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

TUCCI, Carlos E. M. Água no Meio Urbano. In: **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação /** organizadores – Aldo da Cunha Rebouças, Benedito Braga, José Galizia Tundisi. – 2. ed. – São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

VIANA, Francisco. **Balanço Hídrico no Semi-Árido e Ações da ANA.** In: III SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA DE SAÚDE PÚBLICA, Fortaleza, 2006.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2ª ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA, Universidade Federal de Minas Gerais. 1996.

VON SPERLING, Marcos. **Visão integrada do saneamento por bacia hidrográfica e o monitoramento da sua qualidade.** In: Andreoli, C. V.; Willer, M. (Eds.) Gerenciamento do Saneamento em Comunidades Planejadas. Série Cadernos Técnicos Alphaville, 1. São Paulo, Alphaville Urbanismo S.A, p. 42-57, 2005.

VON SPERLING, Marcos. **Estudo e Modelagem da Qualidade da Água de Rios – Vol. 7 Princípios do Tratamento Biológico das Águas Residuárias .,** 1ª ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA, Universidade Federal de Minas Gerais. 2007.

UNICAMP. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~vanys/importancia.html>> acesso em 02 Ago. 2007.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.