



PPGEDAM/NUMA/UFGA

ATLAS DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA - BELÉM/PA

Iniciativas, Demandas e Potencialidades



M141s Macedo, Robson

Sistemas de Informações Geográficas (SIG) aplicado a Gestão de Recursos Naturais. : Atlas do aproveitamento de água da chuva nas ilhas de Belém-PA . Iniciativas, Demandas e Potencialidades. / Robson Macedo. - 2016.

128 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia (PPGEDAM), Núcleo do Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

Orientação: Prof. Dr. Ronaldo Mendes

1. *Gestão de recursos hídricos.* 2. *Sistema de Informação Geográfica (SIG).* 3. *Água de chuva.* 4. *Tecnologias sociais.* I. *Mendes, Ronaldo , orient.* II. *Título*

CDD

338.92709811

Autor:

Robson Raposo Macedo

Revisão:

Prof. Dr. Ronaldo Mendes / PPGEDAM / NUMA / UFPA

Colaboradores:

Grupo de Pesquisa em Aproveitamento da Água da Chuva na Amazônia, Saneamento e Meio Ambiente (GPAC Amazônia);

Bruno Carneiro / Pesquisador Seção de Meio Ambiente / Instituto Evandro Chagas - SVS/MS;

Grupo de Pesquisa em Aproveitamento da Água da Chuva na Amazônia, Saneamento e Meio Ambiente (GPAC Amazônia);

Sumário

Apresentação

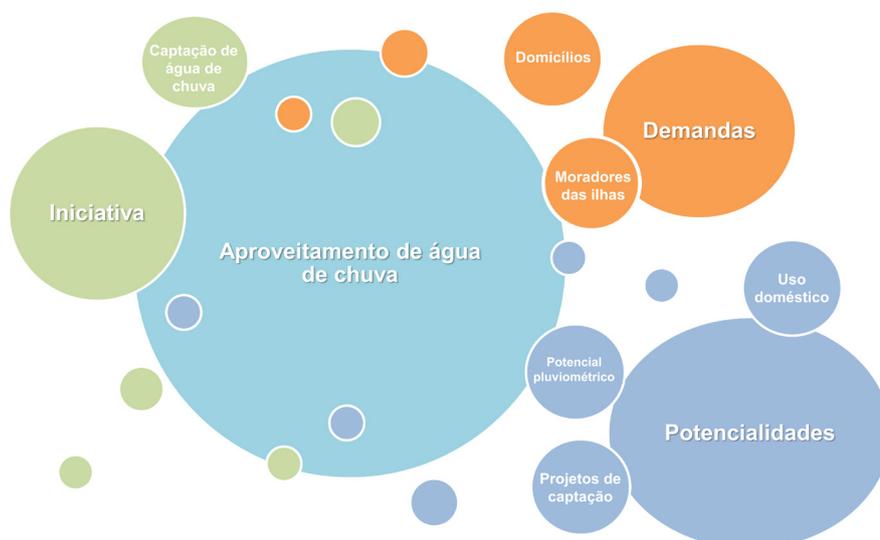
O Atlas de aproveitamento de água de chuva, por meio de uma abordagem multidisciplinar, expõem experiências de captação e uso de água de chuva nas região insular de Belém.

Com a utilização de Sistema de Informação Geográfica (SIG), apresenta a sistematização de dados e informações considerando aspectos diversos relacionados ao uso do recurso natural água em seis projetos de captação de água de chuva distribuídos em nove ilhas da cidade de Belém.

O Atlas trata-se do resultado de uma dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação do Núcleo de Meio Ambiente da Universidade Federal do Pará (NUMA/UFPA), realizada com por meio da contribuição de instituições como Instituto Evandro Chagas, SIPAM, CARITAS, Governo do Estado e Prefeitura de Belém .

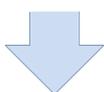
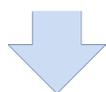
Objetivo

Desenvolver em ambiente de Sistema de Informação Geográfica um ATLAS das iniciativas de aproveitamento da água da chuva das Ilhas do município de Belém - considerando questões relacionadas ao uso da água nas diversas formas de apropriação desse recurso natural essencial a promoção do desenvolvimento local. Utilizando o SIG como instrumento das tecnologias sociais (compreende produtos, técnicas ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com as comunidades), espera-se proporcionar uma ferramenta de auxílio ao processo de tomada de decisão visando as diversas potencialidades do uso da água da chuva como foco de abordagem. Possibilitando desse modo, a reflexão de comunidades locais, instituições públicas e privadas interessadas nos temas gestão de recursos naturais, gestão territorial, gestão de baías, saúde pública, abastecimento de água, e o aproveitamento de água da chuva no contexto do desenvolvimento local do município de Belém.



Materiais e métodos

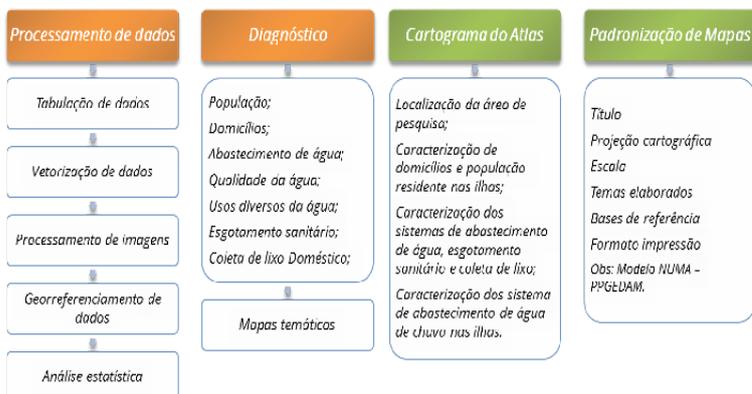
O Atlas das iniciativas de aproveitamento de água de chuva foi idealizado a fim de propor uma análise holística a respeito dos vários fatores que exercem influência sobre o uso das águas nas ilhas de Belém. Para tanto, foi realizada a coleta documental e análise de conteúdo sobre produções acadêmicas relacionadas ao uso de água de chuva em ilhas de Belém. O levantamento de informações sobre a área de pesquisa considerou o uso de geotecnologias para processamento e caracterização de dados socioambientais que tiveram como principal fonte os dados do CENSO demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém (CODEM), Plano Diretor municipal de Belém, assim como, imagens espaciais fornecidas pelo Sistema de Proteção Amazônia (SIPAM) e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).



Diagnóstico temático



Elaboração do Atlas



Com a utilização de formulários de entrevista foi conhecida a dinâmica de uso das águas disponíveis à população ribeirinha, assim como a caracterização das condições socioambientais da área de pesquisa. A utilização de sistema de posicionamento global GPS (Global Positioning System), permitiu o georreferenciamento dos dados coletados possibilitando assim, a estruturação de um bando de dados em SIG. Assim, por meio do método Coroplético foram feitas associações cartográficas entre os dados levantados em campo e dados oficiais disponíveis. A análise da qualidade da água consumida pelos ribeirinhos foi realizada por meio de uma parceria com o Instituto Evandro Chagas (IEC). As mostras coletadas foram analisadas pela equipe de meio ambiente do IEC o que proporcionou a comparação dos parâmetros analisados com os limites estabelecidos para o consumo de água segundo a legislação brasileira.

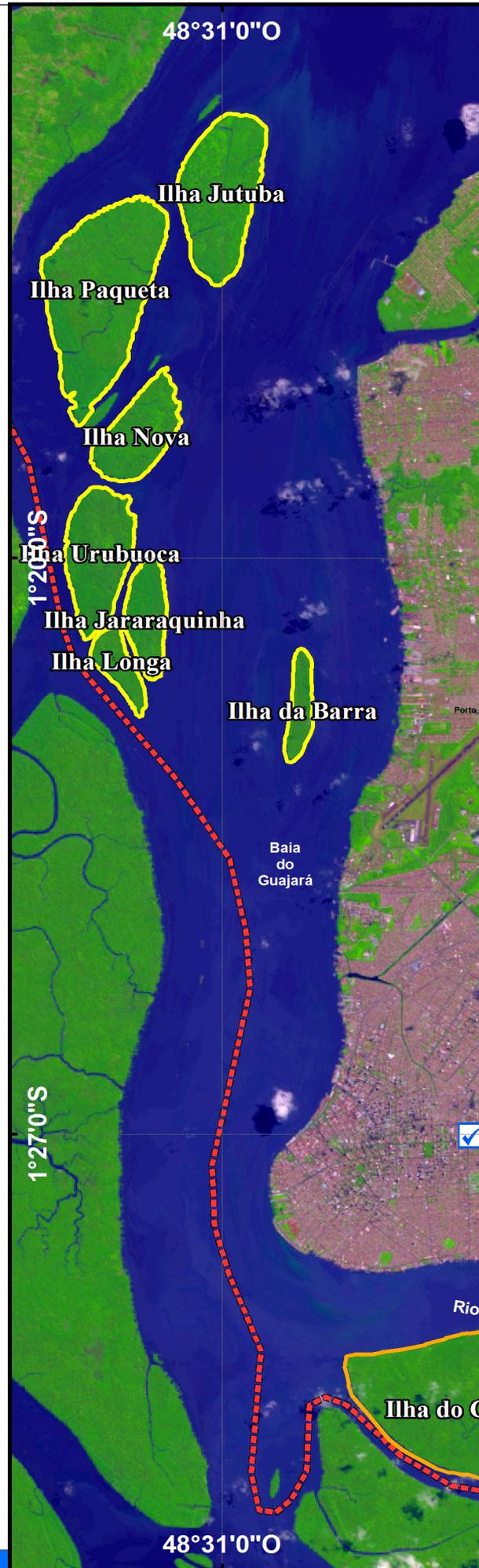
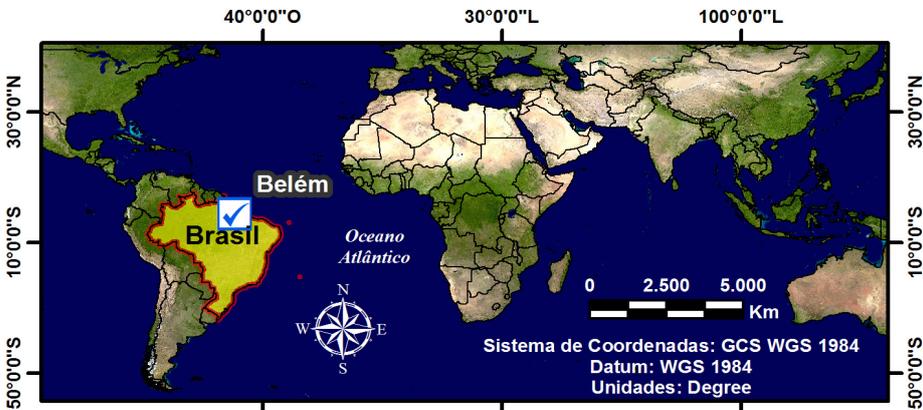
AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA



Legenda:

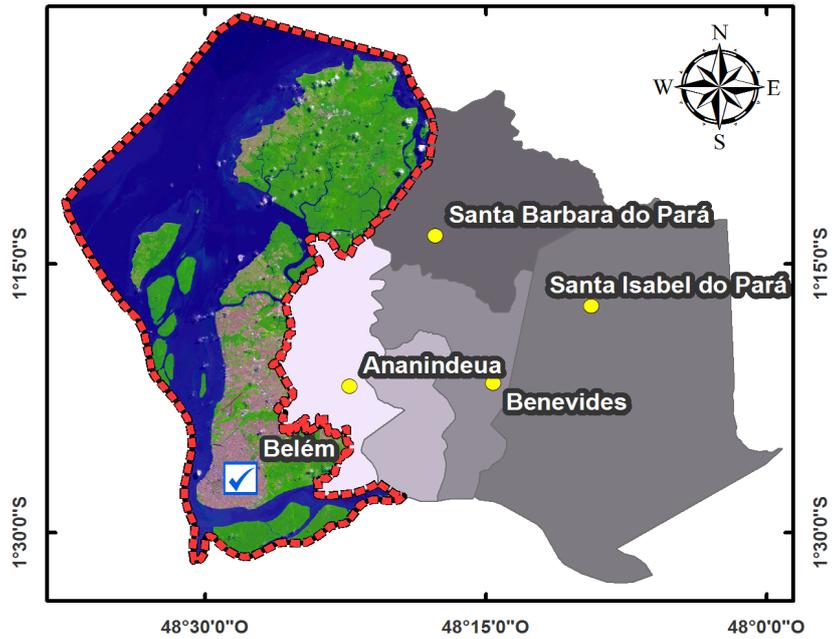
- | | | |
|--------------------------------|----------------|-----------------|
| Cidades | 10 - Tocantins | 6 - Mato Grosso |
| Cidade de Belém | 2 - Amapá | 7 - Pará |
| Brasil | 3 - Amazonas | 8 - Rondonia |
| Estados da Amazônia brasileira | 4 - Goiás | 9 - Roraima |
| 1 - Acre | 5 - Maranhão | |

Localização no contexto mundial





REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM - RMB



Legenda:

- Sede municipal de Belém
- Sede municipal
-  Ilhas Oeste
-  Ilhas Sul
-  Limite Belém

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE
RECURSOS NATURAIS E DESENVOLVIMENTO
LOCAL NA AMAZÔNIA



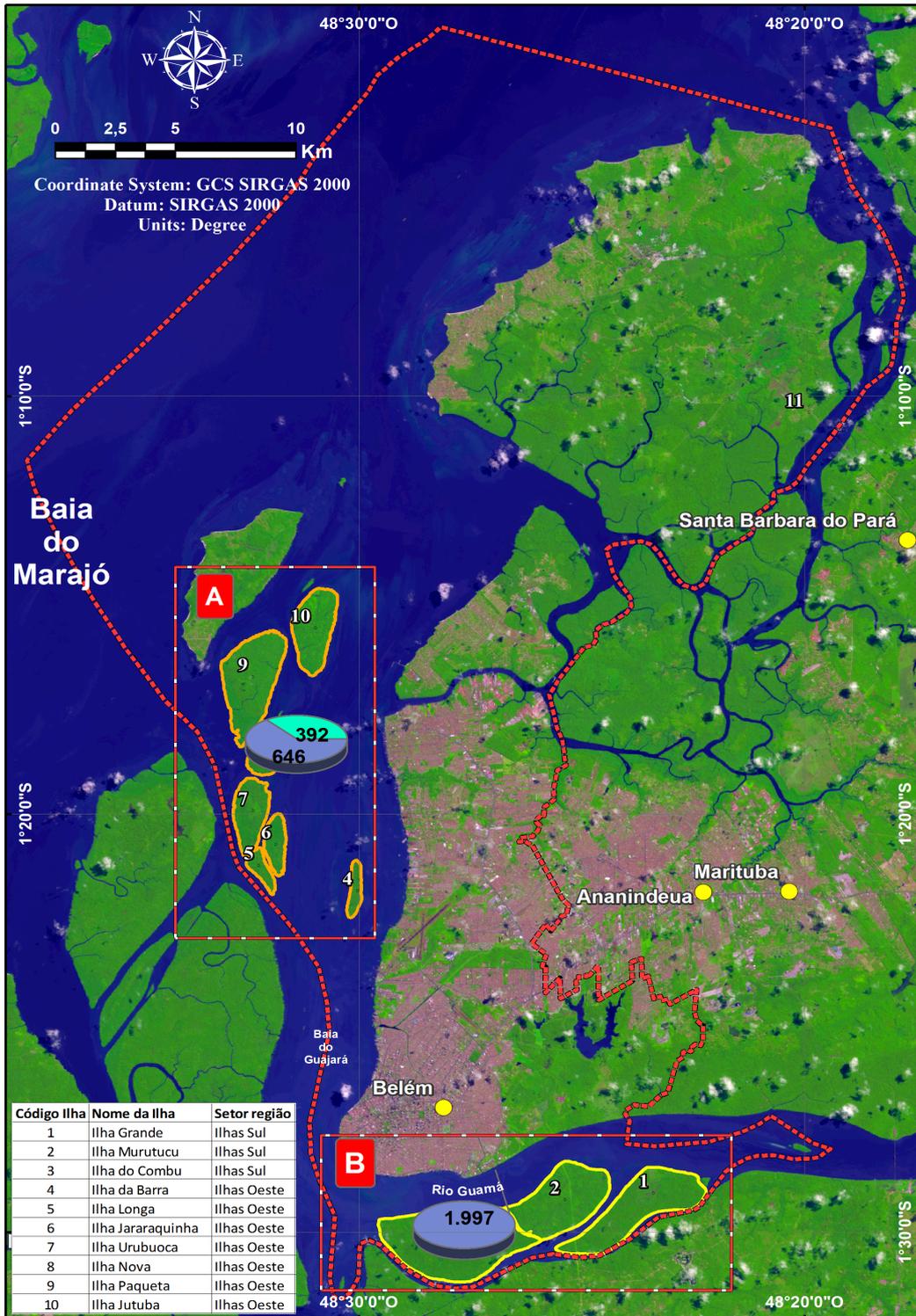
ATLAS DO APROVEITAMENTO
DE ÁGUA DE CHUVA



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA

Data: 08/09/2015	Cidade: Belém	Elaboração: Robson Macedo	Orientador: Dr. Ronaldo Mendes
---------------------	------------------	------------------------------	-----------------------------------

CARACTERIZAÇÃO SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA



Abastecimento de água Ilhas Oeste



Abastecimento de água de chuva em cisterna



Outra forma de abastecimento de água - Água do rio

Abastecimento de água Ilhas Sul



Outra forma de abastecimento de água - Água do rio



Outra forma de abastecimento de água - poço e concessionária

Legenda:

-  Sede municipal
-  Limite Belém
-  Ilhas Oeste
-  Ilhas Sul

 Abastecimento de água

-  A1 - Moradores com abastecimento de água da rede geral
-  A2 - Moradores com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade
-  A3 - Moradores com abastecimento de água de chuva armazenada em cisterna
-  A4 - Moradores com outra forma de abastecimento de água

-  A Ilhas Oeste
-  B Ilhas Sul

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
 NÚCLEO DE MEIO AMBIENTE
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS E DESENVOLVIMENTO LOCAL NA AMAZÔNIA



ATLAS DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA



CARACTERIZAÇÃO SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Data: 08/09/2015 Cidade: Belém Elaboração: Robson Macedo Orientador: Dr. Ronaldo Mendes



Abastecimento de água nas ilhas

CONSIDERANDO OS DADOS DISPONIBILIZADOS NO CENSO 2010, NAS ILHAS LOCALIZADAS À OESTE, FORAM IDENTIFICADOS 7 MORADORES COM ACESSO AO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REDE GERAL E 7 MORADORES COM ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE POÇO OU NASCENTE NA PROPRIEDADE NA REGIÃO DAS ILHAS AO SUL. NÃO FOI IDENTIFICADO USO DE POÇOS NAS ILHAS, QUANDO AS ILHAS SÃO CONSTITUÍDAS NO GERAL DE ÁREAS ALAGÁVEIS.

EM TERMOS PERCENTUAIS, NAS ILHAS LOCALIZADAS À OESTE, 37,5% DOS MORADORES FAZEM USO DE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA EM CISTERNA, EM TERMOS ABSOLUTOS SÃO 392 MORADORES. OS 61,8% RESTANTES, 646 MORADORES, SÃO ABASTECIDOS POR OUTRAS FORMAS DE ABASTECIMENTO. NAS ILHAS LOCALIZADAS AO SUL, O PERCENTUAL DE MORADORES COM ACESSO À “OUTRA FORMA DE ABASTECIMENTO” FOI DE 99,7%, OU SEJA, 1.997 MORADORES. VALE RESSALTAR QUE PARA AS ILHAS INSERIDAS NESTA PESQUISA, PODE-SE AFIRMAR QUE A OPÇÃO: - CARRO PIPA E AÇUDE, NÃO FAZEM PARTE DA REALIDADE LOCAL PELAS CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO.

Tipo Abastecimento de água	Ilhas Oeste	Ilhas Sul	Ilhas Oeste (%)	Ilhas Sul (%)	Total Geral
Moradores com abastecimento de água da rede geral	7	0	0,7%	0,0%	7
Moradores com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade	0	7	0,0%	0,3%	7
Moradores com abastecimento de água de chuva armazenada em cisterna	392	0	37,5%	0,0%	392
Moradores em domicílios particulares permanentes com outra forma de abastecimento de água	646	1.997	61,8%	99,7%	2643
Total de moradores	1045	2.004	34%	66%	3049



LOCALIZAÇÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CHUVA - SAAC



Legenda:

-  SAAC - CARITAS - Ilha Jararaquinha
-  SAAC - CARITAS - Ilha Nova
-  SAAC - CARITAS - Ilha de Urubuoca
-  SAAC - Local - Ilha Grande
-  SAAC - Local - Ilha Longa
-  SAAC - NUMA/UPFA - Ilha Grande
-  SAAC - NUMA/UPFA - Ilha Murutucu
-  SAAC - SEASTER - Ilha Jutuba
-  SAAC - SEASTER - Ilha Paquetá
-  NUMA UFPA
- Ilhas da Pesquisa**
-  Ilhas Oeste
-  Ilhas Sul
-  Limite municipal

Código Ilha	Nome da Ilha	Setor região
1	Ilha Grande	Ilhas Sul
2	Ilha Murutucu	Ilhas Sul
3	Ilha do Combu	Ilhas Sul
4	Ilha da Barra	Ilhas Oeste
5	Ilha Longa	Ilhas Oeste
6	Ilha Jararaquinha	Ilhas Oeste
7	Ilha Urubuoca	Ilhas Oeste
8	Ilha Nova	Ilhas Oeste
9	Ilha Paqueta	Ilhas Oeste
10	Ilha Jutuba	Ilhas Oeste



SAAC - NUMA - UFPA
Ilha Murutucu
(48° 25' 4,267" W;
1° 29' 58,546" S)



SAAC - NUMA - UFPA
Ilha Grande
(48° 24' 49,039" W;
1° 29' 55,784" S)



SAAC - SEASTER
Ilha Jutuba
(48° 31' 17,573" W;
1° 16' 5,282" S)



SAAC - CARITAS
Ilha Nova
(48° 32' 3,160" W;
1° 18' 10,237" S)



SAAC - Local
Ilha Grande
(48° 24' 22,824" W;
1° 29' 29,972" S)



SAAC - CARITAS
Ilha de Urubuoca
(48° 32' 3,160" W;
1° 18' 10,237" S)



SAAC - CARITAS
Ilha Jararaquinha
(48° 32' 3,131" W;
1° 20' 58,546" S)



SAAC - Local
Ilha Longa
(48° 32' 5,294" W;
1° 21' 11,131" S)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE
RECURSOS NATURAIS E DESENVOLVIMENTO
LOCAL NA AMAZÔNIA



**ATLAS DO APROVEITAMENTO
DE ÁGUA DE CHUVA**



**LOCALIZAÇÃO DE SISTEMAS DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CHUVA - SAAC**

Data: 08/09/2015	Cidade: Belém	Elaboração: Robson Macedo	Orientador: Dr. Ronaldo Mendes
---------------------	------------------	------------------------------	-----------------------------------



SAAC - FAPIP

Instalado na Ilha do Combú, esse sistema foi idealizado pela Associação de moradores das ilhas (FAPIP), no Igarapé Piriquitaquara, projetado para abastecer a Escola Santo Antônio, tem estrutura semelhante ao projeto instalado na Ilha Grande. O diferencial é que além de captação de água da chuva através de um telhado, condutores que transportavam a água captada para a cisterna de 16.000 litros, o sistema ainda era composto por um conjunto moto-bomba que transportava água para um reservatório elevado. Também não foi possível a continuidade do sistema pelos mesmos problemas identificados no sistema da Ilha Grande.

Possuía uma cisterna com capacidade para 16 mil litros de água em concreto, o sistema foi implantado para servir a comunidade em local e a Escola de Ensino Fundamental São José, sendo fruto de uma ação multi-institucional entre a Sociedade Bíblica do Brasil - SBB, o Ministério de Desenvolvimento Agrário - MDA, o projeto Dom Helder e a Diaconia. (ANDRADE, 2012). Segundo Veloso (2012), o sistema deixou de funcionar devido problemas estruturais como o afogamento da saída d'água em períodos que a maré avançava sobre a calha do rio e outro problema era de gestão do sistema, pois não havia voluntários suficientes para garantir a limpeza do telhado, calhas e reservatório.



sol e garrafas plásticas transparentes (PET). Com a metade da garrafa pintada de preto, estas são expostas ao sol durante seis horas consecutivas. O projeto foi iniciado no ano de 2006 e atendeu três ilhas: Ilha Longa, Urubuca e Jutuba. Na ilha de Jutuba foram implantadas 21 caixas d'água no período compreendido entre janeiro e abril do ano de 2009, para 21 famílias que vivem na ilha. (ANDRADE, 2012). Com as demais Ilhas o projeto, concluiu a instalação de aproximadamente 200 sistemas de captação e tratamento de água da chuva, executado e financiado pelo governo do Estado, beneficiando aproximadamente 370 moradores, segundo Souza (2012). A tecnologia utilizada para a desinfecção da água e o Sistema de Desinfecção Solar - SODIS que consiste em um método de tratamento da água que utiliza a radiação solar e a temperatura na contenção dos micro-organismos patogênicos atuantes na água. É um método simples de tratamento para desinfetar pequenas quantidades de água. É uma técnica muito utilizada em pequenas comunidades. Na etapa de campo se identificou que alguns moradores ainda fazem uso do projeto e outros fizeram adaptações ao sistema implantado. A prática de utilização do SODIS ao que tudo indica, é de poucos moradores, tendo em vista o acesso facilitado a água que se julga de melhor qualidade fornecido por barqueiros advindos de Arapiranga.



SAAC – SBB – MDA

Localizado na Ilha Grande, foi implantado em 2004. Esse projeto previa o sistema de calhas, condutores verticais e horizontais que transferiam água do telhado para uma cisterna no padrão das construídas no nordeste do Brasil.

SAAC – Caritas

Sistema desenvolvido pela Caritas da Arquidiocese de Belém, consiste no abastecimento de água potável por meio do armazenamento da água da chuva, através de calhas e tubos instalados nas casas. A água é direcionada para tanques, onde é realizada a distribuição para ser utilizada. O tratamento da água é realizado por meio de uma técnica de Desinfecção solar ou SODIS (Solar Water Disinfection). Método de desinfecção de baixo custo, que utiliza os raios ultravioletas do



SAAC - FAPIP

Segundo Dias (2013), os sistemas foram instalados em agosto de 2011. Esses sistemas fazem parte de um projeto de parceria entre o Programa de Pós- Graduação em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local (PPGEDAM) do Núcleo de Meio Ambiente (NUMA), e o Instituto de Tecnologia (IT)/Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), ambos da Universidade Federal do Pará. O projeto idealizado faz uso do telhado da residência como área de captação. A água é transferida para a calha e depois para os reservatórios de primeira água de chuva, a água segue por condutores horizontais que a encaminham para os reservatórios de primeira água de chuva ou autolimpeza. Em sequência, a água é reservada e depois filtrada através de filtro de areia e em sequência encaminhada para a reservação final. (ANDRADE, 2011, P. 94). O sistema é dividido em três etapas: captação, reservação e filtração. De acordo com a NBR 10844/89, as áreas de captação devem possuir uma inclinação mínima de 0,5%, para garantir o escoamento até os pontos

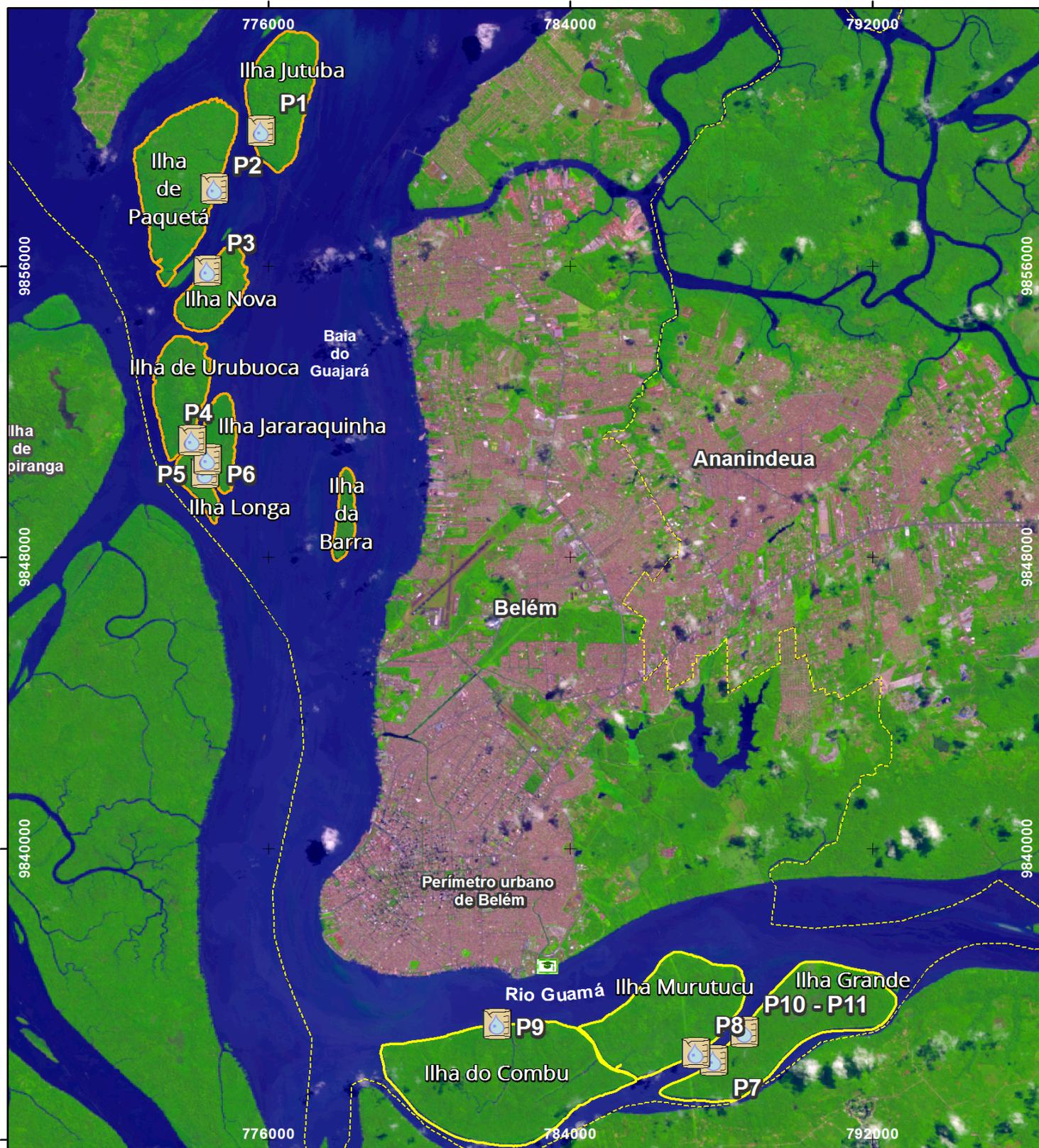
previstos para realizar a drenagem, sendo que esses pontos devem ser superiores a um. Um processo importante para sustentabilidade do sistema é a manutenção. No período de setembro de 2011 a junho de 2012, foi fornecido suporte técnico para manutenção do sistema. Foram realizadas 4 (quatro) oficinas com informações de procedimento de limpeza das calhas, grelhas, filtros e dos reservatórios e eleição de pessoas responsáveis pela limpeza do sistema. Assim, como a realização de atividades direcionadas à educação ambiental. Atualmente somente o sistema instalado na Ilha Grande está em operação. Segundo informações dos moradores, a maior dificuldade na manutenção do sistema é a manutenção do processo de filtração.



Em 2015, na Ilha de Paquetá, 85 famílias ribeirinhas foram beneficiadas com o novo Sistema de Abastecimento de Água Pluviais, esses sistemas foram instalados por meio da Secretaria de Estado de Assistência Social, Trabalho, Emprego e Renda (SEASTER), em parceria com a Secretaria Estadual de Ciência, Tecnologia e Educação Técnica e Tecnológica (SECTET). O sistema implantado é constituído de um apoio elevado de madeira, calhas conectadas aos telhados, tubos de PVC, filtros e reservatórios, a potabilidade é feita por meio de adição

de hipoclorito, que é o principal desinfetante utilizado nas estações de tratamento de água para o consumo humano. O tratamento é realizado em 5 etapas: captação, autolimpeza, reservação, filtração e desinfecção.

LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE ÁGUA



Legenda:

- Limite municipal
- Ilhas Sul
- Ilhas Oeste
- Pontos de coleta de água

NUMA UFPA
 Escala: 1:100.000

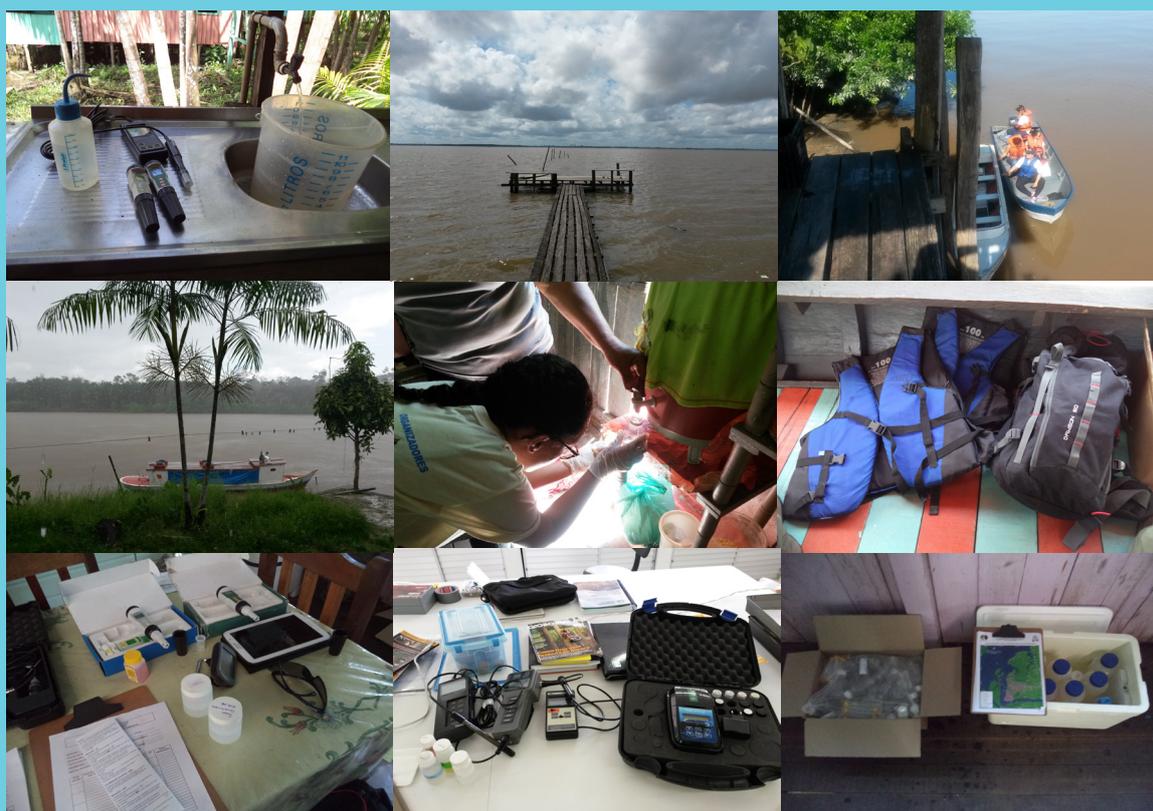


Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 UTM Zone 22S
 Projeção: Transverse Mercator
 Datum: SIRGAS 2000
 Unidades: Meter

Qualidade da água consumida nas ilhas

Foram coletadas 11 amostras de água que seriam consumidas pelos ribeirinhos (Figura 13). As coletas nas Ilhas Oeste foram realizadas entre os dias 05 e 12/05/2016 e no período de 08 a 09/06/2016 foram realizadas as coletas nas Ilhas ao Sul. A oeste foram realizadas 6 amostragens, as duas primeiras (P1 Ilha Jutuba e P2 Ilha Paquetá), são amostras de um sistema de captação de água de chuva do governo estadual implantado Secretaria de Estado e Assistência Social, Trabalho, Emprego e Renda (SEASTER), em parceria com a Secretaria Estadual de Ciência, Tecnologia e Educação Técnica e Tecnológica (SECTET) . As amostras coletadas nos pontos P3 (Ilha Nova) e P4 (Ilha Urubuoca) são de água de chuva de projetos da Cáritas da Arquidiocese de Belém. Quanto à amostra do P5 (Ilha Longa) trata-se de água de chuva coletada de uma calha improvisada, água que seria consumida pela falta de outra fonte. No P6 (Ilha Jararaquinha) a amostra coleta trata-se de água de poço fornecida por barqueiro.

Área	Pontos de coleta	Ilha	Fonte	Latitude	Longitude
Ilhas Oeste	P1	Ilha Jutuba	Água de chuva	1° 16' 5,282" S	48° 31' 17,573" O
	P2	Ilha Paquetá		1° 16' 56,906" S	48° 31' 57,511" O
	P3	Ilha Nova		1° 18' 10,237" S	48° 32' 3,160" O
	P4	Ilha de Urubuoca		1° 20' 41,489" S	48° 32' 16,469" O
	P5	Ilha Longa		1° 21' 11,131" S	48° 32' 5,294" O
		P6	Ilha Jararaquinha	Água de poço	1° 20' 58,546" S
Ilhas Sul	P7	Ilha Grande	Água de chuva	1° 29' 55,784" S	48° 24' 49,039" O
	P8	Ilha Murutucu	Água de poço	1° 29' 49,218" S	48° 25' 4,267" O
	P9	Ilha do Combu		1° 29' 23,464" S	48° 27' 54,796" O
		P10	Ilha Grande	Água mineral e de poço	1° 29' 29,972" S



Parâmetro	Unid.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10 - Água mineral	P10 - Água de chuva
Temperatura	°C	26,66	25,53	26,43	27,7	28,8	27,8	19,34	19,91	22,77	21,13	20,55
Oxigênio Dissolvido - OD	ppm	5,45	5,92	5,71	4,5	4,3	4,35	6,78	5,97	5,54	4,63	4,91
Condutividade	µS/cm	11	21	10	9	18	39	22	20	18	21	20
Sólidos Totais Dissolvidos - TDS	mg/L	5	11	5	5	9	19	11	10	9	10	10
Potencial Hidrogeniônico - pH	-	6,27	6,13	6,31	4,53	6,66	4,42	6,69	4,95	5,41	5,74	7,3
Cor Aparente	mg/L	9	20,5	8	14,5	20,5	20	6	5	3	4	27
Sólidos Totais em Suspensão - STS	mg/L	1	1	<LD	2	3	2,5	1	<LD	<LD	3	4
Turbidez	mg/L	1	2	<LD	2	3	2,5	<LD	<LD	<LD	<LD	3
Alcalinidade	mg/L	30	50	50	10	10	10	50	20	20	40	130
Fluoreto	mg/L	<LD	0,006	0,006	0,025	0,009	<LD	<LD	<LD	<LD	0,19	0,28
Cloreto	mg/L	0,33	0,72	0,73	0,39	0,32	0,81	0,23	0,61	0,62	1,04	0,49
Nitrito	mg/L	<LD	<LD									
Nitrato	mg/L	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	2,67	1,01	0,86	2,63	0,55
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	<LD	<LD									
Sulfato	mg/L	<LD	<LD	<LD	0,88	0,75	3,74	0,49	2,17	2,37	0,81	1,56
Cálcio	mg/L	0,69	2,03	2,03	0,87	2,74	1,19	0,44	0,54	0,62	0,44	7,92
Magnésio	mg/L	0,16	0,37	0,39	0,11	0,12	0,38	<LD	0,1	0,1	0,11	0,25
Dureza Total	mg/L	0,85	2,4	2,42	0,98	2,86	1,57	0,44	0,64	0,72	0,55	8,17
Coliformes totais / 100ml		Presença	Presença									
Escherichia coli / 100ml		Presença	Ausência	Presença	Ausência							

A Condutividade Elétrica mede a facilidade de uma água em conduzir a corrente elétrica e está diretamente relacionada com o teor de sais dissolvidos sob a forma de íons. Os resultados das análises indicaram que no ponto P6 o valor da condutividade foi de 39 µS/cm, nos demais pontos, este parâmetro apresentou valores variando entre 9,0 e 21 µS/cm. Os valores de Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) observados variaram entre 5 e 19 mg/L, para águas classe 2, não podem ultrapassar o limite de 500 mg/L (CONAMA 357). Todas as amostras analisadas mostraram o comportamento de acordo com o padrão de qualidade legislado. Alguns dos valores para o parâmetro Sólidos Totais Suspensos (STS) ficaram abaixo do limite de detecção do aparelho enquanto que as outras medições ficaram no intervalo entre 1 e 4,0 mg/L. Segundo a classificação mundial das águas doce é aquele que apresenta teor de sólidos totais dissolvidos (STD) inferior a 1.000 mg/L, sendo esta essencial ao abastecimento do consumo humano. Por meio da análise realizada todos os valores quantificados estão abaixo do valor de referência caracterizando assim as águas analisadas como água doce.

Os valores do parâmetro Fluoreto (padrão da classe 2 é de 1,4 mg/L) estiveram abaixo dos valores de referência e dentro dos padrões de qualidade da legislação vigente. Os Cloretos são advindos da dissolução de sais e é utilizado como parâmetro legislado para águas classe 2, com padrão de qualidade de 250 mg/L. A presença de cloro em águas superficiais pode estar relacionada com intrusão marinha, dissolução de minerais ou por diferentes atividades antropogênicas,

A Condutividade Elétrica mede a facilidade de uma água em conduzir a corrente elétrica e está diretamente relacionada com o teor de sais dissolvidos sob a forma de íons. Os resultados das análises indicaram que no ponto P6 o valor da condutividade foi de 39 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nos demais pontos, este parâmetro apresentou valores variando entre 9,0 e 21 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Os valores de Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) observados variaram entre 5 e 19 mg/L, para águas classe 2, não podem ultrapassar o limite de 500 mg/L (CONAMA 357). Todas as amostras analisadas mostraram o comportamento de acordo com o padrão de qualidade legislado. Alguns dos valores para o parâmetro Sólidos Totais Suspensos (STS) ficaram abaixo do limite de detecção do aparelho enquanto que as outras medições ficaram no intervalo entre 1 e 4,0 mg/L. Segundo a classificação mundial das águas doce é aquele que apresenta teor de sólidos totais dissolvidos (STD) inferior a 1.000 mg/L, sendo esta essencial ao abastecimento do consumo humano. Por meio da análise realizada todos os valores quantificados estão abaixo do valor de referência, caracterizando assim as águas analisadas como água doce.

Os valores do parâmetro Fluoreto (padrão da classe 2 é de 1,4 mg/L) estiveram abaixo dos valores de referência e dentro dos padrões de qualidade da legislação vigente. Os Cloretos são advindos da dissolução de sais e é utilizado como parâmetro legislado para águas classe 2, com padrão de qualidade de 250 mg/L. A presença de cloro em águas superficiais pode estar relacionada com intrusão marinha, dissolução de minerais ou por diferentes atividades antropogênicas, tais como: presença de esgoto doméstico, efluentes industriais, que não é caso das amostras de água de chuva. Em todas as amostras analisadas de cloreto, se verificou valores bem abaixo dos padrões de qualidade para águas classe II da resolução CONAMA 357/2005.

Os valores de Nitrato foram detectados nas amostras localizadas nas ilhas ao sul de Belém e apresentaram valores entre 0,86 e 2,67, assim, ficaram abaixo do valor padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde que é de 10 mg/L para o nitrato. (Portaria 2914/211). O Nitrato é facilmente dissolvido nas águas subterrâneas e é muito móvel em fluxos superficiais, difundindo-se muito rapidamente. Os nitratos ocorrem naturalmente nas águas por dissolução de rochas ou, principalmente, por oxidação bacteriana de matéria orgânica.

Os valores de Nitrito e Nitrogênio Amoniacal ficaram abaixo do limite de detecção do aparelho. As maiores concentrações de nitrato decorrem da utilização de fertilizantes e do lançamento de esgotos orgânicos. Nitrogênio merece especial atenção nas análises químicas das amostras dos esgotos porque sendo um nutriente indispensável para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela depuração biológica, seus compostos favorecem o desenvolvimento de algas e plantas aquáticas que podem comprometer a qualidade dos efluentes, caso sua presença seja excessiva, favorecendo o aparecimento da eutrofização nos corpos receptores. Os valores observados para o Sulfato situaram-se bem abaixo do valor preconizado para a classe 2 da resolução CONAMA 357/05 (250 mg/L). Os valores analisados de Cálcio ficaram, no geral, abaixo de 1,0 mg/L, somente no ponto P10 (água de chuva) este valor chegou a 7,92mg/L para uma amostra de água de chuva. Vale ressaltar que em muitas situações de tratamento de água, ocorre a necessidade de se alterar o valor do pH das águas de forma a atender a determinadas exigências, assim para a elevação de pH, os compostos mais utilizados são a soda cáustica (hidróxido de sódio), a cal hidratada (hidróxido de cálcio) e a barrilha (carbonato e bicarbonato de sódio). Os valores do parâmetro Magnésio variaram entre 0,05 e 0,64 mg/L, acima do limite de detecção do aparelho. Quanto à Dureza Total os valores medidos não excedem os valores máximos permitidos para o padrão organoléptico de potabilidade estabelecido na portaria 2914/2011.

Em todas as amostras coletadas foi identificada a presença coliforme totais, nesse caso, as amostras coletadas não atendem ao padrão microbiológico para potabilidade da água determinada na Portaria MS Nº 2914 DE 12/12/2011. Com relação ao parâmetro Escherichia coli, segundo a Portaria referida, a detecção desse parâmetro nas amostras é um indicador de contaminação fecal, o que tornaria as amostras impróprias para o consumo humano, com exceção dos pontos P9 (água de poço) e P10 (água de chuva).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentado mostra que a utilização de SIG na gestão de recursos hídricos, vinculado aos instrumentos governamentais de gestão ambiental, incluindo processos relacionados à captação e uso da água de chuva, pode ser uma importante ferramenta de auxílio à gestão por permitir o aprimoramento dos processos de tomada de decisão a partir da representação das informações disponibilizadas na base de dados, apresentada em mapas geográficos temáticos.

Por meio do reconhecimento das iniciativas locais de aproveitamento de água de chuvas constatou-se que a utilização de água de chuva é uma prática recorrente para a população ribeirinha das 9 (nove) ilhas inseridas na pesquisa. No contexto analisado observou-se que a população ribeirinha das ilhas não é assistida por serviços públicos de coleta de lixo, esgotamento sanitário e abastecimento de água. O mapeamento das iniciativas de aproveitamento de água de chuva proporcionou a identificação de 5 (cinco) projetos diferentes de captação de água de chuva, desenvolvidos a partir do uso de tecnologias sociais. Os projetos identificados são operacionalizados considerando questões relacionadas ao poder econômico para compra de água dita de melhor qualidade, captação de água do rio e ciclo das chuvas.

Revela-se importante uma gestão integrada, considerando aspectos socioeconômicos e ambientais que promovam a continuidade de estudos de acompanhamento de projetos alternativos de captação e uso da água de chuva, qualidade da água consumida e investimento em novas pesquisas no que se trata de técnicas de tratamento da água de chuva para o consumo humano quando na análise laboratorial das amostras coletadas observou-se que ainda existe uma carência no processo de tratamento da água consumida nas ilhas. Essa pesquisa também permitiu a elaboração de um banco de dados com informações georreferenciadas sobre os tipos de sistemas de captação instalados, qualidade das águas consumidas nas ilhas e informações socioambientais das áreas pesquisadas, disponibilizados em SIGWEB por meio do link: http://qgiscloud.com/RobsonRaposo/ATLAS_Modelo_SIG_WEB

