



# PAPERS DO NAEA

ISSN 15169111

**PAPERS DO NAEA Nº 301**

## **DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA DE BELÉM-PA**

**Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes  
Norbert Fenzl  
Francisco Ribeiro da Costa  
Tony Carlos Dias da Costa**

**Belém, Novembro de 2012**

**O Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA)** é uma das unidades acadêmicas da Universidade Federal do Pará (UFPA). Fundado em 1973, com sede em Belém, Pará, Brasil, o NAEA tem como objetivos fundamentais o ensino em nível de pós-graduação, visando em particular a identificação, a descrição, a análise, a interpretação e o auxílio na solução dos problemas regionais amazônicos; a pesquisa em assuntos de natureza socioeconômica relacionados com a região; a intervenção na realidade amazônica, por meio de programas e projetos de extensão universitária; e a difusão de informação, por meio da elaboração, do processamento e da divulgação dos conhecimentos científicos e técnicos disponíveis sobre a região. O NAEA desenvolve trabalhos priorizando a interação entre o ensino, a pesquisa e a extensão.

Com uma proposta interdisciplinar, o NAEA realiza seus cursos de acordo com uma metodologia que abrange a observação dos processos sociais, numa perspectiva voltada à sustentabilidade e ao desenvolvimento regional na Amazônia.

A proposta da interdisciplinaridade também permite que os pesquisadores prestem consultorias a órgãos do Estado e a entidades da sociedade civil, sobre temas de maior complexidade, mas que são amplamente discutidos no âmbito da academia.

**Papers do NAEA - Papers do NAEA** - Com o objetivo de divulgar de forma mais rápida o produto das pesquisas realizadas no Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA) e também os estudos oriundos de parcerias institucionais nacionais e internacionais, os Papers do NAEA publicam textos de professores, alunos, pesquisadores associados ao Núcleo e convidados para submetê-los a uma discussão ampliada e que possibilite aos autores um contato maior com a comunidade acadêmica.



## **Universidade Federal do Pará**

### **Reitor**

Carlos Edilson de Almeida Maneschy

### **Vice-reitor**

Horacio Schneider

### **Pró-reitor de Pesquisa e Pós-graduação**

Emmanuel Zagury Tourinho

## **Núcleo de Altos Estudos Amazônicos**

### **Diretor**

Armin Mathis

### **Diretor Adjunto**

Fábio Carlos da Silva

### **Coordenador de Comunicação e Difusão Científica**

Silvio Lima Figueiredo

## **Conselho editorial do NAEA**

Armin Mathis

Edna Maria Ramos de Castro

Fábio Carlos da Silva

Juarez Carlos Brito Pezzuti

Luis Eduardo Aragon

Marília Ferreira Emmi

Nirvia Ravena

Oriana Trindade de Almeida

## **Setor de Editoração**

E-mail: [editora\\_naea@ufpa.br](mailto:editora_naea@ufpa.br)

Papers do NAEA: [Papers\\_naea@ufpa.br](http://Papers_naea@ufpa.br)

Telefone: (91) 3201-8521

Paper 301

Revisão de Língua Portuguesa de responsabilidade do autor.

# DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA DE BELÉM-PA

Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes<sup>1</sup>, Norbert Fenzl<sup>2</sup>, Francisco Ribeiro da Costa<sup>3</sup>, Tony Carlos Dias da Costa<sup>4</sup>

## Resumo:

Este trabalho analisa os hábitos e as maneiras de uso das águas no ambiente doméstico e seus reflexos no sistema de abastecimento público a partir das percepções dos usuários, bem como de suas condições socioeconômicas. Foram desenvolvidos indicadores de sustentabilidade específicos, seguindo as diretrizes da ONU nas dimensões social, econômica, ambiental e institucional apoiados numa pesquisa de opinião e um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

**Palavras-Chave:** Água. Recursos hídricos. Abastecimento. Indicadores de sustentabilidade. Sistema de informações geográficas.

## Abstract:

This paper analyzes the different aspects of domestic use of drinking water based on the users' perceptions, their socioeconomic conditions and its consequences for the public supply system. Specific indicators have been developed following the guidelines of the CSD-UN and data of a Geographic Information System (GIS).

**Keywords:** Water resources. Public water supply. Indicators of sustainability. Geographic information system.

---

<sup>1</sup> Geólogo; Dr; Professor Adjunto III (NUMA/UFPA).

<sup>2</sup> Geólogo; Dr; Professor Associado II (NUMA/UFPA).

<sup>3</sup> Geólogo; MSc; Professor Assistente II (Campus de Marabá/UFPA).

<sup>4</sup> Geólogo; Dr. Professor Assistente I (ITEC/UFPA).

## INTRODUÇÃO

Com finalidade aprimorar um sistema público de abastecimento de água que satisfaça as necessidades do usuário, tem-se como pressupostos: a) acesso facilitado; b) quantidade satisfatória ao seu consumo, c) qualidade dentro dos padrões de potabilidade e d) preço adequado as suas possibilidades de pagamento. Estas premissas visam o bem-estar social e por isso não devem estar dissociadas da capacidade natural dos ecossistemas em manter suas funções ambientais apesar da utilização dos seus recursos -, bem como garantir o custeio financeiro do sistema como um todo. Este é o referencial da teoria de sistemas e o metabolismo socioeconômico - entradas e saídas de energia e matéria (água) para manter a estrutura socioeconômica. Desta forma entende-se o consumidor de água como componente de um sistema de abastecimento que possui elementos que interagem entre si e com o meio. Portanto, garantir a manutenção do sistema passa pelo entendimento das relações entre os elementos e o ambiente que estes compõem. Isto permite uma avaliação da sustentabilidade dos sistemas de forma a evitar prejuízos sociais e ambientais (Mendes, 2005: 18).

Esta avaliação integrada do uso da água em meios urbanos deu base ao desenvolvimento de indicadores específicos (Mendes, 2005), os quais seguiram as diretrizes estabelecidas pelo sistema de indicadores de sustentabilidade difundido pela Comissão Mundial de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (CSD, 2001).

A avaliação em questão foi realizada a partir visão do usuário do sistema e contou com o emprego de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), o que permitiu vincular a organização dos dados coletados a praticidade no manuseio da análise espacial, potencializar a interpretação das variáveis envolvidas em termos de distância e contribuir para o melhor entendimento das características locais de interesse.

O método para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade do uso doméstico da água foi aplicado na cidade de Belém (PA), com uma população de 1.280.614 pessoas, segundo dados do IBGE (2000).

## INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Benoit Godin, pesquisador da Universidade de Quebec que estuda a historia dos indicadores em CT&I dizia:

*As sociedades vêm manobrando uma série de medidas nos últimos 300 anos. Inicialmente, dimensões sociais como a idade da população e morte eram contabilizadas. Indicadores do panorama da população eram elementos importantes de definição das riquezas e poder do Estado (...) as estatísticas econômicas começa-*

*ram a ser coletadas, principalmente no começo do século XX. O mais conhecido desses indicadores é o produto interno bruto (PIB).<sup>5</sup>*

Os primeiros indicadores, tais como os censos populacionais, eram exclusivamente quantitativos e contabilizados, como podia ser diferente, com objetivos fiscais e militares.<sup>6</sup> Somente depois da Segunda Guerra Mundial, a estatística mudou de qualidade e passou a integrar as políticas públicas. Surgiram instituições como a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e o Instituto de Estatísticas da União Européia (Eurostat) que começaram a desenvolver normas e padrões internacionais para as estatísticas. O processo de incorporar as estatísticas no trabalho das grandes organizações internacionais foi fundamental para a expansão mundial e uso dos indicadores.

Um grande avanço foi dado na construção de indicadores econômicos. No Brasil, o Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Sócio-econômicos (Dieese), a Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (Fipe/USP), a Federação das Indústrias do Estado (Fiesp) começaram a produzir indicadores econômicos, sendo o custo de vida, levantado na cidade de São Paulo em 1939, um dos primeiros indicadores econômicos levantados no país. Em 1945 surgem estatísticas de preços e uma contabilidade nacional, mas é somente em 1979 que foram criados dois Indicadores pelo IBGE, oficialmente reconhecidos pela contabilidade econômica nacional: o IPCA e o INPC.

Um dos indicadores mais discutidos, o PIB, foi desenvolvido pelo russo Simon Kuznets na década de 1930, o que lhe rendeu o Prêmio Nobel de Economia em 1971. Indicadores econômicos, tais como o PIB, são inteiramente monetaristas e contabilizam os custos sociais e ambientais como externalidades, o que leva a enormes distorções quando se tenta usar o PIB como medida para o desenvolvimento social de uma economia nacional.<sup>7</sup>

Na década de 1960 surge o termo indicador social quando o governo dos Estados Unidos produziu relatórios tais como Towards a social report e Social indicators. Estas pesquisas influenciaram o Brasil no começo dos anos 1970 com as chamadas Pesquisas Nacionais por Amostra de Domicílios (PNAD) que eram basicamente pesquisas sobre a situação do trabalho no país.

Mas foi na década de 1980, que de fato nasceram os indicadores sociais no Brasil. Desde então, com o surgimento da informática que permite o processamento de enormes quantidades

---

<sup>5</sup> Godin, B.: La Science sous observation, 1906-2006, Presses de l'Université Laval (2005)

<sup>6</sup> Segundo Godin, antes do matemático belga Adolphe Quételet (1796-1874), provavelmente o criador das estatísticas públicas, modernas, a estatística era uma simples compilação de informações numéricas. Após Quételet, estatísticas mais sofisticadas, baseadas em medidas de variação, começaram a ser empregadas.

<sup>7</sup> Hazel Henderson, afirma num artigo publicado no Le Monde Diplomatique: Por exemplo, um país pode cortar toda a sua floresta e registrar o valor da venda da madeira como ganho no PIB sem que nenhuma perda seja computada. "O PIB verde da China é um caso emblemático: as taxas de crescimento chinesas, em torno de 10% ao ano há mais de duas décadas, caíam a pouco mais de zero, quando descontadas as perdas ambientais".

de dados e informações, os indicadores econômicos e sociais estão cada dia mais sofisticados e precisos.<sup>8</sup>

Apos a ECO-92, do Rio de Janeiro, surgiram pressões da sociedade civil para a criação de indicadores que sejam capazes de medir também o progresso e a qualidade de vida. A conferência Beyond PIB, promovida pelo parlamento europeu poucos anos depois da ECO-92, afirma que “não são necessárias alternativas ao PIB, e sim indicadores adicionais que o complementem”. Parece que a União Européia esteja apoiando crescentemente suas decisões econômicas em algum modelo que incorpore todas as estatísticas disponíveis sobre saúde, educação, desigualdade e direitos humanos, que não fazem parte do PIB.

Finalmente, hoje a nova tendência é a construção de clusters de indicadores, complexas associações de indicadores ambientais, sociais, econômicos e outros para compor os Índices. Por mais que a construção e o uso deste tipo de clusters estão crescendo rapidamente, ainda vai levar alguns anos para que haja uma normalização internacional e uma aplicação institucionalizada dos indicadores para a formulação das políticas públicas.

Recentemente um grande número de estudos demonstra a gravidade da situação ambiental do planeta e a super-exploração e poluição dos rios e aquíferos. Este problema não se restringe somente as regiões áridas mais ocorrem também em países ricos em água doce como o Brasil. A proteção dos recursos hídricos mediante indicadores ambientais como instrumento de gestão ainda são relativamente pouco aplicados no Brasil.

Segundo Antônio Pereira Magalhães jr, os indicadores ambientais são informações dinâmicas no tempo e no espaço, com reconhecidas qualidades para auxiliar os processos decisórios na proteção de recursos hídricos. Em situações de escassez de dados, eles potencializam as qualidades do que está disponível e sinalizam as lacunas de informação. A experiência de gestão participativa na França, iniciada em 1964, embasou a Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil. (PEREIRA, A. M. jr, 2011).

Especial atenção está ganhando o problema das perdas nos sistemas de abastecimento de água que podem ocorrer tanto por meio de vazamentos na estrutura física, como por problemas de gerenciamento e ligações irregulares. Atualmente a maioria das empresas de abastecimento de água no Brasil tem sérios problemas com perdas físicas e de faturamento comprometendo tanto a qualidade do serviço como a sobrevivência econômica da própria empresa.

Para tentar quantificar as perdas foram criados os chamados indicadores de perdas, que são medidas da eficiência e eficácia na prestação dos serviços de abastecimento de água e servem de controle e suporte na tomada de decisões econômicas e financeiras. (ALEGRE et al., 2000).

---

<sup>8</sup> Por exemplo, em 2006 surge o chamado movimento “Nossa São Paulo - outra cidade” com a participação de cerca de 400 organizações da sociedade civil que criaram mais de 100 indicadores nas áreas: assistência social, cultura, educação, esporte, habitação, meio ambiente, orçamento, saúde, trabalho e renda, transporte, acidentes de trânsito, mobilidade urbana e violência.

Podemos resumir que indicadores são ferramentas úteis no planejamento e essenciais na decisão política e importantes recursos de informação e um apoio importante à tomada de decisão (Gal 1996 e Tun 1992 *apud* Ribeiro 2002).

## MÉTODO

O desenvolvimento de Indicadores para o sistema de abastecimento de água de Belém foi baseado na estruturação de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), usando o software ARCGIS 9.1, vinculado ao Banco de Dados ACCESS, sendo este último alimentado a partir de dados processados nos softwares Excel e SPSS.

De uma forma geral o método consiste nas seguintes etapas: preparação e aplicação dos formulários, elaboração do banco de dados, realização de cálculos estatísticos para embasar o cálculo dos indicadores, escolha dos indicadores, abastecimento do banco de dados, plotagem dos indicadores em cartas temáticas, descrição e interpretação dos indicadores, escolha dos índices, abastecimento do banco de dados, plotagem de cartas índices, descrição e interpretação dos índices, discussão dos resultados e conclusões.

O Banco de Dados foi desenvolvido através de entrevistas aplicado nas pesquisas de campo apresentado em Mendes (2005). Os dados levantados sobre as formas de uso da água foram sucessivamente compostos em indicadores e índices de sustentabilidade (figura 1).

Figura 1- Obtenção, processamento de dados pesquisados e geração de indicadores e índices.



Para desenvolver esse Banco de dados Geográfico (BDG), foi necessário seguir as etapas essenciais no desenvolvimento de qualquer banco de dados, enfatizadas por Gomes (1997), Filho (1999) e Heuser (2001), como segue:

- 1) Modelo conceitual, onde a partir da especificação de requisitos, são representadas as entidades (descritas por seus atributos), as quais são armazenadas no banco de dados, de onde se efetuam as várias formas de relacionamentos possíveis entre elas;
- 2) Modelo lógico onde se define como as entidades serão armazenadas na estrutura do BD (em tabelas, por exemplo) de modo a garantir as formas de relacionamentos de interesse; e

3) Modelo físico onde são definidos detalhes de implementação dos dados, descrevendo a estrutura de armazenamento e os métodos utilizados para acessar efetivamente os dados.

O modelo adotado nesse trabalho foi o GeoFrame, desenvolvido pelo Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Filho et.al 1999). Na primeira etapa, os dados da esquisa foram espacializados em regiões representadas pelos limites dos Distritos Administrativos de Belém (DA).

Na segunda etapa os dados coletados foram estruturados em um banco de dados, e submetidos a tratamentos estatísticos e normalizações com fins de poder comparar atributos diferentes seguindo uma mesma escala considerando variações extremas de 0 a 1.

Na terceira e última etapa definiu-se qual é Objeto Convencional, o Objeto Geográfico e de que tipo (ponto, linha, polígono ou objeto complexo) e qual é o Campo Geográfico e qual é o seu tipo (imagem, TIN, ponto regular, polígonos adjacentes, etc.). Dessa forma foi elaborado o SIG no software ARCGIS 9.1 baseado nessa modelagem conceitual.

Observando de outra forma, os índices e indicadores estão agrupados de acordo com as dimensões propostas pela Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (CSD 2001), a saber: institucional, ambiental, social e econômico. O conjunto é mostrado na tabela 1.

Tabela 1- Indicadores e índice conforme suas dimensões de sustentabilidade.

	<b>Indicador</b>
Dimensão Social	Domicílios com caso de falecimento de criança com até um ano de idade
	Domicílios com caso de doenças de veiculação hídrica
	Escolaridade
	Moradia
	Hábitos perdulários
	Domicílios cujos usuários pagam através de taxa ou não pagam
	Domicílios com vazamentos em torneiras, chuveiros, etc.
Dimensão Econômica	Renda familiar
	Avaliação do preço da água
	Comparação entre o preço da água e o de outras taxas públicas
Dimensão Institucional	Avaliação dos serviços de abastecimento
	Domicílios atendidos pelo sistema de abastecimento
	Qualidade da água
	Pressão da água
Dimensão Ambiental	Disposição de esgoto sanitário
	Disposição das águas servidas

Para melhor ilustrar a formulação dos índices e indicadores, detalha-se adiante o indicador “qualidade da água”. Tal descrição segue o modelo de planilha metodológica estabelecido pela Comissão de Desenvolvimento Sustentável da ONU (CSD 2001):

### **Indicador de Qualidade de Água**



Breve definição: medida de avaliação da qualidade da água de acordo com a percepção do usuário. É encontrado a partir da operação do percentual de usuários entrevistados que consideram a qualidade da água péssima, ruim, regular, boa e ótima.

- Justificativa: a qualidade da água reflete a eficiência do sistema de abastecimento em fornecer água potável, seja no tratamento, seja na distribuição. E em última análise reflete na saúde do usuário. Esta medida visa chamar a atenção para a correção ou aperfeiçoamento do sistema quanto à qualidade da água fornecida.
- Forma de cálculo: este Indicador Qualidade da Água é calculado a partir do percentual de entrevistados que consideram a qualidade da água como sendo péssima, ruim, regular, boa ou ótima. O cálculo é feito em três etapas. Primeiro obtém-se a média ponderada entre as ocorrências, considerando o P5 como valor máximo a ser alcançado:

$$I_1 = \frac{PS \times P_1 + R \times P_2 + RG \times P_3 + B \times P_4 + O \times P_5}{PS + R + RG + B + O}, \text{ onde:}$$

PS = Porcentagem de domicílios entrevistados que consideram a qualidade da água péssima.

R = porcentagem de domicílios entrevistados, que consideram a qualidade da água ruim.

RG = porcentagem de domicílios entrevistados, que consideram a qualidade da água regular.

B = porcentagem de domicílios entrevistados, que consideram a qualidade da água boa.

O = porcentagem de domicílios entrevistados, que consideram a qualidade da água ótima.

$P_1 = 1; P_2 = 2; P_3 = 3; P_4 = 4; P_5 = 5.$

Como visto, o indicador é facilmente calculado, justamente para atender a um dos preceitos da Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas quanto ao desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade (CSD 2001): facilidade no entendimento e no cálculo. Porém, para identificar melhor o grau de sustentabilidade do sistema de abastecimento, é preciso que o conjunto de indicadores possa ser comparado. Desta forma, para comparar os indicadores “qualidade da água” com “pressão da água” ou mesmo “domicílios atendidos pelo sistema de abastecimento”, foi desenvolvida uma escala que considera valores extremos (máximos e mínimos). O pior valor de um indicador corresponde a uma realidade de baixa sustentabilidade, cujo valor é 0 (zero) e o melhor, de alta sustentabilidade, cujo valor é 1 (um). Considerando o indicador “qualidade da água”, o pior valor (0) corresponde supostamente a uma situação em que “todos os entrevistados consideram a qualidade da água péssima”. E o melhor valor (1) corresponde supostamente a uma situação em que “todos os entrevistados consideram a qualidade da água ótima”. Desta forma todos os indicadores passam a estar na mesma escala adimensional e podem ser comparados mais facilmente. Deste modo o novo formato de cálculo do Indicador Qualidade da Água é dado por:

$$\text{Indicador} = \left( \frac{\text{Valor Observado} - \text{Pior Valor}}{\text{Melhor Valor} - \text{Pior Valor}} \right) \quad (1)$$

Sendo assim:  $I_2 = \frac{I_1 - P_1}{P_5 - P_1}$ . Por fim:  $I = \frac{I_2 - 0}{1 - 0}$

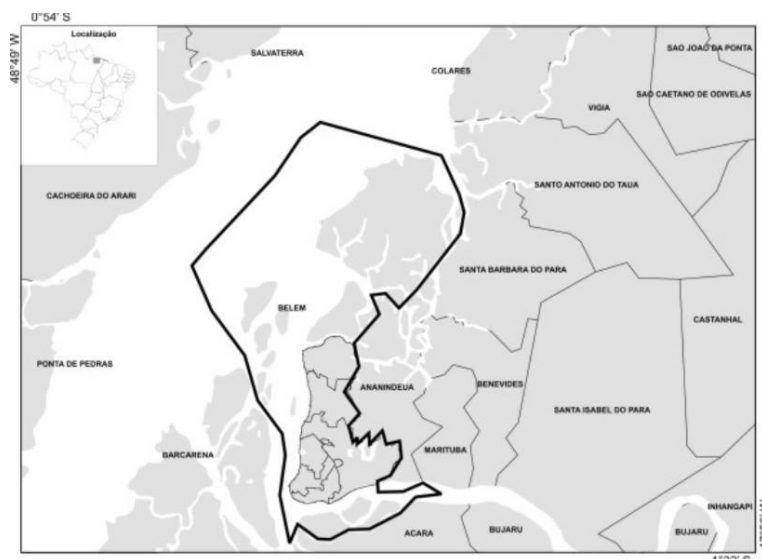
- Limitações do indicador: há um grau de subjetividade significativa na medida deste indicador, por não haver definição objetiva da qualidade. O que um usuário considera como bom, pode ser excelente, regular ou ruim para outro.

Todos os indicadores e índices aqui utilizados estão detalhados em Mendes (2005).

## Estudo de Caso

Belém está situada na coordenada geográfica  $01^{\circ} 27' 20''$  de latitude sul e  $48^{\circ} 30' 15''$  de longitude oeste, cujos limites estão demonstrados a seguir (PMB 2003) (figura 2).

Figura 2- Localização da área estudada.



A pesquisa obedeceu a uma amostragem probabilística estratificada, na qual foi selecionada uma amostra de cada subgrupo da população considerada. A amostra geral da cidade de Belém foi distribuída proporcionalmente ao número de domicílios existentes em cada distrito administrativo. A população investigada foi de 283.667 domicílios em 6 Distritos Administrativos de Belém formados por 48 bairros (IBGE 2000). A abreviatura DA representa Distrito Administrativo, como segue: DAICO (Distrito Administrativo de Icoaraci), DABEN (Benguí), DAENT (Entroncamento), DASAC (Sacramento), DABEL (Belém), DAGUA (Guamá). Usou-se um intervalo de confiança de 4,51 (margem de erro de uma pesquisa. Pode ser para mais ou para menos) e um nível de confiança de 95% (representa quanto frequentemente da massa populacional escolheria mentir em uma resposta dentro do intervalo de confiança. É expresso como uma porcentagem.), cuja amostra foi de 471 domicílios (ver tabela 2).

Tabela 2- Distribuição da amostra de acordo com os Distritos Administrativos.

Distritos	Domicílios		Entrevistas
	Absoluto	%	Absoluto
DABEL	44.537	16%	70
DABEN	56.755	20%	95
DAENT	33.210	12%	54
DAGUA	68.291	24%	114
DAICO	31.522	11%	54
DASAC	49.352	17%	84
Total	283.667	100%	471

Fonte: IBGE (2000)

## RESULTADO E DISCUSSÕES

A avaliação da sustentabilidade das formas de uso da água na cidade de Belém, com base na interpretação de cartas temáticas dos indicadores e índices desenvolvidos, permitiu comparar os distritos administrativos e perceber diferenças e semelhanças quanto a estes parâmetros, identificar suas relações e os prováveis motivos para tal situação. Por considerar que o objetivo deste trabalho é, sobretudo, demonstrar a aplicação e eficiência do geoprocessamento na avaliação integrada do uso da água em meio urbano, serão apresentados apenas dois índices e oito indicadores que tratam do desperdício e do abastecimento.

### Desperdício

Para esta avaliação foram usados os indicadores: “hábitos perdulários”, “domicílios cujos usuários pagam através de taxa ou não pagam”, “domicílios com vazamentos em torneiras, chuveiros, etc.”, “renda familiar” e “escolaridade”.

Considerando a renda familiar, buscou-se identificar a possibilidade de pagamento do usuário pelos serviços de abastecimento. A figura 3 mostra que a pior situação é do DABEN (0,29), seguido de perto pelo DAGUA (0,30) e em seguida o DASAC (0,31). Nota-se que independente da posição geográfica na cidade, a renda é baixa, exceto no DABEL (0,60).

Figura 3- Indicador de renda familiar.

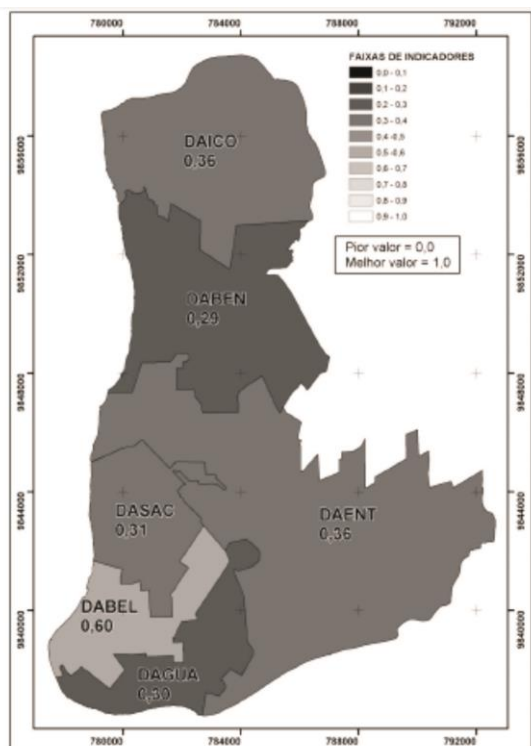
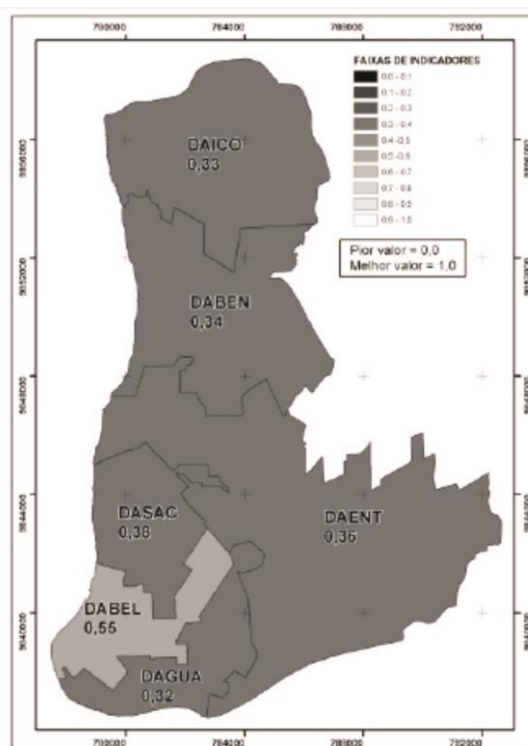


Figura 4- Indicador de escolaridade.



O indicador escolaridade é componente importante na percepção do usuário em relação à necessidade do uso racional da água. A disposição espacial deste indicador (figura 4) revela que o maior nível de escolaridade está no DABEL (0,55). Nos demais distritos da cidade se percebe que o baixo nível de escolaridade é homogêneo, com valores variando entre 0,32 e 0,38.

Os hábitos perdulários (figura 5), considerados como uma forma individual de desperdício mostram uma situação pouco heterogênea, com três padrões de cores sequenciadas, em que a melhor situação se encontra no DAENT (0,67) e as piores, no DAICO (0,43) e no DABEN (0,44). Distrito com maior nível de renda escolaridade, o DABEL (0,55) apresenta uma situação quanto aos hábitos perdulários muito similares ao DAGUA (0,57), distrito com baixa renda e escolaridade (ver figuras 3 e 4). E o DAENT, que possui escolaridade e renda inferiores ao DABEL, desperdiça menos que este em termos de hábitos individuais. Esta constatação demonstra que não há uma relação direta entre a renda e a escolaridade do usuário e o desperdício individual produzido pelo mesmo, que na maioria das vezes sequer percebe que possui hábitos perdulários. Em outras palavras, a consciência individual sobre o uso racional da água não tem relação direta com a renda ou escolaridade do usuário.

Figura 5- Indicador de hábitos perdulários.

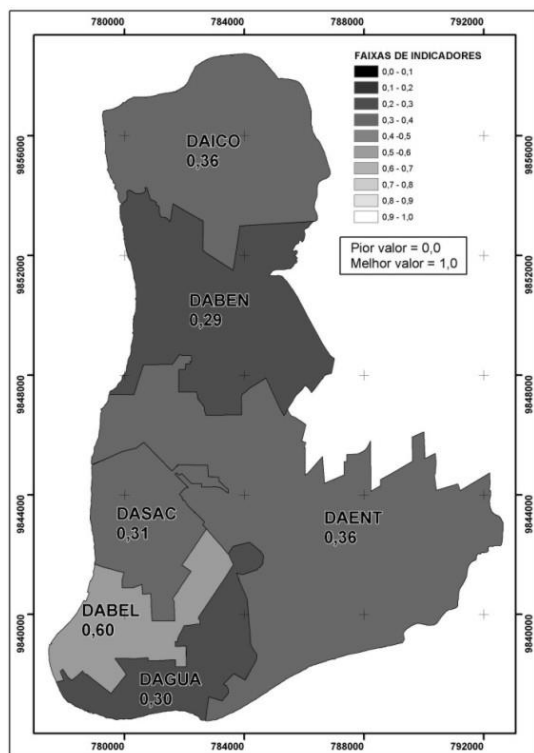
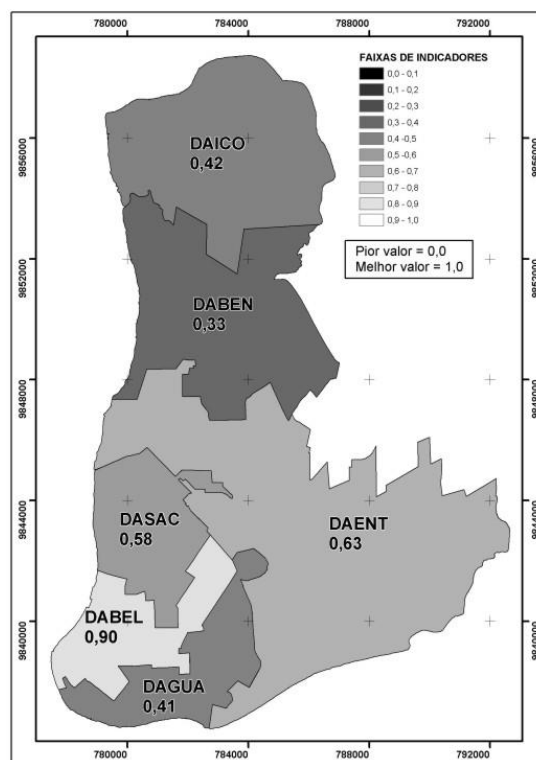


Figura 6- Indicador de usuários que pagam taxa ou não pagam.



Ao considerar o indicador “usuários que pagam taxa ou não pagam pela água” (figura 6), considerado um desperdício permissível pela companhia de abastecimento, uma vez que faz parte de uma política social da mesma, nota-se a heterogeneidade de sustentabilidade, com cinco níveis de cores (níveis de cinza), em que o DAGUA (0,41), DABEN (0,33) e DAICO (0,42) têm os piores desempenhos. Novamente o DABEL se destaca (0,90). Ao comparar este indicador com o indicador “renda familiar” (figura 3), constata-se que, quem tem as menores rendas (todos os Distritos exceto a o DABEL), paga mais frequentemente através de taxa ou simplesmente não paga. A regra no DABEL é pagar pelo volume consumido, o que, em geral, é mais caro. Então neste distrito o desperdício é menor no que tange a este indicador, enquanto que nos demais ocorre um maior desperdício, uma vez que, por não pagar pelo volume consumido, os usuários destes distritos estão livres para desperdiçar a vontade.

A avaliação do desperdício também foi feita a partir da ocorrência de “domicílios com vazamentos em torneiras, chuveiros, etc.”, o que reflete o desperdício coletivo consciente do usuário. Apresentam as melhores situações, o DAICO (0,97), o DABEL (0,96) e o DAENT (0,95) (figura 7). O menor valor encontrado foi no DAGUA (0,90). Mesmo apresentando valores elevados, ainda assim, essa situação requer correção, uma vez que uma torneira vazando pode consumir até 200 litros de água por dia. Ao considerar os seis Distritos, Belém possui 6,8% dos domicílios entrevistados com vazamentos.

Ao observar os índices de desperdício dos distritos administrativos (figura 8) que foram calculados a partir dos indicadores “hábitos perdulários”, “domicílios com vazamentos em torneiras, chuveiros, etc.” e “domicílios cujos usuários pagam através de taxa ou não pagam”, nota-se que a situação varia de ruim, no DABEN (0,47), a boa, no DABEL (0,84). Ao se comparar o índice de desperdício com os indicadores de renda e escolaridade do DABEL, nota-se a coincidência com o menor desperdício. Porém é importante entender que isto não implica dizer que os usuários espontaneamente desperdicem menos. Isto se dá principalmente porque o número de pagamentos através de taxa é menor neste distrito do que nos demais, justamente por ter melhor condição financeira e por isso a água lhes é cobrada pelo volume consumido, o que inibe o desperdício.

Figura 7- Indicador de vazamentos.

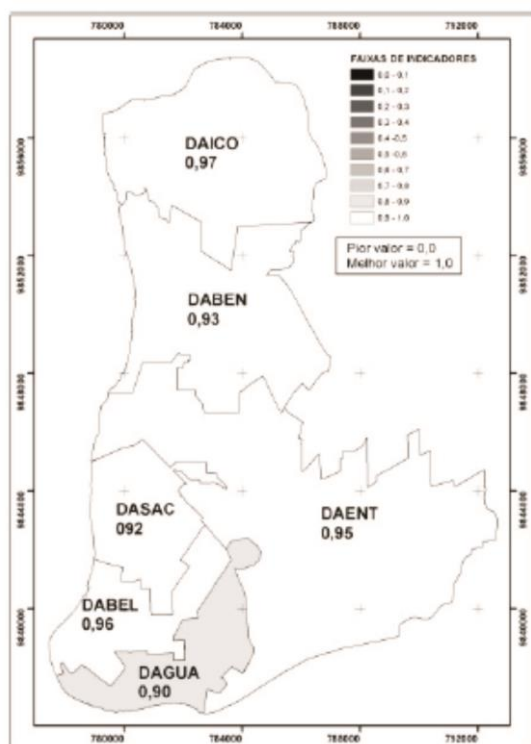
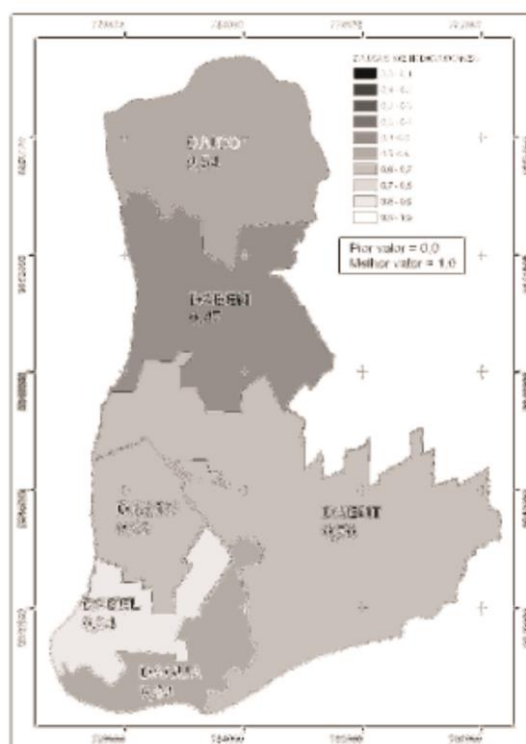


Figura 8- Índice de desperdício



## Abastecimento

Para avaliar a sustentabilidade das formas de uso da água quanto ao abastecimento, foram utilizados os indicadores “domicílios atendidos pelo sistema de abastecimento”, “qualidade da água” e “pressão da água”.

O indicador que mede o alcance dos serviços de abastecimento também inclui, obviamente, os domicílios não atendidos pelo sistema. Este indicador se mostra bastante heterogêneo entre os distritos. Novamente, o DABEL é o distrito com maior desempenho, com todos dos domicílios entrevista-

dos com ligações de água (1,0) (figura 9). O menor nível de atendimento está no DAICO, com apenas 0,61. O DASAC e o DAGUA possuem 0,92 e 0,90, respectivamente. O DAENT tem valor igual a 0,82 e o DABEN apenas 0,74. Nota-se que o valor do indicador é tão maior quanto mais próximo do chamado centro da cidade (onde está o DABEL). É uma típica situação de falta de infraestrutura das periferias das cidades.

Considerando o nível de erro da pesquisa frente aos consumidores, há um déficit substancial: são mais de 160 mil pessoas não atendidas pelo sistema de abastecimento, de uma população de 1.280.614 pessoas (IBGE 2000), o que representa um taxa de abastecimento de 89%.

Figura 9- Indicador de domicílios atendidos pelo sistema de abastecimento.

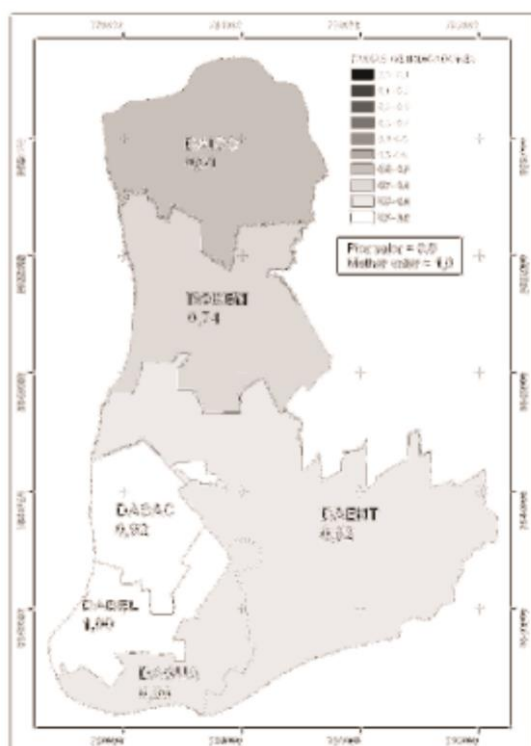
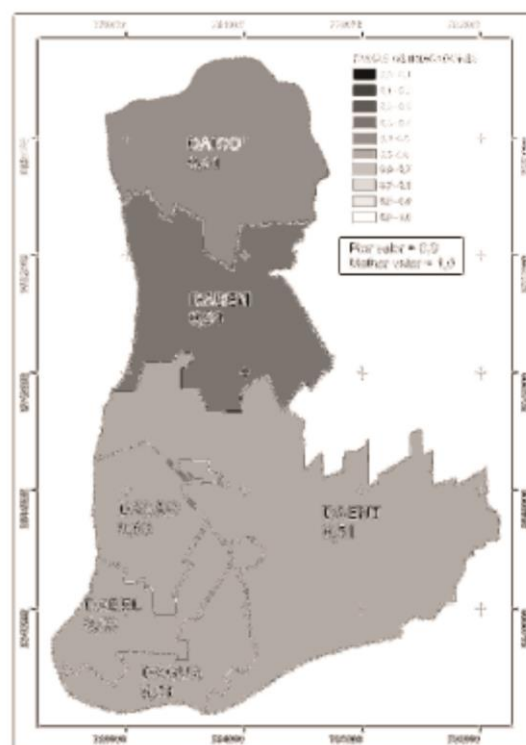


Figura 10- Indicador de qualidade da água.



Para avaliar a percepção do usuário quanto ao produto água, é fundamental verificar a sua qualidade. Neste caso, este indicador se mostra heterogêneo, em que o maior valor é no DABEL (0,58) e os menores no DABEN (0,34) e no DAICO (0,41) (figura 10). Isto demonstra que a qualidade da água varia de acordo com o setor da cidade e tem pior qualidade nos dois distritos mais afastados do centro. Isto demonstra novamente a limitação infraestrutural das áreas mais distantes.

O indicador de pressão da água reflete a eficiência no fornecimento pelas companhias de abastecimento. Os distritos com melhor situação são o DABEN (0,74), o DABEL (0,71) e o DASAC (0,69). Os valores mais baixos se encontram no DAICO (0,55), DAGUA (0,56) e DAENT (0,63) (figura 11). Isto mostra uma situação entre regular a boa. Mas é possível perceber que o distrito com menor valor (DAICO) está na zona de expansão de Belém, provavelmente relacionado ao

mau atendimento dos serviços em áreas mais afastadas do centro. O que chama atenção é o fato de o DABEN ter o melhor índice, apesar de estar distante do centro da cidade.

Os índices de abastecimento (figura 12) apresentam valores que variam de regulares a bons, onde o maior valor é no DABEL (0,86) e o menor, no DAICO (0,55), demonstrando amplitude significativa (0,31). A carta mostra que a infraestrutura de abastecimento - traduzida em qualidade da água e, principalmente, na existência de rede geral de distribuição - é melhor no centro da cidade, onde estão os usuários com melhores condições socioeconômicas (DABEL), e diminui com a distância a este.

Figura 11- Indicador de pressão da água.

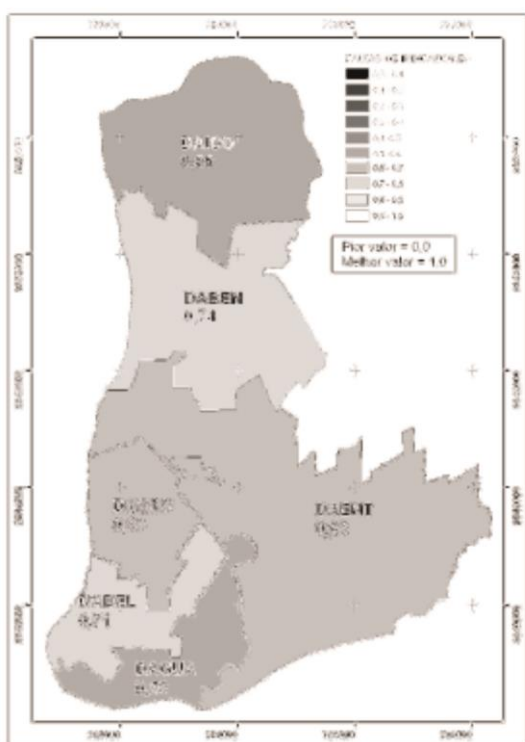
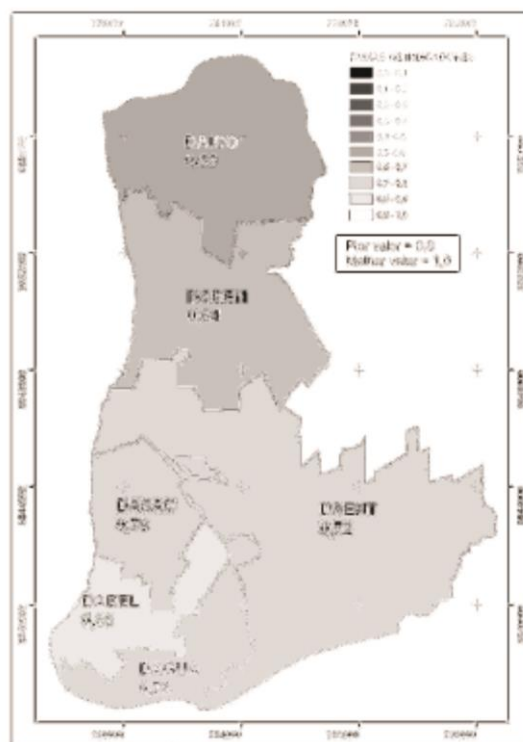


Figura 12- Índice de abastecimento.



Inicialmente pode-se entender que os serviços de abastecimento atendem melhor aos usuários que têm melhores condições socioeconômicas. Porém isto não é plenamente correto, pois os níveis de renda familiar e escolaridade dos demais distritos são baixos, inclusive daqueles próximos ao DABEL e alguns destes têm índice de abastecimento similares ao deste distrito (DASAC, 0,79; DAGUA, 0,76; DAENT, 0,72).

## CONCLUSÕES

Considerando o exposto, temos como principais constatações:



- Os hábitos individuais de consumo de água que provocam desperdício (desperdício individual ou hábitos perdulários), não são dependentes das condições socioeconômicas dos usuários. O distrito com maior nível socioeconômico, o DABEL, possui hábitos perdulários equivalentes aos do DAGUA, distrito com pior situação socioeconômica da cidade;
- O desperdício referente à forma de pagamento pelos serviços de abastecimento é expressivo, posto que é grande o número de usuários de baixa renda e por isto pagam através de taxa ou simplesmente não pagam. Com esta política, as concessionárias dos serviços de abastecimento, indiretamente estão incentivando o desperdício;
- O número de domicílios não atendidos por água encanada é expressivo, configurando mais de 160 mil habitantes da capital (12,5%), demonstrando a necessidade de ampliação e aperfeiçoamento dos sistemas de abastecimento;
- A qualidade da água preocupa os usuários, que a avaliam como de regular à péssima.

A análise da eficiência do sistema de abastecimento, segundo a observação dos usuários, é diferenciada da visão tradicional dos técnicos e pesquisadores habituados a trabalhar apenas com dados físicos ou econômicos mais objetivos. A abordagem deste trabalho permite fazer uma avaliação da efetividade dos serviços de abastecimento, ou seja, dos resultados práticos das ações de gerenciamento do sistema, com vistas à satisfação do usuário. Desta forma a avaliação da sustentabilidade do uso domiciliar da água e do sistema de abastecimento aqui desenvolvida, pode orientar ações de planejamento e gestão dos sistemas de abastecimento, através da implantação ou auxílio dos seguintes programas:

- Expansão do sistema: Este programa deve considerar o índice de abastecimento, que informa sobre a eficiência dos serviços de abastecimento de água e, especialmente neste caso, da falta de atendimento em 12.49% do total de domicílios do município de Belém. O distrito melhor atendido é o DABEL, com 100% dos domicílios com água encanada. Mas há deficiência nos demais distritos, principalmente no DAICO, DABEN e DAENT. Há necessidade urgente de ampliação do sistema, iniciando por estes distritos.
- Controle da qualidade e quantidade da água nos domicílios: Deve considerar o índice de abastecimento. Neste caso, informa sobre a qualidade e a pressão da água percebida pelos usuários. A qualidade tem sido avaliada como regular na maioria dos distritos, mas no DABEN e no DAICO considera-se ruim. A pressão da água é avaliada como regular a boa. Melhor atenção deve ser dada ao DAGUA e DAICO. Estes parâmetros devem orientar a recuperação da rede de distribuição a partir da avaliação da pressão (em especial no DAGUA e no DAICO) e da qualidade da água, que precisa melhorar em toda a cidade, em especial no DABEN e no DAICO. A melhoria da qualidade passa pela recuperação da rede de distribuição, como já sugerido, mas também pela eficiência no tratamento.
- Redução do desperdício: O desperdício individual deve ser trabalhado tendo por base a escolaridade do usuário, a qual informa as possibilidades deste em compreender a necessidade de uso racional da água. O baixo a médio nível de escolarização dos usuários demonstra que devem ter al-

guns cuidados na comunicação com estes, para estimulá-los a perceber a existência do desperdício individual. Isto pode ser feito através de programas educativos quanto ao uso da água, que deve ser desenvolvido através de cartilhas, panfletos, vídeos educativos nas comunidades através de associações de moradores, centros comunitários, etc. em parceria com universidades, bem como através de propagandas em televisão e rádio, demonstrando formas sustentáveis e não sustentáveis de uso da água através de imagens e frases explícitas de formas perdulárias de uso da água (o que é e o que não é desperdício). Tais campanhas devem adotar linguagem simplificada, de modo a serem entendidas por todos os usuários, independente da condição socioeconômica, haja vista que o desperdício individual é grande e provavelmente nem é considerado como sendo desperdício.

A maior incidência de hábitos perdulários ocorre no DASAC, DABEN e DAICO. Nos demais distritos é regular. Estas ações devem alcançar toda a cidade, mas devem ser priorizados nos distritos mais populosos e com maior desperdício: o DAGUA e o DABEN.

O desperdício permissível também varia e tem sua pior situação no DABEN, DAGUA e DAICO. Para diminuir o desperdício permissível, é imperativo a micro-medição com fins de inibir o consumo abusivo, mas não para aumentar o valor da tarifa. Após a instalação do hidrômetro os usuários teriam que atender às metas de consumo com tendência de queda mensalmente (não há como reduzir drasticamente de um mês para outro) até atingirem os valores médios similares aos usuários que pagam pelo consumo em Belém, cerca de 130 a 150 l/hab/dia.

O uso do geoprocessamento para a avaliação da sustentabilidade das formas de uso da água em domicílios, relacionados aos aspectos socioeconômicos dos usuários e seus reflexos nos sistemas de abastecimento, mostra-se eficiente, pois os indicadores de sustentabilidade desenvolvidos se mostram capazes de caracterizar os consumidores de água e suas formas de uso, bem como dar suporte ao controle do desperdício e outras ações voltadas ao planejamento e gestão do abastecimento urbano em Belém.

Ao fim deste trabalho são vislumbradas possibilidades de ampliação e aprofundamento das pesquisas:

- Estruturar o banco de dados e o SIG de tal forma que permita alterações automáticas: inclusão de dados em tabelas, processamento dos dados estatísticos, cálculo de indicadores e índices, sua plotagem em cartas temáticas;
- A percepção sobre o uso da água e seu reflexo na sustentabilidade dos sistemas de abastecimento pode ser expandida para os demais tipos de usuários (comercial, industrial e setor público), considerando suas peculiaridades e adotando indicadores específicos, mas que permitam ser comparados entre si;
- Comparar cidades com características diferentes e semelhantes à Belém para testar a efetividade do método empregado e contribuir com as mesmas;
- Estabelecer certa periodicidade para avaliar a evolução dos indicadores desenvolvidos;

- Desenvolver indicadores cada vez mais específicos, como a disposição em pagar pela água e origem de doenças de veiculação hídrica, etc.

## **AGRADECIMENTOS**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento da bolsa de estudos do primeiro autor durante uma parte da realização deste trabalho.

À Universidade do Estado do Pará (UEPA) pelo apoio ao financiamento de parte da pesquisa.

Ao Laboratório de Análise de Imagens do Trópico Úmido da UFPA (LAIT), pela cessão de equipamentos e softwares usados na elaboração deste trabalho.

Ao Instituto Acertar, na pessoa do Sociólogo Américo Canto Lopes, pela colaboração preparação do levantamento dos dados de campo e nos instrumentos de coleta de dados.

## Referências

ALEGRE, H.; HIRNER, W. BAPTISTA, J.M.; PARENA, R. (2000). Performance indicators for water supply services, 1st edition, Manual of Best Practice Series, IWA Publishing, Londres, ISBN 1 900222 272 (160 pág.)

COSTA, F.R. & SOUZA FILHO, P. W. M. Sistema de informações geográficas do projeto PIATAM mar - SIGMAR: um sistema de suporte a decisão à eventos de derramamento de óleo na zona costeira amazônica. Guarapari. In: X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário - ABEQUA, 2005. Anais CD ROM. Niterói: EDUFF. v. 1. p. 1-10. Mar/2005.

CSD. Commission on Sustainable Development. Indicators of sustainable development: guidelines and methodologies. Union Nations of Organizations. 310 p. 2001.

(<http://www.un.org/esa/sustdev/indisd/indisd-mg2001.pdf>).

FILHO, J.L. Projeto Conceitual de Banco de Dados Geográficos através da reutilização de Esquemas, utilizando Padrões de Análises e um Framework Conceitual. Doutorado (Tese) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. 212 p.

FENZL, N. 1997. Estudo de parâmetros capazes de dimensionar uma sustentabilidade de um processo de desenvolvimento. In.: Ximenes, T. (Org). Perspectivas de desenvolvimento sustentável: uma contribuição para a Amazônia 21. Belém. NAEA. UFPA. p. 1-31.

FILHO, J.L; IOCHPE, C.; HASENACK, H.; WEBER, E. J. Modelagem Conceitual de Banco de Dados Geográficos: o estudo de caso do Projeto PADCT / CIAMB. In: Banco de Artigos, Centro de Recursos Idrisi, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1999. Disponível em: < <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/artigos/jugurta.pdf>

FISCHER-KOWALSKI, M. & HABERL, H. 1993. Metabolism and colonization. Modes of production and the physical exchange between societies and nature. IFF. Soziale Ökologie. n. 32. Vienna. 38 p.

\_\_\_\_\_. 1999. El desarrollo sostenible: el metabolismo socioeconómico y la colonización de la naturaleza. Obtido em 12/8/04 -

<http://www.unesco.org/issj/rics158/kowalskspa.html>.

GOMES, M.K.N.F. Sistemas de Informações Geográficas como Base da Interface do Sistema SAGRI – Sistema Inteligente de Apoio à Atividade Agrícola. Graduação (Monografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 52 p. 1997.

HEUSER, C.A. Projeto de Banco de Dados. Porto Alegre: Editora Sagra Luzzato, 204 p. 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2000. Acesso em 13/8/2003 (www.ibge.gov.br)

MENDES, R. L. R. Indicadores de sustentabilidade do uso doméstico de água. 227 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido - PDTU, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém. 2005.

PEREIRA, A. M. Jr: Indicadores Ambientais e Recursos Hidricos - Realidade e Perspectivas para o Brasil, 3ª Edição – 2011, ISBN: 8528612465 Editora: BERTRAND BRASIL.

PMB. Prefeitura Municipal de Belém. Indicadores da cidade de Belém. Secretaria de Planejamento e Gestão. Belém. 90 p. 2003.

RIBEIRO, A. L. 2002. Modelo de indicadores para mensuração do desenvolvimento sustentável na Amazônia. Tese de doutorado. Belém. NAEA. UFPA. 375 p.