

**A pós-graduação e a sustentabilidade do abastecimento de comunidades ribeirinhas na Amazônia por meio de água de chuva: da concepção à ação**

**Graduate programs and the sustainability of water supply through rainwater in the riverine communities of the Amazon: from conception to action**

**El posgrado y la sostenibilidad del abastecimiento de comunidades ribereñas en la Amazonía por medio del agua de la lluvia: de la concepción a la acción**

Nircele da Silva Leal Veloso, mestre em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia pela Universidade Federal do Pará. Endereço: Av. Almirante Barroso, n° 1155 – Marco. CEP: 66093-020 – Belém, Pará. Telefone: (91) 8829-7674. E-mail: nircele@ig.com.br.

Cristiane da Costa Gonçalves, mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará. Endereço: Campus do Guamá, Numa, Augusto Correa, n° 01 – Guamá. CEP: 66075-110 – Belém, Pará. Telefone: (91) 3201-7652. E-mail: ccg@ufpa.br.

Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes, doutor em Desenvolvimento Socioambiental pela Universidade Federal do Pará. Endereço: Campus do Guamá, Numa, Augusto Correa, n° 01 – Guamá. CEP: 66075-110 – Belém, Pará. Telefone: (91) 3201-7652. E-mail: rmendes@ufpa.br.

Mário Vasconcellos Sobrinho, PhD em Estudos do Desenvolvimento pela *University of Wales Swansea* (Reino Unido). Endereço: Campus do Guamá, Numa, Augusto Correa, n° 01 – Guamá. CEP: 66075-110 – Belém, Pará. Telefone: (91) 3201-7652. E-mail: mariovasc@ufpa.br.

Tony Carlos Dias da Costa, doutor em Geociência pela Universidade Federal do Pará. Endereço: Campus do Guamá, Numa, Augusto Correa, n° 01 – Guamá. CEP: 66075-110 – Belém, Pará. Telefone: (91) 3201-8063. E-mail: tony@ufpa.br.

Dênio Ramam de Carvalho Oliveira, doutor em Estruturas pela Universidade de Brasília. Endereço: Campus do Guamá, Numa, Augusto Correa, n° 01 – Guamá. CEP: 66075-110 – Belém, Pará. Telefone: (91) 3201-8063. E-mail: denio@ufpa.br.

### Resumo

Apesar de a Amazônia ser rica em recursos hídricos, sua população tem dificuldade no acesso à água potável. O abastecimento de água nas ilhas de Belém (PA) é deficitário. Alternativas locais que garantam o acesso à água em quantidade e qualidade adequadas são grandes desafios. O objetivo deste artigo é apresentar uma experiência integradora de dois programas de pós-graduação na implementação de alternativas de aproveitamento da água de chuva para fins potáveis a fim de contribuir com a sustentabilidade do abastecimento local. A caracterização socioeconômica e o diagnóstico do abastecimento de água subsidiaram a implantação dos sistemas. Verificou-se a sustentabilidade por meio da aceitabilidade e do acesso ao sistema, dos impactos financeiros e dos padrões qualitativos da água. De forma geral, são modelos positivos de abastecimento de água para populações ribeirinhas da Amazônia.

**Palavras-chave:** Água da Chuva. Abastecimento de Água. Desenvolvimento Local. Belém. Amazônia.

### Abstract

In spite of the fact that the Amazon is rich in water resources, its population has difficulty in gaining access to drinking water. The water supply in the islands of Belém (PA) is deficient. Local

alternatives that guarantee access to water in adequate quantity and quality represent major challenges. The objective of this paper is to present an experience of integrating two graduate programs in the implementation of alternative rainwater use for potable purposes in order to contribute to the sustainability of the local supply. The socioeconomic characterization and diagnosis of water supported the deployment of the systems. Sustainability was verified by considering the acceptability of and the access to the system, as well as the financial impacts of the water quality standards. In general, the adopted models are positive with respect to the provision of water supply to the riverine populations of the Amazon.

**Keywords:** Rainwater. Water Supply. Local Development. Belém. Amazon.

## Resumen

A pesar de la Amazonía ser rica en recursos hídricos, su población tiene dificultades en el acceso al agua potable. El abastecimiento de agua en las islas de Belém (PA) es deficiente. Alternativas locales que garanticen el acceso al agua en cantidad y calidad adecuadas son los principales retos. El objetivo de este trabajo es presentar una experiencia de integración de dos programas de posgrado en la puesta en práctica de alternativas para el aprovechamiento del agua de la lluvia como agua potable con el fin de contribuir a la sostenibilidad del abastecimiento local. La caracterización socioeconómica y el diagnóstico del abastecimiento de agua apoyaron la implementación de los sistemas. Se verificó la sostenibilidad por medio de la aceptabilidad y del acceso al sistema, de los impactos financieros y de las normas de calidad del agua. En general, son modelos positivos del abastecimiento de agua para las poblaciones ribereñas de la Amazonía.

**Palabras clave:** Agua de Lluvia. Abastecimiento de Agua. Desarrollo Local. Belém. Amazonía.

## Introdução

A água é elencada como uma das necessidades básicas do ser humano. É, também, um recurso natural de significância econômica, social, ambiental e, no caso da Amazônia, cultural e de reprodução social. A água é um grande condicionante ao desenvolvimento sustentável e, por esse motivo, um dos grandes desafios brasileiros, uma vez que o Brasil, apesar de possuir 12% dos recursos hídricos superficiais, possui adversidades quanto à distribuição e qualidade.

Os dados da Organização das Nações Unidas indicam que, segundo os aspectos hídricos, o mundo alcançou o Objetivo de Desenvolvimento do Milênio (ODM) antes do planejado, já em 2010. Entretanto, 1,2 bilhão de pessoas ainda sofre por falta de acesso à água tratada (ONU, 2010).

Existem localidades inseridas na Amazônia, área notoriamente reconhecida por ser a maior reserva hídrica do planeta, que, ironicamente, são reféns da escassez de água potável. Segundo a Agência Nacional das Águas (ANA, 2011), cerca de 70% da população da região Norte é desprovida de acesso à água tratada. Giatti e Cutolo (2012), ao analisarem o crescimento do PIB per capita nos estados da Amazônia Legal e o acesso à água e ao esgoto proveniente de rede em domicílios no período de 2002 a 2009, afirmaram que o Pará apresentou pouco avanço dos serviços de oferta de água e saneamento.

Com aproximadamente mil habitantes, as ilhas Grande e Murutucu, localizadas na porção sul de Belém, não dispõem de sistema de abastecimento de água. A demanda por esse recurso vem sendo suprida de forma inadequada. Sem alternativas, muitos ribeirinhos compram água ou extraem-na de poços com qualidade duvidosa. Há o consumo direto do manancial, que apresenta altos índices de degradação, o que gera riscos de doenças, complicando ainda mais a situação dos serviços de saúde, que, por sua vez, já são precários (VELOSO, 2012).

Diante desse cenário, a Universidade Federal do Pará (UFPA), a partir da interação entre dois programas de pós-graduação – Programa

de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia (PPGEDAM), do Núcleo de Meio Ambiente (Numa), mestrado de modalidade profissional; e Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), do Instituto de Tecnologia (Ittec), mestrado acadêmico –, vem desenvolvendo pesquisas aplicadas empenhadas a buscar modelos de abastecimento alternativos que garantam acesso à água de qualidade em comunidades ribeirinhas do estado e, particularmente, de Belém.

A aliança entre um mestrado profissional e um acadêmico tem se mostrado útil no exercício de uma das funções que a universidade assume, que é a de contribuir para o desenvolvimento do território onde ela está inserida, seja em espectro regional, seja em nível comunitário. Adicionalmente, a união entre os dois mestrados tem se apresentado como uma prática da interdisciplinaridade, uma vez que ambos os programas advêm de diferentes áreas de conhecimento. A multi e interdisciplinaridade que a temática de gestão dos recursos hídricos exige têm possibilitado que os programas compartilhem metodologias e efetivem trocas teóricas que colaboram com o avanço das fronteiras da ciência e da tecnologia, medida preconizada no Plano Nacional de Pós-Graduação – PNPG 2011-2020 (BRASIL, 2010).

A aproximação entre os dois programas de pós-graduação culminou na implantação de sistemas de aproveitamento da água de chuva nas ilhas Grande e Murutucu. O uso da água de chuva consiste em uma tecnologia social de abastecimento de água que utiliza os telhados da casa para coletar o recurso das precipitações pluviométricas em reservatório próprio e daí a distribui, por via da gravidade, sem a necessidade do consumo de energia elétrica.

Como Belém apresenta altos índices pluviométricos, cerca de 2.800 mm por ano (INMET, 2011), acredita-se que essa modalidade é uma alternativa de abastecimento de água potável diante da degradação dos mananciais superficiais, principalmente junto aos centros urbanos. De fato, as intensas chuvas que ocorrem em Belém favorecem essa modalidade de captação, que pode suprir completamente a demanda de consumo. O manejo da água da chuva

é uma forma de gestão de recurso hídrico que pode contribuir com o equacionamento dos conflitos e das pendências de ordem econômica, social e ambiental vivenciados pelas populações que vivem à beira dos rios, os chamados ribeirinhos, uma vez que a maioria das ilhas de Belém não apresenta significativas intervenções do poder público em favor do abastecimento de água.

### **A concepção**

O PPGEDAM foi implantado em 2007 com o propósito de capacitar profissionais para atuar em órgãos públicos e privados como agentes de desenvolvimento e de gestão ambiental. O PPGEDAM é fruto da experiência do Núcleo de Meio Ambiente da UFPA, que tem atuado precipuamente na formação de profissionais para atuarem no âmbito da gestão das unidades de conservação ambiental de uso sustentável e dos múltiplos territórios que configuram a região amazônica, especialmente comunidades, municípios, microrregiões e bacias hidrográficas. O entendimento da necessidade de gestão apropriada dos recursos naturais com vistas ao desenvolvimento da região sob a perspectiva de sua diversidade direcionou a proposta do programa na busca de alternativas de desenvolvimento para o nível local. Nesse contexto, o PPGEDAM busca, também, capacitar profissionais para a transferência de tecnologia em seu duplo sentido, ou seja, da academia para as coletividades e das coletividades para a academia, e para a gestão do uso e aproveitamento dos recursos naturais para o nível local.

O desenho geral do programa segue as linhas estabelecidas pela Capes para os mestrados profissionais. O PPGEDAM tem entre seus pressupostos básicos: o entendimento de que o desenvolvimento sustentável deve pautar-se na gestão apropriada dos recursos naturais e ser um processo endógeno de mudança que leve à melhoria da qualidade de vida das coletividades locais, com respeito a suas culturas e seus valores; o desenvolvimento local é produto da relação dinâmica de todos os seus atores sociais, que envolvem organizações locais e governamentais e comunidades atuando sob a concepção da

governança; e a universidade, enquanto produtora de conhecimentos, é um importante ator social para dar suporte à construção de uma nova sociedade.

Diante dos pressupostos assumidos, o programa tem entre seus objetivos: discutir métodos e modelos de gestão ambiental para o uso e aproveitamento de recursos naturais; e instrumentalizar seus participantes para atuarem de modo inovador na elaboração de programas, projetos, metodologias, processos e produtos que possam ser viabilizados para atender as demandas das coletividades locais.

O PPGEC, por sua vez, também tem como princípio o desenvolvimento sustentável e a preservação ambiental da região. O programa tem entre suas áreas de concentração os recursos hídricos e o saneamento ambiental e sistemas de infraestrutura urbana. O objetivo dessa linha de pesquisa é desenvolver estudos avançados relativos à Engenharia de Recursos Hídricos, com ênfase em estudos dos recursos hídricos no aspecto quantitativo e qualitativo, sua ocorrência, propagação, distribuição e utilização, em busca do aperfeiçoamento de diversos usos da água, de modo a assegurar, à atual e às futuras gerações, elevado padrão de qualidade e utilização racional e integrada, com vistas ao desenvolvimento sustentável e à prevenção e defesa contra fenômenos hidrológicos críticos ou devido ao uso inadequado de recursos naturais.

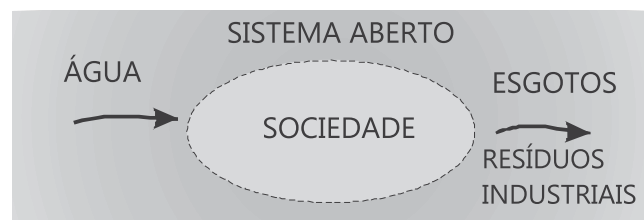
Enquanto o PPGEC se concentra nos aspectos construtivos de propagação, distribuição e utilização para uso e aproveitamento dos recursos hídricos, o PPGEDAM se concentra na forma como as novas tecnologias podem ser implantadas, apropriadas e gerenciadas em nível das comunidades locais. A complementaridade dos programas ocorre na medida em que cada um com seu objeto desenvolve pesquisas voltadas à aplicabilidade e ao atendimento de demandas sociais e ambientais de comunidades já identificadas pelo poder público como carentes, mas que ainda não foram contempladas em determinadas políticas públicas de sustentabilidade local. Se pelo PPGEC o público para a formação pós-graduada é de engenheiros e afins, no PPGEDAM o público advém de áreas interdisciplinares e são

qualificados para conceber estudos integrados que contribuam e/ou promovam o desenvolvimento local e comunitário.

### **Pressupostos para a sustentabilidade do abastecimento em comunidades rurais da Amazônia**

Como pressupostos para alcançar seus objetivos, este trabalho assume como elemento básico que os sistemas de abastecimento de água de populações humanas devem ser sustentáveis. Isto é entendido como: devem satisfazer as necessidades dos usuários em todas as suas fases, desde sua concepção até seu uso e manutenção.

Como apresentado por Mendes (2005), Fenzl, Mendes e Fernandes (2010), Mendes e Fenzl (2011) e Mendes et al. (2012), os sistemas de abastecimento são sistemas sociais abertos e que, por sua natureza, tanto alteram como são alterados por seu entorno. Para essa visão sistêmica, o abastecimento de água está vinculado ao bem-estar nutricional, habitacional e material das sociedades. Tais condições são garantidas pelos fluxos contínuos de energia e matéria do ambiente natural, conforme Figura 1.



Fonte: Mendes (2005).

### **Figura 1. Representação da interação do sistema social e da entrada e saída de água**

Portanto, fazem parte dos sistemas de abastecimento, além da água e da estrutura física, os usuários (e as formas de uso da água), o meio que os cerca e ainda aspectos financeiros para sua instalação e manutenção. Assim sendo, para a sustentabilidade de um sistema de abastecimento, todos esses elementos devem ser considerados. A sustentabilidade do sistema de abastecimento é traduzida pela



satisfação do usuário em termos de: a) facilidade no acesso à água; b) quantidade que atenda ao consumo; c) qualidade dentro dos padrões de potabilidade; e d) preço adequado às suas possibilidades de pagamento (MENDES, 2005). Todos esses elementos são considerados neste trabalho.

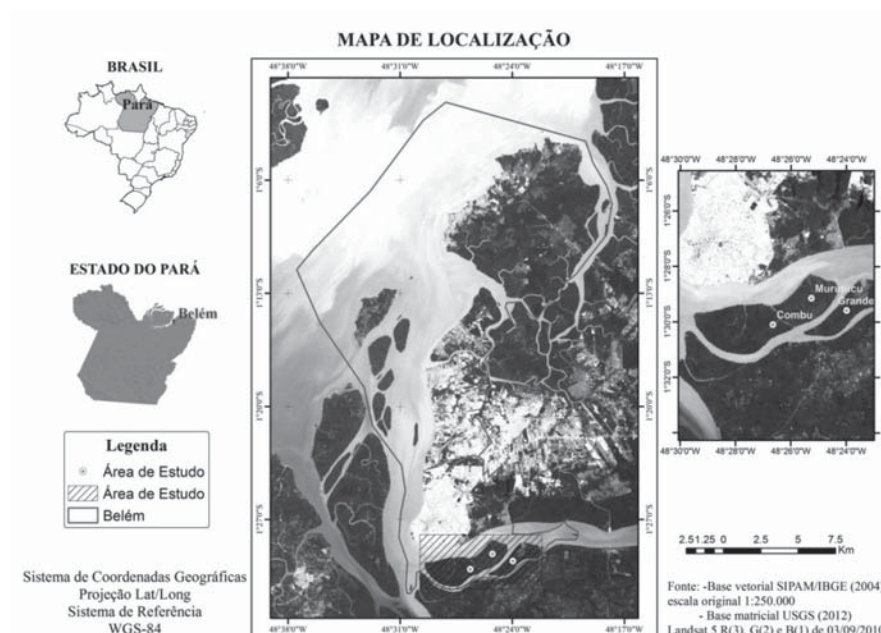
### **A ação: as pesquisas e a metodologia de aplicação**

Em 2012, duas dissertações de mestrado foram concluídas no âmbito dos programas de pós-graduação da UFPA, uma no PPGEC e outra no PPGEDAM, ambas com foco na implantação de sistemas de aproveitamento de recursos pluviais como alternativa de abastecimento de água nas ilhas Grande e Murutucu: Aproveitamento de águas pluviais para abastecimento em área rural na Amazônia. Estudo de caso: ilhas Grande e Murutucu, Belém-PA e Água de chuva e desenvolvimento local: o caso do abastecimento das ilhas de Belém. A primeira teve como objetivo desenvolver modelos de Sistema de Abastecimento de Água da Chuva (Saac) para atendimento de comunidades ribeirinhas; a segunda, por sua vez, objetivou avaliar a viabilidade do aproveitamento sustentável da água da chuva para fins potáveis de abastecimento nas ilhas Grande e Murutucu.

De cunho interdisciplinar, os trabalhos buscam a aplicabilidade social da ciência e a integração entre estudos de dois programas de pós-graduação. Os Saacs foram desenvolvidos e implantados tomando como base os diagnósticos socioeconômicos e estudos de percepção resultantes das investigações realizadas pelas dissertações de mestrado.

O recorte espacial dos estudos faz parte do município de Belém/PA, mais especificamente sua região insular, formada por ilhas com características rurais. As ilhas Grande (1° 29' 23.32" S / 48° 24' 18.39" O) e Murutucu (1° 29' 27.80" S / 48° 24' 40.18" O) estão localizadas ao longo do rio Guamã, na porção sul do município, dispostas geograficamente uma em frente à outra, separadas pelo rio Bijoró e distantes cerca de 12 km da área urbana da capital paraense, conforme demonstra a

Figura 2. As duas apresentam uma área de 1.789,81 ha e compõem um universo de 39 ilhas que Belém possui sob sua jurisdição, que representam 65% do total da superfície municipal (BELÉM, 2012).



Fonte: Guimarães (2012).

## Figura 2. Mapa de localização da área de estudo

Os estudos forneceram subsídios para o dimensionamento do sistema de captação e manejo da água de chuva em ambas as ilhas. Tais subsídios emergiram a partir da construção do perfil socioeconômico dos moradores e do diagnóstico do abastecimento para fins potáveis. Em consequência, foram implantados dois protótipos e investigados os impactos oriundos da utilização do modelo no desenvolvimento local, por via do monitoramento da eficiência dos sistemas a partir da qualidade da água e do acompanhamento dos usuários.

As primeiras visitas de campo, ocorridas entre março e abril de 2011, foram fundamentais para a visualização das condições locais de saneamento e para a sondagem da aceitabilidade da água da chuva. A partir dessas visitas, verificou-se que a Ilha Grande já possuía experiências de abastecimento com água da chuva, o que demonstrou

predisposição da comunidade em receber o modelo proposto. A determinação das moradias que receberiam os protótipos se deu a partir de três fatores: interesse do morador em possuir o sistema, número de usuários e área dos telhados. Em função do último fator, houve medições das dimensões dos telhados das moradias.

A elaboração e o dimensionamento do projeto foram concebidos de acordo com os parâmetros: área de contribuição, índices pluviométricos críticos da localidade, demanda dos usuários. A definição da disponibilidade de água foi adquirida a partir da série histórica de chuva obtida do último manual das normas climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2011), do período de 1961 a 1990<sup>1</sup>, da estação Belém, número 82191. A demanda per capita considerada no dimensionamento foi calculada por meio da média do consumo diário em atividades de beber e cozinhar durante três dias consecutivos. A demanda calculada correspondeu a 5l/dia/hab. Para o volume total, utilizou-se o número de usuários dos sistemas, 19 na Ilha Grande (cinco famílias) e 14 na Ilha Murutucu (três famílias).

Os sistemas são compostos por calha, condutores, dispositivos de autolimpeza, reservatório de acumulação, filtro de areia e reservatório de água tratada. O dimensionamento dos Saacs foi baseado na NBR 10844 (ABNT, 1989), que versa sobre as instalações prediais de águas pluviais. O cálculo do reservatório baseou-se no método Rippl contido na NBR 15527 (ABNT, 2007).

Com o objetivo de garantir os padrões de potabilidade exigidos na Portaria n° 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), foram desenvolvidos filtros de areia com os mesmos princípios dos filtros tradicionais.

Na Ilha Grande, o modelo apresenta quatro reservatórios de autolimpeza, dois filtros, caixa d'água superior de 500l e inferior de 310l. O sistema edificado na Ilha Murutucu, de menor porte, conta com dois reservatórios de autolimpeza, um filtro e duas caixas d'água de 310l, conforme as Figuras 3a e 3b.

<sup>1</sup> Esse período é o último ciclo disponibilizado pelo Inmet. Ressalta-se que os padrões climatológicos normais são calculados para períodos consecutivos de 30 anos. Não estão disponíveis dados históricos de 1991 aos dias atuais.



Fonte: Veloso (2012).

**Figura 3a. Sistema instalado em Ilha Grande**



Fonte: Gonçalves (2012).

**Figura 3b. Sistema instalado em Ilha Murutucu**

O formulário aplicado possuía questões relacionadas: aos aspectos socioeconômicos, ao diagnóstico do abastecimento da população, às formas de tratamento da água, à aceitação da água de

chuva, ao interesse em possuir o Saac, aos aspectos físico-constructivos das moradias, ao conhecimento do sistema de aproveitamento, à ciência das condições sanitárias, à acessibilidade e partilha do modelo, entre outras.

Foram visitados 201 domicílios. Esse total corresponde a 79% das moradias da Ilha Grande e cerca de 88% de Murutucu. Após a coleta, o trato estatístico dos dados se deu pelo *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS Data Editor versão 13.0).

As iniciativas de educação sanitária e ambiental foram concretizadas a partir de encontro com os moradores na Escola de São José na Ilha Grande com a participação de duas agentes de saúde que trabalham na comunidade.

O acompanhamento e monitoramento dos Saacs ocorreram por meio de análises físico-química e bacteriológica ao longo do sistema de coleta, tratamento e armazenamento, especificamente nas calhas e nos reservatórios de autolimpeza e de acomodação (após a filtração). Também foram analisadas amostras coletadas direto da atmosfera.

Foram realizadas 15 análises da qualidade da água ao longo dos meses de janeiro e abril de 2012. A preservação das amostras e a metodologia analítica das análises físico-químicas e bacteriológicas da água coletada foram feitas de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA; AWWA; WPCF, 1980). As análises das amostras físico-químicas foram realizadas pelo Laboratório de Multi-Usuário de Tratabilidade de Águas e as das amostras bacteriológicas pelo Laboratório de Microbiologia no Instituto de Ciências Biológicas, ambos da Universidade Federal do Pará.

O entendimento dos impactos gerados foi realizado após a leitura geral do contexto. Os resultados quantitativos e qualitativos da pesquisa serviram de referência para apontar os reflexos na sustentabilidade dos Saacs e o alcance do desenvolvimento local. As proposições buscam subsidiar a gestão do abastecimento de água em regiões de ilhas.

## **Os resultados das pesquisas, da integração entre os programas de pós-graduação e do desenvolvimento comunitário**

Esta seção se concentra em mostrar os resultados das pesquisas, da integração entre o PPGEDAM e PPGECC e da contribuição dos Saacs para o desenvolvimento comunitário. Inicialmente, serão tecidos comentários sobre a caracterização socioeconômica dos moradores das ilhas e do diagnóstico do abastecimento de água nas ilhas. Apresenta-se, também, a avaliação da sustentabilidade dos sistemas segundo três critérios: (1) aceitabilidade e acesso ao sistema proposto; (2) análise financeira e impactos na renda dos moradores; e (3) avaliação dos padrões qualitativos da água. Tais comentários representam as conexões entre as dissertações.

### **1 Perfil socioeconômico dos moradores e diagnóstico do abastecimento para fins potáveis**

Para a caracterização do contexto social dos ribeirinhos das ilhas, foram levantadas informações sobre o tamanho da população, a estratificação por gênero, o número de pessoas por residência, seus respectivos níveis de escolaridade e, ainda, a renda familiar.

A Ilha Grande é composta por 89 domicílios que comportam 288 pessoas, sendo 53,1% do sexo masculino. A Ilha Murutucu, por sua vez, possui 149 domicílios e uma população de 529 pessoas, com predominância, também, de homens, que correspondem a 52,1% do total da população da ilha. Destaque-se que em ambas as ilhas há um percentual significativo de crianças (moradores com menos de 12 anos de idade): 33% na Ilha Grande e 32% na Ilha Murucutu. Os dados levantados indicaram que as residências possuem 3,23 e 3,55 pessoas por residência nas ilhas Grande e Murucutu, respectivamente. Esse perfil da população das ilhas demonstrou o quanto um Saac podia contribuir para a melhoria da qualidade de vida das populações locais.

Em termos de estudos, os resultados das pesquisas demonstraram que os moradores das duas ilhas possuem baixo nível de escolaridade. De fato, 10,7% e 9,8% dos moradores das ilhas Grande e Murucutu, respectivamente, nunca frequentaram a escola; e 33,6% da primeira ilha e 30% segunda sequer completaram a 4ª série do

ensino fundamental. Destaque-se que esses números representam a população da faixa etária de 21 a 50 anos de idade.

Das famílias entrevistadas, 60% de seus integrantes praticam atividade remunerada. Vale elucidar que a composição da renda em áreas rurais não pode ser vista apenas com a renda declarada. Por se tratar de populações de regiões insulares com dinâmicas econômicas próprias, as pessoas residentes possuem atividades peculiares na garantia do sustento da família, tais como o extrativismo vegetal e animal. O exercício dessas atividades se constitui em importante parcela da renda das famílias, teoricamente não contabilizada pelos moradores. Na verdade, há uma dificuldade real em mensurar a efetiva renda familiar mensal. O objetivo do levantamento da renda das famílias foi aferir se a população possuía sustentabilidade financeira para implementar e manter o sistema de aproveitamento da água da chuva. Por esse motivo, utilizou-se a faixa de ganho apenas como indicadores de renda, conforme Tabela 1.

**Tabela 1. Renda mensal familiar por ilha**

Renda Familiar	Ilha Grande		Ilha Murutucu	
	Percentual (%)	Percentual acumulado	Percentual (%)	Percentual acumulado
Menos de 1SM	44,3	44,3	65,6	65,6
Entre 1 e 1,5 SM	35,7	80,0	21,4	87,0
Entre 2 e 3 SM	14,3	94,3	6,1	93,1
Acima de 3 SM	4,3	98,6	4,6	97,7
NS/NR	1,4	100,0	2,3	100,0
<b>Total</b>	<b>100,0</b>		<b>100,0</b>	

SM: salário mínimo (R\$545,00, em 2011).

Fonte: Veloso (2012).

Em Ilha Grande, verificou-se que 80% da população anunciou ganhos mensais de até 1,5 salário mínimo. Já em Ilha Murutucu, cerca de dois terços dos moradores recebem menos de um salário mínimo. Os dados revelam que os moradores de ambas as ilhas possuem dificuldades em manter a sustentabilidade financeira do sistema.

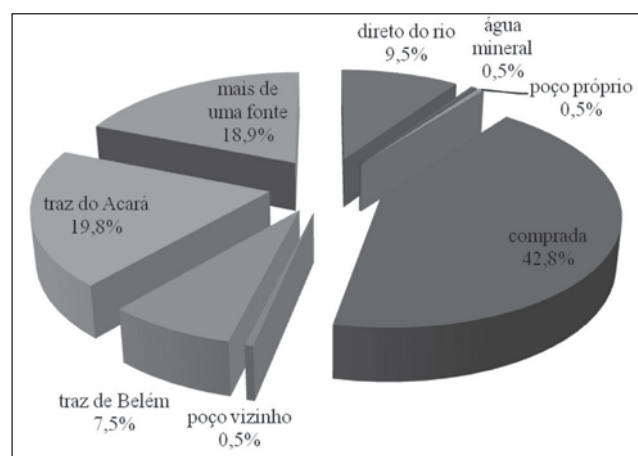
Para o diagnóstico das categorias de abastecimento de água, foram levantados dados sobre a origem da água consumida, o tipo de

tratamento da água realizado pelos moradores, a percepção que os moradores detinham sobre a qualidade da água consumida e, também, os dados que refletissem as condições de saúde dos moradores quanto ao aspecto de doenças de veiculação hídrica.

A investigação revelou que as formas de obtenção da água para satisfazer as necessidades potáveis dos moradores, no que tange às atividades de beber e cozinhar, foram: consumo direto do rio, retirada manualmente ou por meio de equipamento de recalque (bomba), compra de água mineral, extração de água em poço na própria propriedade ou na casa de vizinhos, coleta em lugares próximos, como a sede urbana de Belém ou o município de Acará, e, por fim, a compra de água.

Segundo os moradores, a compra de água é praticada em duas modalidades: pelo pagamento de R\$2,00 a cada 20 litros de água a um barqueiro que entrega de porta em porta os recipientes ou ainda pelo pagamento de R\$3,00 mensais às associações de moradores de quatro localidades pertencentes ao município de Acará: Itancuã, Guajará, Boa Vista e Santa Maria, que cobram tal taxa para a liberação, a moradores externos, da retirada de água dos poços localizados nas comunidades.

A Figura 4 apresenta os percentuais por categorias de abastecimento praticadas nas ilhas.



Fonte: Veloso (2012).

**Figura 4. Modalidades de abastecimento praticadas nas ilhas**



Conforme a figura, as modalidades que mais se destacam são a compra de água e a coleta do recurso em comunidades localizadas em Acará. Constata-se, ainda, que 10% da população consome tão somente a água do rio. Ao analisar o uso da água do rio, concomitantemente a outras categorias, na ocasião em que os ribeirinhos declaram a utilização de mais de uma fonte, esse percentual dobra; ou seja, 20% das famílias consomem de alguma forma água do manancial para fins potáveis, seja exclusivamente ou combinada a outra modalidade. Esse quadro demonstra a carência de acesso à água por parte dos moradores das ilhas pesquisadas, uma vez que, com exceção da compra de água mineral, as categorias não possuem origem segura quanto aos critérios qualitativos.

As pesquisas revelaram que 44,3% da população entrevistada da Ilha Grande não realiza qualquer tipo de tratamento na água ingerida, ou seja, são moradores que, independentemente da origem da água (mineral, comprada, trazida de Acará ou Belém ou extraída de poços vizinhos), não fornecem nenhum tipo de tratamento diferenciado para a água que utilizam para beber e cozinhar. O restante, 55,7%, declarou realizar um ou mais de um tipo de tratamento na água reservada para esses fins. Já na Ilha Murutucu, das 131 famílias entrevistadas, 39 não realizavam qualquer tratamento na água (29,8%). O alto número de famílias que não empregam nenhum tratamento da água consumida em ambas as ilhas indica uma situação preocupante em termos de impacto na saúde dos moradores em função do provável consumo de água contaminada.

Com o intuito de relacionar a influência do nível de escolaridade da população no tratamento fornecido à água, realizou-se o cruzamento estatístico das informações, demonstrado na Tabela 2. A partir dele, é possível verificar que, paradoxalmente ao esperado, a parcela da população que, teoricamente, teve menos acesso à educação retrata um comportamento mais salutar no que se refere aos cuidados com o tratamento da água. Parte significativa das pessoas que possuem maior nível de escolaridade (ensino fundamental completo, ensino médio incompleto e até pós-graduados) não dispensa o devido tratamento à água que consome. Isso chama a atenção para a necessidade da ação

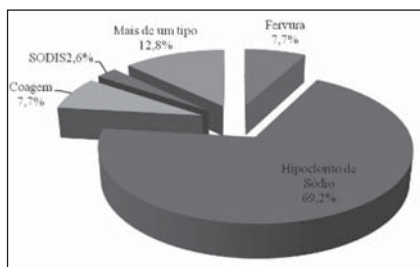
dos agentes de saúde na educação sanitária relacionada ao uso da água.

**Tabela 2. Relação entre escolaridade da população e tratamento fornecido à água**

Escolaridade	Tratamento	
	Sim	Não
Nunca foi à escola	69,6%	30,4%
Ensino fundamental até a 4 <sup>a</sup> série incompleto	76,2%	23,8%
Ensino fundamental até a 4 <sup>a</sup> série completo	73,9%	26,1%
Ensino fundamental de 5 <sup>a</sup> a 8 <sup>a</sup> série incompleto	59,3%	40,7%
Ensino fundamental completo	28,6%	71,4%
Ensino médio incompleto	43,7%	56,3%
Ensino médio completo	63,6%	36,4%
Ensino superior completo	66,7%	33,3%
Pós-graduado	0,0%	100,0%
<b>Total</b>	<b>65,2%</b>	<b>34,8%</b>

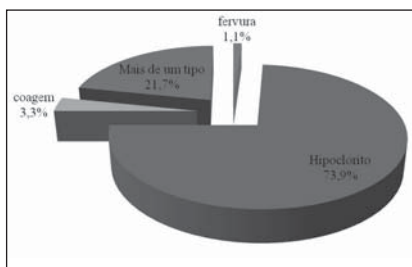
Fonte: Veloso (2012).

As opções dos tipos de tratamento da água enfatizados na pesquisa foram: fervura, coagem, adição de hipoclorito ou sulfato de alumínio, exposição aos raios ultravioleta por radiação solar (Sodis), bem como a combinação de mais de uma dessas formas de tratamento. O perfil do tipo de tratamento realizado pelas famílias da Ilha Grande é expresso nas Figuras 5a e 5b. A partir dele, é possível, mais claramente, identificar a realidade vivenciada pelos moradores das ilhas, destacando que a forma mais usual de tratamento da água foi o uso de hipoclorito.



Fonte: Veloso (2012).

**Figura 5a. Caracterização do tipo de tratamento da água na Ilha Grande**



**Figura 5b. Caracterização do tipo de tratamento da água na Ilha Murutucu**

De fato, a caracterização do tipo de tratamento que cada ilha pratica revelou coincidências quanto ao uso de hipoclorito de sódio. Tal fato pode ocorrer em virtude do fácil acesso ao insumo, haja vista a distribuição periódica da solução pelos agentes de saúde locais. Tal situação se configura como um forte indicador de eficiência institucional do município de Belém, no que concerne ao rateio da substância em localidades insulares.

Na Ilha Grande, as pesquisas apontaram que 41,4% dos moradores entrevistados admitiram que algum membro da família foi acometido, nos últimos seis meses, por doenças que se manifestaram na forma de sintomas típicos de doenças de veiculação hídrica: dor de barriga, diarreia, urina escura, coceira. Desse total, 75% afirmaram que as ocorrências se deram de uma a três vezes nos últimos seis meses.

Nesse tocante, na Ilha Murutucu, 39,7% informaram que algum membro da casa apresentou, nos últimos seis meses, algum dos sintomas característicos de doenças de veiculação pela água. Desse total, cerca de 70% afirmaram que os indícios se deram em até três vezes nos últimos seis meses. Destaque-se que 21,1% dos pesquisados declararam que doenças com sintomas característicos de uso de água contaminada ocorreram sete ou mais vezes nos membros de suas respectivas famílias.

Existem, porém, controvérsias nessas informações. A ocorrência dos sintomas se opõe ao que dizem 70% das pessoas

entrevistadas na Ilha Murutucu, no que se refere ao tratamento da água. De qualquer forma, pode-se inferir que o tratamento realizado está inadequado ou insuficiente<sup>2</sup>. As indagações que vêm à baila são: como pode haver tantos casos de doenças em famílias que dizem tratar a água consumida? Por que o tratamento da água com hipoclorito não está sendo eficaz?

## 2 A sustentabilidade dos Saacs nas ilhas Grande e Murutucu

A análise da sustentabilidade dos Saacs considerou a aceitabilidade e o acesso ao sistema proposto, a avaliação financeira dos sistemas, os impactos na renda dos moradores e o acompanhamento dos padrões qualitativos da água. Esses aspectos foram considerados pelas pesquisas como fatores fundamentais para o sucesso do modelo de abastecimento no que se concerne à gestão e sustentabilidade.

No que se refere à aceitabilidade, as pesquisas revelaram que 61,4% dos moradores da Ilha Grande se posicionam a favor do consumo da água da chuva; já na Ilha Murutucu, constatou-se que 50,4% dos entrevistados declararam que consomem ou consumiriam a água captada dessa forma. O número de pessoas que aceitam o uso da água da chuva para fins potáveis representou a maioria em ambas as ilhas. O índice de aceitabilidade na Ilha Grande foi maior, o que pode ser explicado pela experiência de boa parte dos moradores, em especial daqueles que possuíam o sistema. Ao investigar o motivo da não aceitação do consumo da água oriunda das precipitações pluviométricas, as respostas mais frequentes foram o desagrado pelo sabor (38,9%), pela cor (14,4%) e pelo cheiro (7,8%).

A análise do acesso percebida pelos moradores é entendida como a capacidade que a modalidade de abastecimento tem de ser ou se tornar facilmente acessível quanto aos aspectos de disponibilidade pelo fornecimento contínuo, tempo de captação do recurso e pela praticidade nos procedimentos de coleta. Na visão de 31,4% dos moradores da Ilha Grande, o aproveitamento da água pluvial é a maneira mais acessível de garantir água potável para a realidade local. A segunda forma mais citada para a captação de água potável foi a

<sup>2</sup> Isso mostra a necessidade de análise dos dados dos agentes comunitários de saúde e dos postos de saúde locais. Infelizmente, esses dados não estão disponíveis.

retirada do recurso hídrico diretamente do rio com o auxílio de uma bomba e posterior tratamento (28,6%).

Na Ilha Murutucu houve uma leitura diferenciada da acessibilidade à água potável. Os moradores consideraram ser mais fácil a captação por meio de bomba da água do rio e posterior tratamento (41,2%). Alternativas também se evidenciaram como: contar com um sistema de aproveitamento da água da chuva (26,7%), continuar comprando água sem procedência definida (14,5%) ou a obtenção do recurso por conta própria de alguma localidade próxima (7,6%).

A análise de tais resultados, combinada com a observação de campo, ajuda na compreensão do contexto local quanto à questão da acessibilidade do abastecimento de água. Em relatos, os moradores das ilhas temem que o volume das precipitações pluviométricas no período do verão amazônico não satisfaça a totalidade da demanda potável e, por isso, não a consideram como a opção mais sustentável quanto à quantidade.

Quanto às famílias atendidas pelos sistemas de abastecimento de água de chuva, o acesso direto é iminente, posto que a instalação dos Saacs possibilitou o fornecimento de água em suas torneiras. Os moradores não mais se preocupam em carregar pesados recipientes por dezenas ou centenas de metros.

Para a avaliação da sustentabilidade financeira dos Saacs, foi necessário investigar o contexto local e estimar os impactos da implantação do modelo proposto para o aproveitamento da água da chuva na renda mensal da população. O foco do exame foram as análises de custo do sistema e seus impactos financeiros nas famílias.

De acordo com Gonçalves (2012), o valor total do sistema na Ilha Grande foi de R\$ 2.110,58. Na Ilha Murutucu, o valor do sistema ficou em R\$ 1.638,88. Como apresentado anteriormente, a renda mensal mais frequente em ambas as ilhas corresponde a menos de um salário mínimo. Pelos custos que o modelo requer, torna-se incompatível, em aquisição com o pagamento imediato, o custeio individual do sistema proposto.

Constatou-se que 86,4% dos ribeirinhos interessados no sistema são a favor da sua partilha com outras famílias e 52,6% dos entrevistados interessados no sistema já possuem reservatório em casa, o que reduziria os custos, conforme May (2004). Outra forma de buscar redução de custo do sistema pelo seu compartilhamento é a sua instalação em espaços coletivos como escolas, centros comunitários, igrejas, associações,

entre outros. Tal ação é uma alternativa que deve ser considerada para o abastecimento coletivo.

Para a determinação do consumo potável, adotou-se como demanda para o dimensionamento do sistema a quantidade de 5 litros/morador/dia (GONÇALVES, 2012). Partindo dessa estimativa, uma família, da classe de renda supracitada, com quatro integrantes, responderá por um consumo total diário de 20 litros, o que representa por mês uma necessidade de 600 litros. Como o preço de compra praticado equivale a R\$ 2,00 por 20 litros, ter-se-á um gasto de R\$ 60,0/mês com água. Esse total representa 11% do salário mínimo, praticado no período investigado. Trata-se, portanto, de um percentual considerável da renda que vem sendo destinado à aquisição de um recurso que não possui qualidade comprovada.

Em uma situação hipotética em que os moradores das ilhas comprariam água todos os dias do ano para suprir a mesma demanda de água utilizada no dimensionamento dos sistemas (95l/dia na Ilha Grande, com 19 usuários, e 70l/dia na Ilha Murutucu, com 14 usuários), verificou-se que os gastos são bem maiores que o custo com a instalação dos Saacs. A Tabela 3 ilustra as características do exemplo formulado.

**Tabela 3. Custos diário, mensal e anual com água, considerando a vazão de projeto do sistema, em cada ilha**

Local	Demanda de água l/dia	Nº de usuários atendidos	Gastos diários com compra de água (R\$)	Gasto mensal com compra de água (R\$)	Gasto anual com compra de água (R\$)	Custo com a instalação do sistema (R\$)
Ilha Grande	95	19	9,50	285,00	3.467,50	2.110,58
Ilha Murutucu	70	14	7,00	210,00	2.555,50	1.638,88

Fonte: Gonçalves (2012).

Se os moradores se reunissem e poupassem dinheiro por um ano, além de instalarem os sistemas, teriam um saldo de R\$ 1.356,92

na Ilha Grande e R\$ 916,62 na Ilha Murutucu, em relação ao dinheiro gasto com a compra de água no período de 12 meses. Os moradores da Ilha Grande que gastam R\$ 285,00/mês com a compra de água poderiam instalar o Saac em apenas 7,4 meses; e os moradores da Ilha Murutucu, em 7,8 meses. Obviamente que, considerando o contexto, o melhor mesmo seria uma solução institucional, em que o poder público doasse ou financiasse os Saacs.

No que se refere à sustentabilidade quanto à qualidade da água, as pesquisas se direcionaram para análises físico-químicas e bacteriológicas das amostras de água da chuva (coletada diretamente da atmosfera) e de diversos pontos dos sistemas (calha, descarte, reservatório superior e reservatório inferior). Os parâmetros físico-químicos averiguados foram: cor aparente, turbidez, temperatura e pH. E os biológicos: coliformes totais e *Escherichia Coli*.

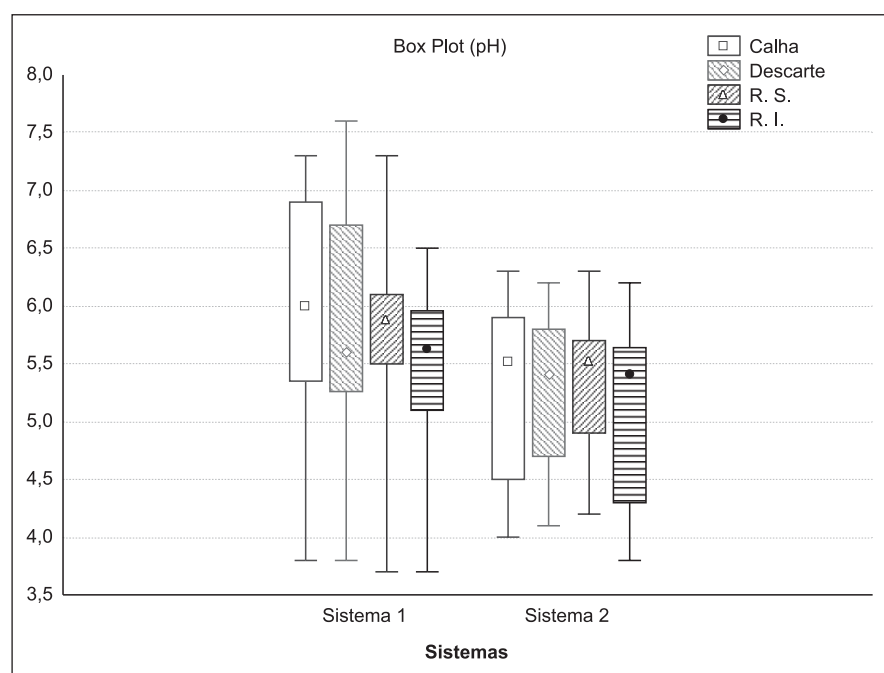
A temperatura da água da chuva, coletada diretamente da atmosfera, variou na faixa de 18,5 a 23,4°C, com média de 20,8°C. A Tabela 4 exibe a caracterização da água da chuva dos sistemas, abordando as principais informações dos valores de temperatura, como máximo, mínimo, média, desvio padrão e coeficiente de variação.

**Tabela 4. Máximo, mínimo, média, desvio padrão e coeficiente de variação da temperatura, em °C, nos sistemas das ilhas**

Pontos	Temperatura, em °C, no sistema da Ilha Grande				Temperatura, em °C, no sistema da Ilha Murutucu			
	Calha	Descarte	Reserv. superior	Reserv. inferior	Calha	Descarte	Reserv. superior	Reserv. inferior
Máximo	25,3	25,2	25	25,1	24,5	24,9	24,7	24,5
Mínimo	18,1	18,3	18	17,3	18,1	18,5	18,1	17,8
Média	21,77	21,57	21,59	21,59	21,35	21,49	21,49	21,75
DP	2,35	2,35	2,39	2,58	2,15	2,1	2,26	2,13
CV	0,11	0,11	0,11	0,12	0,1	0,1	0,11	0,1

Fonte: Gonçalves (2012).

O pH das amostras de água de chuva coletadas sem passar pelos telhados, ou seja, direto da atmosfera, apresentou-se ácido, em que o valor mínimo encontrado foi de 3,9 e o máximo de 6,6. No entanto, em 53,33% das amostras analisadas, o pH se manteve acima de 5,0. A Figura 6 ilustra os valores de pH nos quatro pontos analisados no sistema da Ilha Grande (sistema 1) e no sistema da Ilha Murutucu (sistema 2), consecutivamente, promovendo a visualização das relações entre dados dos pontos mostrados.

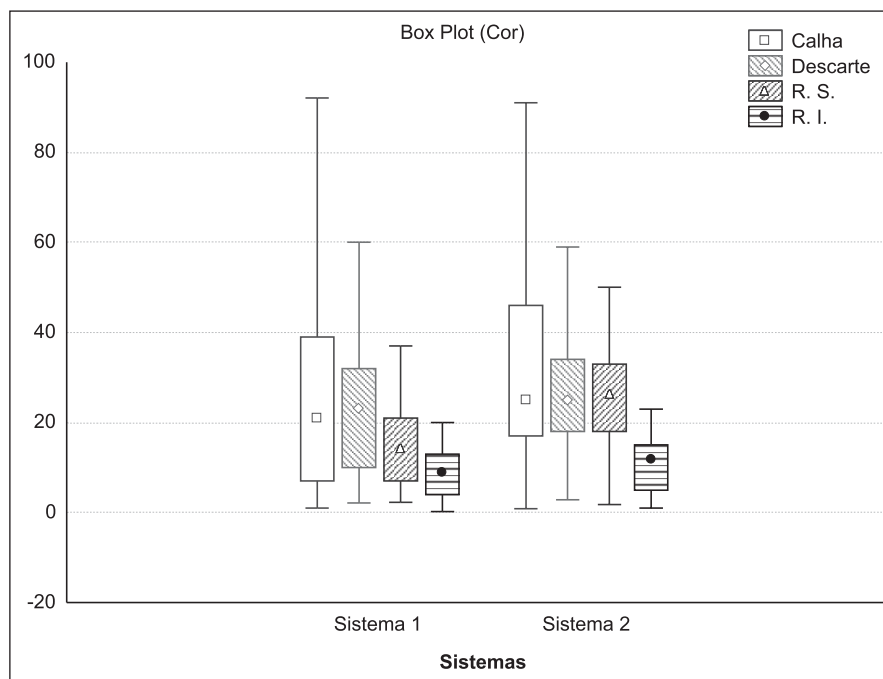


Fonte: Gonçalves (2012).

**Figura 6. Box plot do parâmetro pH nos sistemas**

Em 92,86% das amostras de água coletadas diretamente da atmosfera, a cor aparente apresentou valores iguais ou menores a 15 U.C, de acordo com o padrão estipulado pela Portaria n° 2914/2011 do Ministério da Saúde. A Figura 7 ilustra os valores de cor aparente nos quatro pontos analisados nos sistemas.



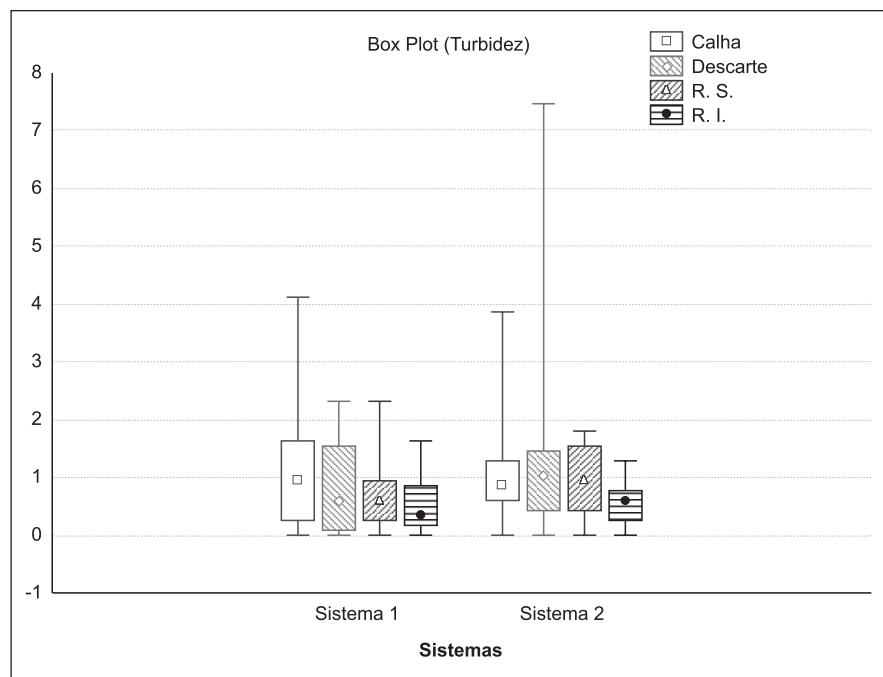


Fonte: Gonçalves (2012).

**Figura 7. Box plot do parâmetro cor, em U.C, nos sistemas**

O filtro proposto neste trabalho não se enquadra nem em filtração rápida, nem em filtração lenta; ainda assim, os valores de turbidez serão avaliados de acordo com o VMP para filtração lenta, ou seja, 1 UT, conforme Portaria n° 2914/2011 do Ministério da Saúde.

A água coletada direto da atmosfera apresentou 73,33% das amostras abaixo do valor preconizado no normativo, sendo o valor mínimo de 0 UT, o máximo de 3,26 UT e a média de 0,9 UT. Na Figura 8, são apresentados os dados de turbidez em ambos os sistemas.



Fonte: Gonçalves (2012).

**Figura 8. Box plot do parâmetro turbidez, em UT, nos sistemas**

Os Saacs mostraram eficiência na remoção da turbidez nos dois sistemas; entretanto, nos primeiros pontos dos sistemas, foram detectados valores elevados. A turbidez na calha do sistema 1 variou entre 0 UT e 4,12 UT; no sistema 2, entre 0 e 3,86 UT. No descarte, o valor máximo caiu quase pela metade no sistema 1 (2,32 UT). O sistema 2 não se comportou da mesma forma: houve aumento de turbidez (7,47 UT), que pode ser atribuído às condições desse telhado, em que as impurezas passam pela calha e posteriormente se depositam nos descartes. Os reservatórios superiores, nos dois sistemas, apresentam menor turbidez em relação ao ponto anterior, e, no último ponto de coleta dos sistemas (reservatório inferior ou pós-filtro), houve remoção de quase toda turbidez, sendo identificada apenas uma campanha em cada sistema com turbidez acima de 1,0 UT. O comportamento da turbidez em todos os pontos dos sistemas pode ser visualizado na Tabela 5. A eficiência do filtro na remoção da turbidez em ambos os sistemas foi de 93,33%.

**Tabela 5. Mínimo, máximo e média da turbidez, em UT, nos sistemas**

Ponto	Calha			Descarte			Reserv. superior			Reserv. inferior		
	Medida	Min.	Max	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.	Max	Med.	Min.	Max.
I. Grande	0	4,12	1,28	0	2,32	0,85	0	2,32	0,66	0	1,63	0,47
I. Murutucu	0	3,86	1,04	0	7,47	1,38	0	1,8	1,01	0	1,29	0,5

Fonte: Gonçalves (2012).

Entre as 14 amostras de água coletadas diretamente da atmosfera, 13 apresentaram coliformes totais; e sete, *E. coli*. Para explicar essa situação, trabalha-se com duas hipóteses: a provável contaminação da água durante o processo de coleta, visto que o recipiente ficava exposto ao tempo em torno de 30 a 40 minutos; ou a existência naturalmente na atmosfera.

A Tabela 6 exhibe os resultados da qualidade bacteriológica das 15 campanhas realizadas nos pontos dos sistemas. Todas as amostras das calhas, dos descartes e reservatórios superiores apresentaram coliformes totais nos dois sistemas. No reservatório inferior, em 14 campanhas no sistema 1 e em 15 campanhas no sistema 2, identificaram-se coliformes totais.

**Tabela 6. Resultado da presença de coliformes totais e *E. coli* nos sistemas**

Parâmetro	N° de amostras contendo micro-organismos em cada ponto de coleta do sistema 1 (ilha Grande)				N° de amostras contendo micro-organismos em cada ponto de coleta do sistema 2 (ilha Murutucu)			
	Calha	Descarte	Reserv. sup.	Reserv. inf.	Calha	Descarte	Reserv. sup.	Reserv. inf.
Coliformes totais	15	15	15	14	15	15	15	15
E. Coli	15	15	14	6	15	15	13	12

Fonte: Modificado de Gonçalves (2012).

Identificou-se a presença de *E.coli* em todas as amostras da calha, do descarte e reservatório superior, com exceção de uma amostra que atestou negativa para *E.coli* no reservatório superior do sistema 2. No reservatório inferior, seis campanhas no sistema 1 e 12 campanhas no sistema 2 atestaram presença de coliformes. Pode-se inferir que o filtro de areia proposto tem pouca eficiência na remoção de *E. coli*.

De forma geral, os parâmetros físico-químicos estão dentro dos padrões de potabilidade. No entanto, a bacteriologia ainda demonstra a necessidade de melhoria, revelando então a necessidade de desinfecção da água, que, por enquanto, tem sido realizada com a adição de hipoclorito de sódio pelos próprios usuários.

### **Conclusões**

Como verificado, a interação entre os dois programas de pós-graduação se apresentou como uma forma de complementariedade de conhecimentos para responder a uma demanda científica e social específica da realidade amazônica.

No contexto dos estudos, o aproveitamento das águas pluviais se relaciona com o desenvolvimento local sustentável das ilhas de Belém por representar uma possibilidade de ação integrada nas comunidades em prol da satisfação de água potável. A sustentabilidade do sistema buscou avaliar aspectos relacionados à quantidade, ao acesso, custo e à qualidade da água oferecida pelos Saacs.

Os sistemas se mostraram viáveis em termos de quantidade, acesso facilitado e custo e com grandes possibilidades de aquisição. No entanto, em termos de qualidade da água, ainda espera-se uma melhora, em especial com a introdução da desinfecção mais eficiente que o uso do hipoclorito de sódio.

De uma forma geral, as contribuições do PPGEDAM e do PPGECC demonstram que a gestão da água da chuva satisfaz as necessidades locais, estabelece o manejo racional do recurso hídrico, diminui os riscos à saúde humana e facilita o acesso à água potável. Isso contribui para o desenvolvimento humano e a melhora das condições de vida das comunidades ribeirinhas e certamente pode ser usado como modelo para outras populações amazônicas em condições semelhantes.

## Agradecimentos

Ao CNPq, à Fapespa e à Capes pelo apoio financeiro, que deu condições para o desenvolvimento destas pesquisas. E também ao PPCEC-Ittec-UFPa e ao PPGEDAM-NumaMA-UFPa por todo o apoio acadêmico-técnico-científico.

Recebido 25/11/2012

Aprovado 25/07/2013

## Referências bibliográficas

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844:** Instalações Prediais de Águas Pluviais – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1989. 13p.

\_\_\_\_\_. **NBR 15527.** Água da chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 12p.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Atlas Brasil:** abastecimento urbano de água: panorama nacional. Brasília: Engecorps; Cobrape, 2010. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2011/AtlasBrasil-AbastecimentoUrbanodeAgua-PanoramaNacionalv1.pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2012.

APHA; AWWA; WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water Wastewater.** Washington, D.C.: APHA, AWWA, WPCF, 1980.

BELÉM. Secretaria Municipal de Coordenação Geral do Planejamento e Gestão. **Anuário Estatístico do Município de Belém.** Belém: Prefeitura Municipal de Belém, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Plano Nacional de Pós-Graduação** – PNPG 2011-2020. Brasília: Capes, 2010.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Portaria n° 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez., 2011. Seção 1, p. 39.

FENZL, N.; MENDES, R. L. R; FERNANDES, L. L. **A sustentabilidade do sistema de abastecimento de água**: da captação ao consumo de água em Belém. Belém: Numa/Ufpa, 2010.

GIATTI, L. L.; CUTOLO, S. A. Acesso à água para consumo humano e aspectos de saúde pública na Amazônia Legal. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, n. 1, p. 93-109, 2012.

GONÇALVES, C. C. **Aproveitamento de águas pluviais para abastecimento em área rural na Amazônia**. Estudo de caso: ilhas Grande e Murutucú, Belém-PA. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)– Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém.

GUIMARÃES, U. **Mapa de localização das ilhas Combu, Grande e Murutucu**. Belém, 2012.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Padrões climatológicos normais (1961 – 1990)**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php>. Acesso em: 12 ago. 2011.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana)– Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: < [www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/)>. Acesso em: 24 jan. 2011.

MENDES, R. L. R **Indicadores de sustentabilidade do uso doméstico da água**. 2005. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Socioambiental)– Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém.

Veloso et al. / A pós-graduação e a sustentabilidade do abastecimento de comunidades ribeirinhas na Amazônia por meio de água de chuva: da concepção à ação

MENDES, R. L. R.; et al. Desenvolvimento de indicadores para o sistema de abastecimento público de água de Belém-PA. **Papers do NAEA**, v. 1, n. 301, p. 1-20, 2012.

MENDES, R. L. R.; FENZL, N. Indicator System For Domestic Water Supply In Belém, Pará, Brazil. In: HENSEL, O.; SELBACH, J. F.; BILIBIO, C. (Orgs.). **Sustainable water management in the tropics and subtropics – and case studys in Brazil**. Jaguarão: Fundação Universidade Federal do Pampa, Unikassel, PGCult/Ufma, 2011. p. 953-974.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Sick Water** – the central role of Wastewater Management. Arendal: PNUMA/ONU-HABITAT, 2010. Disponível em: <[http://www.unep.org/pdf/SickWater\\_screen.pdf](http://www.unep.org/pdf/SickWater_screen.pdf)>. Acesso em: 07 jan. 2012.

VELOSO, N. S. L. **Água da chuva e desenvolvimento local**: o caso do abastecimento das ilhas de Belém. 2012. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia)– Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém.