



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

LUCAS MOTA BATISTA

**POLÍTICAS DE ESTADO E TECNOLOGIAS SOCIAIS DE ÁGUA
DE CHUVA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Belém-PA

2023

LUCAS MOTA BATISTA

**POLÍTICAS DE ESTADO E TECNOLOGIAS SOCIAIS DE ÁGUA
DE CHUVA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Pará, em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária /Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia.

Linha de pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmica Socioambiental.

Orientador: Dr. João Santos Nahum

Coorientador: Dr. José Francisco Berrêdo Reis da Silva

Belém – PA

2023

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com
ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**

**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)**

B333p Batista, Lucas Mota.

Políticas de Estado e tecnologias sociais de água de chuva na
Amazônia brasileira / Lucas Mota Batista. — 2023.

88 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. João Santos Nahum

Coorientador(a): Prof. Dr. José Francisco Berrêdo Reis da Silva

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de
Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais,
Belém, 2023.

1. Universalização do saneamento. 2. Políticas públicas. 3.
Saneamento rural. I. Título.

CDD 628.7

LUCAS MOTA BATISTA

**POLÍTICAS DE ESTADO E TECNOLOGIAS SOCIAIS DE ÁGUA
DE CHUVA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

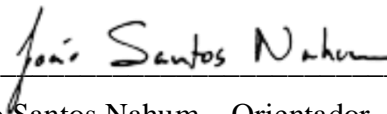
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Pará, em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária /Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia.

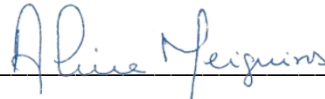
Linha de pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmica Socioambiental.

Data de aprovação: 27/04/2023

Banca Examinadora:



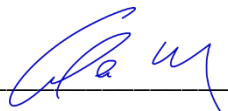
Prof. Dr. João Santos Nahum – Orientador
Doutor em Geografia
Universidade Federal do Pará



Prof^ª.Dr^ª. Aline M. Meiguins de Lima – Membro Interno
Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido
Universidade Federal do Pará



Prof. Carlos Alexandre Leão Bordalo – Membro Externo
Doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido
Universidade Federal do Pará



Prof. Gilberto de Miranda Rocha – Membro Externo
Doutor em Geografia
Universidade Federal do Pará

Trabalho dedicado aos Amazônidas excluídos
por serviços básicos de saneamento.

AGRADECIMENTOS

À Deus, fonte da minha energia para chegar até aqui. Sou grato por nunca ter me desamparado. Sua infinita misericórdia é minha maior arma nesse mundo.

À minha família, por todo esforço empenhado na minha criação e na minha formação pessoal e profissional. Minhas conquistas são fruto das suas superações às adversidades da vida. Agradeço por não baixarem a cabeça e assim possibilitarem que meus sonhos pudessem ser realizados. Mãe, Pai, irmãs e sobrinhos, vocês são as luzes da minha vida.

Ao meu amor, Leticia. Teus braços recarregam minhas energias e me dão forças para ganhar o mundo. Obrigado por todo apoio durante a minha trajetória. Nossa caminhada está apenas no início e certamente muitas vitórias ainda vamos conquistar juntos. Eu amo você!

À Luna Maria, um anjo que Deus colocou no meu caminho.

Aos meus amados amigos, em especial àqueles que dividiram comigo diversos momentos de aflições e superações, desde a graduação e até hoje, Albertino, Luciane e Marina.

Agradeço aos inúmeros educadores que participaram, direta ou indiretamente, da minha formação. Meus professores são minhas maiores referências, neles me espelho e me inspiro. Gratidão especial aos meus orientadores até aqui, professora Vania Neu e professor João Nahum. Obrigado por me apresentarem o fantástico mundo da pesquisa.

Minha eterna gratidão a todos!

Segue o barco...

RESUMO

A Amazônia brasileira é uma região marcada pelo déficit no abastecimento de água potável, apesar da sua vastidão em recursos hídricos. Essa realidade se impõe principalmente a populações rurais da região. Com efeito, o aproveitamento das águas de chuva surge como medida alternativa para o abastecimento público, seguro e regular de água em territórios não acessados por serviços convencionais. Desse modo, a presente pesquisa objetivou a construção de um estudo investigativo e reflexivo, norteado pela seguinte pergunta: em que medida o Estado tem atuado, por instrumento de políticas públicas, em consideração ao potencial de aproveitamento das águas pluviais como método de abastecimento público na Amazônia brasileira? O primeiro capítulo apresenta aspectos introdutórios à temática. O segundo capítulo apresenta o artigo 1, com a elaboração de um dimensionamento do potencial quantitativo de Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva (SAAC), e é baseado em um estudo de caso representativo sobre o estado do Pará. O capítulo três (artigo 2), utiliza como referência o caso de uma comunidade ribeirinha da região insular da capital paraense, Belém, para uma abordagem comparativa, em uma análise da viabilidade econômica deste método. Em complemento, o capítulo quatro (artigo 3) busca essencialmente responder à pergunta norteadora. De forma conclusiva, os resultados apontam que, factualmente, ao menos ao longo dos últimos 20 anos, aconteceram diferentes iniciativas de fomento ao aproveitamento de água de chuva, apoiadas por entes governamentais na Amazônia brasileira. Todavia, em concernência à não priorização desta região nos principais programas públicos deste segmento no país, o desempenho do Estado em direção ao cumprimento de metas para a universalização do saneamento pode ser visto ainda como insuficiente.

Palavras-chave: universalização do saneamento; políticas públicas; saneamento rural.

ABSTRACT

The Brazilian Amazon is a region marked by the deficit in the drinking water supply, despite of your vastness in water resources. This reality imposes itself mainly on the rural populations of the region. Indeed, the utilization of rainwater arise as an alternative to the public supply, safed and regular of water in territories not accessed by conventional services. Therefore, the present research aimed the construction of a investigative and reflective study, guided by the following question: in what extent the state has acted, through public policies instruments, in consideration of the potential of stormwater as a method of public supply in the Brazilian Amazon? The first chapter introduces the introductory aspects to the thematic. The second chapter presents the article 1, with the elaboration of a sizing of the quantitative potential of Rainwater Harvesting Systems (RWHS), and is based on a representative case report of the state of Pará. The chapter three (article 2) uses as reference the case of a riverside community in the insular region of the capital of Pará, Belém, for a comparative approach, in an analysis of the economic viability of this method. In addition, the chapter four (article 3) essentially seeks to answer the guiding question. Conclusively, the results point to, factually, at least over the 20 years, diferentes initiatives to promote the use of rainwater have taken place, supported by governmental entities in the Brazilian Amazon. However, in concern to the non prioritization of this region in the main public programs of this segment in the country, the state's performance towards the fulfillment of the sanitation universalization goals can still be seen as insufficient.

Key-words: universalization sanitation; public politics; rural sanitation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Classes de precipitação no estado do Pará. | 19 |
| Figura 2 - Classes climáticas e pontos de coleta dos dados de precipitação. | 22 |
| Gráfico 1 - Precipitação média mensal (série histórica 1992 a 2021) para 5 classes | 25 |
| Figura 3 - Cenário 1 do Potencial de aproveitamento de águas pluviais. | 25 |
| Figura 4 - Cenário 2 do Potencial de aproveitamento de águas pluviais. | 26 |
| Figura 5 - Cenário 3 do Potencial de aproveitamento de águas pluviais. | 27 |
| Figura 6 - Cenário 4 do Potencial de aproveitamento de águas pluviais. | 28 |
| Figura 7 - Cenário 5 do Potencial de aproveitamento de águas pluviais. | 29 |
| Figura 8 - Mapa de localização do Furo Grande, na Ilha das Onças – Barcarena/Pará.. | 39 |
| Figura 9 - Ilustração dos componentes básicos de um sistema de aproveitamento de água de chuva padrão. | 40 |
| Figura 10 - Expedição ao canal Furo Grande, Ilha das Onças. | 41 |
| Figura 11 - Dispositivo de desvio das primeiras águas de chuva DesviUFPE..... | 46 |
| Figura 12 - Filtro em material polipropileno termoformado, com vela de carvão ativado, utilizado para filtração de água em sistemas de aproveitamento de água de chuva. | 48 |
| Figura 13 - Contagem dos imóveis ribeirinhos na comunidade do Furo Grande, Ilha das Onças: a) por imagens de satélite; e b), c) por identificação visual in loco. | 51 |
| Figura 14 - Iniciativas de fomento ao aproveitamento de água de chuva como método de abastecimento em comunidades rurais na Amazônia, apoiadas por entes governamentais. | 62 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Variáveis adotadas pelo modelo. | 20 |
| Tabela 2 - Orçamento de caixas d'água para reservatório do sistema de aproveitamento de água de chuva. | 42 |
| Tabela 3 - Materiais necessários e orçamento para uma estrutura básica, em madeira, de sustentação de um reservatório de água. | 43 |
| Tabela 4 - Materiais necessários e orçamento para uma estrutura básica, em alvenaria, de sustentação de um reservatório de água. | 43 |
| Tabela 5 - Materiais necessários e orçamento para estrutura de captação dos sistemas de aproveitamento de água de chuva. | 44 |
| Tabela 6 - Materiais necessários e orçamento para a estrutura de distribuição dos sistemas de aproveitamento de água de chuva. | 44 |
| Tabela 7 - Materiais necessários e orçamento para o DesviUFPE. | 46 |
| Tabela 8 - Materiais necessários e orçamento para filtração de água em sistemas de aproveitamento de água de chuva. | 46 |
| Tabela 9 - Valores de mercado de componentes básicos de sistemas de aproveitamento de água de chuva. | 50 |
| Tabela 10 - Despesas com o método atual de distribuição de água para o abastecimento das famílias do Furo Grande. | 52 |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO GERAL | 12 |
| 1.1 | Justificativa e interdisciplinaridade da pesquisa | 14 |
| 1.2 | Objetivos | 15 |
| 1.2.1 | Objetivo Geral | 15 |
| 1.2.2 | Objetivos Específicos | 15 |
| 1.3 | Estrutura da dissertação | 16 |
| 2 | POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA ABASTECIMENTO UNIFAMILIAR NO ESTADO DO PARÁ – AMAZÔNIA ORIENTAL | 17 |
| 2.1 | Introdução | 18 |
| 2.2 | Material e Métodos | 20 |
| 2.3 | Resultados e Discussão | 24 |
| 2.4 | Conclusão | 31 |
| 3 | VIABILIDADE ECONÔMICA DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA COMUNIDADES RURAIS NA AMAZÔNIA PARAENSE | 36 |
| 3.1 | Introdução | 37 |
| 3.2 | Material e Métodos | 38 |
| 3.2.1 | Área de estudo..... | 38 |
| 3.2.2 | Coleta e análise dos dados..... | 39 |
| 3.3 | Resultados e discussão | 42 |
| 3.3.1 | Estimativa orçamentária de Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva | 42 |
| 3.3.2 | Durabilidade dos elementos que compõem os Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva..... | 48 |
| 3.3.3 | Estudo de caso..... | 51 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 3.4 | Conclusão | 54 |
| 4 | POLÍTICAS DE ESTADO E O APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS DE CHUVA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA | 57 |
| 4.1 | Introdução | 58 |
| 4.2 | Material e Métodos | 60 |
| 4.3 | Resultados e Discussão | 61 |
| 4.3.1 | Iniciativas identificadas | 61 |
| 4.3.2 | Grandes projetos e o papel das instituições | 66 |
| 4.4 | Conclusão | 71 |
| 5 | CONCLUSÃO GERAL | 78 |
| 5.1 | Resultados chave | 78 |
| 5.2 | Conclusões de forma integrada | 79 |
| 5.3 | Prioridades para pesquisas futuras | 80 |
| 5.4 | Considerações finais | 81 |
| | REFERÊNCIAS | 82 |
| | APÊNDICE A | 85 |
| | APÊNDICE B | 88 |

1 INTRODUÇÃO GERAL

A questão política das águas no Brasil tem no seu processo conformacional diferentes períodos, mas com o desabrochar voltado principalmente às profundas transformações sociais, econômicas e ambientais típicas do século 20 (BURITI; BARBOSA, 2014). Reconhecido como direito humano universal, a partir de então, a garantia deste recurso passou a ser prevista em diferentes planos/políticas/programas nacionais. Coexistindo, no entanto, com problemas de saúde pública favorecidos pela condição precária de saneamento, especialmente em duas regiões geográficas específicas, a Amazônia (Norte) e o semiárido nordestino (OLIVEIRA et al., 2021).

De acordo com as diretrizes brasileiras, o saneamento básico é constituído por quatro elementos: abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, além da drenagem de águas pluviais (BRASIL, 2020). No Brasil, as atuais bases legais e as competências institucionais em relação a regulamentação destes serviços foram implementadas inicialmente pela Constituição Federal de 1988. Em seguida, a Lei 8.080/1990, que criou o Sistema único de Saúde (SUS) também trouxe como obrigatoriedade desse sistema a promoção de ações de saneamento básico com intuito de promoção, proteção e recuperação da saúde (BORDALO, 2022).

A partir de então, a política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH, Lei Nº 9.433/1997), a Política Urbana (Lei Federal 10.257/2001), e a própria Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (PNSAN, Lei Nº 11.346/2006), tornaram-se outros exemplos do reconhecimento à importância do saneamento e, essencialmente do acesso à água. O Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR), ligado ao Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV, Lei nº 11.977/2009), o Água Para Todos (Decreto Nº 7.535/2011) e o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais (Programa Cisternas, Decreto Nº 8.038/2013a) são exemplos complementares.

No entanto, a consolidação desta concepção só acontece no país a partir da Lei 11.445/2007, que instituiu a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) e que posteriormente deu base ao Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) (BRASIL, 2013b). Mais recentemente, a Lei 14.026/2020 institui um Novo Marco Regulatório Para o saneamento no Brasil. Entre as principais determinações, ratifica metas para a universalização do saneamento estabelecidas desde a PNSB (2007). Entre

as propostas estabelecidas, está a previsão de garantia do acesso a água em domicílios urbanos e rurais no país em 99% até dezembro de 2033 (BRASIL, 2020).

Em uma conjuntura internacional, desde o ano de 2010 o Brasil também adere aos protocolos da Organização das Nações Unidas (ONU) e do Conselho de Direitos Humanos que atestam o Direito Humano à Água e ao Esgotamento Sanitário - DHAES (ONU, 2010; NEVES-SILVA; HELLER, 2016). Estas diretrizes estão correlacionadas, de forma mais direta, aos próprios Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 3 (prevê a erradicação de doenças transmitidas pela água) e 6 (prevê o acesso universal e equitativo a água potável e segura). Assim, o Brasil é signatário, junto às Nações Unidas, em ações que representam esforços para promoção de um planeta mais sustentável e em combate a crise climática global (ONU, 2015).

Com efeito, as regiões Norte e Nordeste do país convivem com situações de carência em estruturas sanitárias, que refletem números elevados de ocorrências de doenças por veiculação hídrica, altas taxas de mortalidade e uma conseqüente difícil condição de vida (VIANA; FREITAS; GIATTI, 2016; CUNHA, 2020). Dados do Painel Saneamento Brasil revelam que no Norte do país, em 2020, a taxa de incidência de internações ocasionadas por estas doenças era de 14,9 a cada 10 mil habitantes. O resultado disso foram mais de 27 mil internações em conseqüência da falta de saneamento básico, em um período de doze meses (ITB, 2023).

Na Amazônia (Norte do Brasil), ainda existe uma grande disparidade referente aos níveis de atendimento às demandas populacionais de água com redes de distribuição regular, em comparação à média das demais regiões do país. A realidade da Amazônia brasileira é distante, apesar de possuir uma disponibilidade hídrica muito superior. De modo geral, esse quadro sugere que o acesso à água potável no Brasil ainda não pode ser considerado “um direito humano universal” garantido (BORDALO, 2022).

Na comunidade científica e entre tomadores de decisões, em escalas regionais e global, cresce ao longo do tempo a relevância e o interesse em pesquisas para o desenvolvimento de métodos alternativos para a solução do déficit no abastecimento de água, sobretudo nos territórios rurais não acessados regularmente por estes serviços básicos (CUNHA, 2020). Fundamentalmente, há ainda o foco na avaliação do uso de águas de chuva como opção segura para o abastecimento, estendendo tal interesse à possibilidade do atendimento de padrões de potabilidade deste recurso (SANTOS et al., 2020; SANTOS; BORJA, 2020; SANTOS et al., 2020).

Há ao menos duas décadas as entidades promotoras de políticas públicas no Brasil passaram a entender esta proposta como uma medida factível ao incentivo à qualidade de vida da população (VELOSO, 2019). Por certo, a experiência mais emblemática do país é o Programa 1 Milhão de Cisternas (P1MC), com investimentos do Governo Federal na implementação de Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva (SAAC), na região do semiárido nordestino e no norte de Minas Gerais. Esta iniciativa já beneficiou mais de um milhão de famílias, de comunidades rurais e em condição de vulnerabilidade socioeconômica. Nestes locais, os resultados deste programa mostram que a importância dos SAAC não se resume à dessedentação humana e de animais, mas também à oportunidade do desenvolvimento de negócios locais, com a agricultura familiar e outras infinitas possibilidades (SILVA; SILVA, 2021).

Apesar da grande necessidade de iniciativas como o P1MC, evidenciada por diferentes indicadores (saúde, saneamento e outros), a Amazônia não é considerada como uma região prioritária pelos principais programas federais de fomento ao aproveitamento de águas pluviais. E é nesse sentido que a presente pesquisa de mestrado objetiva uma imersão sobre a atuação do Estado (nas suas diferentes esferas, municipal, estadual e federal), na promoção de políticas públicas para o abastecimento de água na Amazônia brasileira, que exploram, em específico, tal potencial de aproveitamento de água de chuva como uma opção para o abastecimento público.

A construção desta dissertação é concebida por três etapas principais. Introdutoriamente, a primeira parte consiste em uma abordagem sobre o potencial quantitativo do método de uso de águas de chuva, com a realização de dimensionamentos dos sistemas. O segundo momento é reservado a um estudo econômico do impacto orçamentário destas tecnologias sociais, que busca retratar a possibilidade de geração de economias aos cofres públicos com a implementação desta proposta. Por fim, a terceira parte baseia-se nos principais resultados obtidos pelos estudos iniciais para fundamentar a construção analítica sobre o desempenho do Estado, em consideração ao uso de águas de chuva, na perspectiva de cumprimento do dever de garantir o acesso à água.

1.1 Justificativa e interdisciplinaridade da pesquisa

O desenvolvimento desta pesquisa é motivado pelo reconhecimento da urgência na universalização do saneamento básico no Brasil, sobretudo em respeito à garantia de direitos ao acesso à água potável. Problemática essa que se acentua na Amazônia

brasileira, especialmente em seus espaços rurais e isolados, ocupados majoritariamente por populações tradicionais do Campo, Floresta e Águas (PCFA). Mesmo diante de evidências do enorme potencial quantitativo desta proposta na região, como apontaram pesquisas anteriores (BATISTA; NEU; MEYER, 2022; NEU et al., 2018), e do reconhecimento da acessibilidade econômica de tecnologias sociais de aproveitamento de água de chuva, parte-se da hipótese do qual este método seria subaproveitado como proposta de abastecimento público na Amazônia.

Ressalta-se ainda que esta dissertação está em concernência à linha de pesquisa proposta pelo Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmicas Socioambientais. De todo modo, busca promover uma discussão sobre a importância do desenvolvimento de inovações tecnológicas voltadas à solução de problemas públicos, de forma acessível, inclusiva e sustentável.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Compreender as políticas de Estado na Amazônia brasileira quanto à utilização de águas pluviais como fonte principal de abastecimento para o consumo humano em zonas rurais.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Estimar o potencial quantitativo do aproveitamento de água de chuva na Amazônia Legal, a partir de um estudo de caso representativo sobre o estado do Pará, aplicando método de dimensionamento de sistemas;
- Estimar o potencial econômico do aproveitamento de água de chuva como método titular de abastecimento público de água na Amazônia Legal, a partir de estudo de caso comparativo;
- Discutir a atuação do Estado em consideração ao aproveitamento de águas pluviais como método de abastecimento público, regular e seguro em comunidades rurais da Amazônia brasileira.

1.3 Estrutura da dissertação

Como produto desta dissertação, o primeiro artigo (capítulo 2) apresenta o desenvolvimento de um estudo de dimensionamento do potencial de aproveitamento de água de chuva, estimando, em termos quantitativos, a possibilidade de captação deste recurso pluvial nas zonas de diferentes tipos climáticos atuantes no estado do Pará. Os resultados desta etapa possibilitam a definição de cenários, apontando, por exemplo, períodos de menor aproveitamento dos sistemas e a necessidade de medidas complementares. O comportamento dos SAAC em termos de atendimento às demandas unifamiliares, baseadas em dados locais do território paraense, fornece ainda uma noção do desempenho destes sistemas em outras áreas da Amazônia Legal.

No segundo artigo desta dissertação (capítulo 3) é construída uma abordagem analítica sobre a viabilidade econômica do uso de SAAC como alternativa titular para o abastecimento público. Nesta oportunidade, é adotado um estudo de caso sobre uma comunidade ribeirinha amazônica, em uma comparação entre o método proposto e a medida atualmente adotada para o fornecimento de água na respectiva localidade. Esta etapa da pesquisa possibilita ainda uma compreensão sobre vantagens no orçamento público sobre a adoção destas tecnologias sociais e também nos investimentos em serviços básicos de saneamento.

O terceiro artigo (capítulo 4) apresenta uma concepção do papel fundamentalmente estatal na garantia dos direitos de acesso a água, por meio de políticas públicas. Como toda a pesquisa, esta etapa dá ênfase no aproveitamento de água de chuva como opção para o abastecimento de populações rurais na Amazônia. Ao longo desta construção, também são feitos resgates das principais conclusões atingidas nos artigos que introduzem esta dissertação, com interpretações sobre o potencial quantitativo e econômico desta alternativa.

No capítulo 5 são expostas ainda as conclusões gerais da pesquisa, com uma reapresentação dos resultados chave, a integração das principais conclusões dos estudos – em uma perspectiva holística, além da manifestação de prioridades para pesquisas futuras e de considerações finais.

2 POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA ABASTECIMENTO UNIFAMILIAR NO ESTADO DO PARÁ – AMAZÔNIA ORIENTAL¹

Resumo

O artigo enfoca o aproveitamento de água de chuva como alternativa que contribui para o abastecimento humano no Estado do Pará – Amazônia Oriental. Objetiva-se mensurar o potencial para captação e uso de águas pluviais por meio de sistemas unifamiliares, considerando diferentes elementos determinantes ao processo. Utilizamos o software Netuno 4 para mensurar o potencial de abastecimento de água pelo emprego de estruturas de aproveitamento de água de chuva, com base em séries históricas de dados pluviométricos diários da região estudada. Os resultados demonstram que, no geral, o estado do Pará possui um grande potencial para o aproveitamento de água de chuva, sendo uma importante opção para o abastecimento público familiar. No período mais chuvoso esta alternativa é capaz de suprir, além das necessidades mais básicas e com exigências de potabilidade, outras demandas comuns. Em um contexto de escassez de água para o consumo humano, a providência da demanda mínima se mostrou promissora.

Palavras-chave: dimensionamento de sistemas; índices pluviométricos; abastecimento de água.

Abstract

The article focuses on the use of rainwater as an alternative that contributes to human supply in the State of Pará - Eastern Amazon. The objective is to measure the potential for capturing and using rainwater through single-family systems, considering different elements that determine the process. We used Neptune 4 software to measure the potential for water supply using rainwater harvesting structures based on historical series of daily rainfall data from the studied region. The results show that, in general, the state of Pará has an immense potential for rainwater harvesting as an important option for public and family water supply. In the rainiest period this alternative is capable of supplying, besides

¹ Aprovado na Revista GeoAmazônia do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) da Universidade Federal do Pará (UFPA), Qualis A3 (Ciências Ambientais 2017-2020), em 05/04/2023.

the most basic needs with potability requirements, other common demands. In a context of scarcity of water for human consumption, the provision of minimum demand has shown promise.

Key-words: systems sizing; rainfall indices; water supply.

2.1 Introdução

O artigo enfoca o aproveitamento de água de chuva como alternativa que contribui com o abastecimento humano no Estado do Pará, na Amazônia Oriental. Motivado pelos desafios de garantir o abastecimento regular e seguro de água na região, sobretudo nas comunidades rurais paraenses, o objetivo central do artigo é mensurar o potencial para captação e uso de águas pluviais por meio de sistemas unifamiliares, considerando diferentes elementos determinantes ao processo, tais como índices pluviométricos, demandas de consumo e outros. O método adotado é o dimensionamento de sistemas, com a utilização do software de modelagem Netuno.

Análises de Bernardes, Costa e Bernardes (2018); Neu et al. (2016); e Santos et al. (2020), apontam grande potencial quantitativo para o aproveitamento da chuva na região amazônica. Todavia, para o abastecimento unifamiliar eficiente é necessário considerar as especificidades estruturais de cada sistema projetado. O uso de dados climáticos representativos, um correto dimensionamento do volume de reservatório, da área de captação e do desvio dos primeiros milímetros de recurso pluvial, por exemplo, são algumas informações imprescindíveis à eficiência destas tecnologias.

Nesse sentido os dados e sínteses aqui expostos contribuem para as mais diferentes iniciativas locais nos termos do saneamento, voltadas essencialmente a solução de problemas no abastecimento de água para populações rurais. Os resultados contêm informações importantes para etapas de planejamento em projetos futuros, sejam individualizados ou através de políticas públicas de replicações múltiplas. Tal contribuição estende-se ainda à proposta de universalização do saneamento e do desenvolvimento sustentável das cidades.

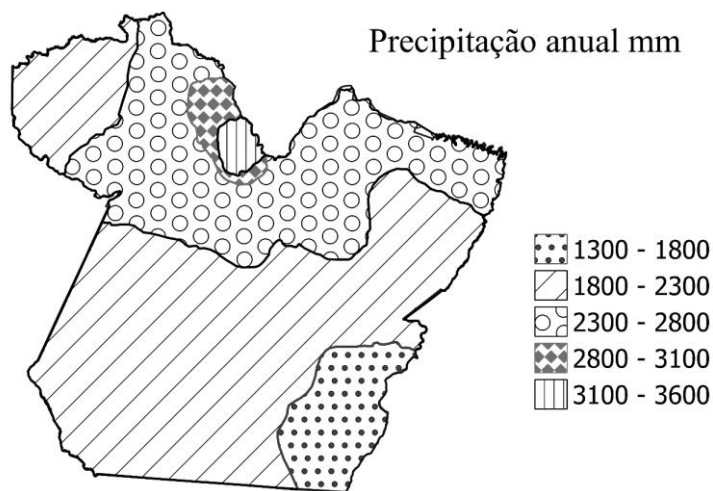
A configuração espacial da análise abrange o estado do Pará, por expressar um cenário climático na região de predominância do bioma amazônico. O Pará corresponde a 18% do território da Amazônia Legal, que por sua vez representa 59% do território nacional. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022a) aproximadamente 32% da população paraense vive no meio rural. Cerca de 54% do

território paraense são Unidades de Conservação: Federais de Proteção Integral (8) e de Uso Sustentável (40), Estaduais de Proteção Integral (5) e de Uso Sustentável (14), e ainda Terras Indígenas demarcadas (42) (FAPESPA, 2016).

Além da concentração de biodiversidade e de recursos naturais, a riqueza da região se expressa no modo de vida de grupos indígenas, ribeirinhos, quilombolas, bem como agricultores camponeses, povos extrativistas, dentre outros tantos que vivificam comunidades e localidades rurais. Todos segundo suas especificidades, reproduzem saberes e fazeres, cosmovisões que presidem, sustentam e estruturam as relações dos seres humanos entre si e a natureza, compreendida enquanto extensão inorgânica do ser humano – “A Ecologia de Marx” (FOSTER, 2004), criando e recriando estratégias de produção, criação, cultivo, construção, extração umbilicalmente associadas a crenças e culturas ao longo de séculos.

A precipitação média na região amazônica pode variar entre mínimas de 1300 e máximas superiores a 3100 mm anuais (Figura 1). No Pará, os índices entre 2400 e 3330 mm ocorrem em aproximadamente 10% do território e manifestam-se predominantemente na faixa litorânea, com penetrações para o continente. Em cerca de 50% da área do estado, abrangendo ao Sul e a Sudoeste, incluindo uma parte ao Norte e ao Nordeste, manifestam-se índices entre 1900 e 2400 mm. Uma ampla faixa distribuída à Sudeste, formando um “corredor seco” que corresponde a aproximadamente 40% do território paraense, corresponde a área do estado com menor precipitação anual, oscilando de 1350 a 1900 mm (MORAES et al., 2005).

Figura 1 - Classes de precipitação no estado do Pará.



Fonte: adaptado de Moraes et al. (2005); elaborado pelo autor.

2.2 Material e Métodos

Utilizamos o software Netuno 4, desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), para mensurar o potencial de abastecimento de água pelo emprego de estruturas de aproveitamento de água de chuva, pois possibilita estimativas de diferentes cenários e seus respectivos potenciais de abastecimento de água por este segmento tecnológico, com base em séries históricas de dados pluviométricos diários da região estudada (GHISI; CORDOVA, 2014). Diferentes variáveis devem ser interessadas no modelo (Tabela 1).

Tabela 1 - Variáveis adotadas pelo modelo.

| Dados de entrada | |
|--|--------------------------------|
| Precipitação Média (diária) | Série histórica de 1992 a 2021 |
| Descarte de escoamento inicial | 1 mm |
| Áreas de captação | 25, 50, 75 e 100 |
| Demanda de água (pessoa/dia) | 20, 50 e 110 L |
| Número de moradores | 3, 5, 7 e 10 |
| Percentual de água potável a ser substituída por pluvial (demanda de água pluvial) | 100 % |
| Coefficiente de escoamento superficial | 0,90 |
| Reservatório inferior de armazenamento de água pluvial (litros) | Cálculo para vários volumes |
| Volume máximo | 5.000 L |
| Intervalo entre volumes | 500 L |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Estas variáveis (Tabela 1) são incorporadas pelo modelo no Netuno para a realização das estimativas, com base em diferentes equações descritas no manual do programa (GHISI; CORDOVA, 2014). O volume de água pluvial que escoar pela superfície de captação em um dado dia é obtido por meio da Equação (1).

$$V_{ac}^i = P_i \cdot A \cdot C \quad (1)$$

Em que:

V_{ac}^i é o volume de água que escoar pela superfície de captação em um dado dia i , em litros;

P_i é a precipitação pluviométrica no dia i , em mm;

A é a área de captação, em m²;

C é o coeficiente de escoamento superficial, adimensional, entre 0 e 1.

O volume disponível no reservatório após a captação de água pluvial, e antes do consumo, é dado por meio da Equação (2).

$$V_{inf in}^i = \min \left[\begin{array}{l} V_{inf} \\ \{V_{inf fim}^{i-1} + V_{ac}^i\} \end{array} \right] \quad (2)$$

Em que:

$V_{inf in}^i$ é o volume disponível no reservatório no início do dia, em litros;

V_{inf} é o volume do reservatório, em litros;

$V_{inf fim}^{i-1}$ é o volume disponível no reservatório no final do dia anterior, em litros;

V_{ac}^i é o volume de água que escoou pela superfície de captação em um dado dia i , em litros.

O volume de água pluvial consumido em um dia é dado por meio da Equação (3).

$$V_c^i = \min \left[\begin{array}{l} D_{pluv}^i \\ \{V_{inf in}^i\} \end{array} \right] \quad (3)$$

Em que:

V_c^i é o volume de água pluvial consumido no dia i , em litros;

D_{pluv}^i é a demanda de água pluvial no dia i , em litros;

$V_{inf in}^i$ é o volume disponível no reservatório no início do dia, em litros.

O volume de água pluvial disponível no reservatório é dado por meio da Equação (4).

$$V_{inf fim}^i = \min \left[\begin{array}{l} V_{inf in}^i - V_c^i \\ \{V_{inf} - V_c^i\} \end{array} \right] \quad (4)$$

Em que:

$V_{inf fim}^i$ é o volume de água pluvial disponível no reservatório ao final do dia, em litros;

$V_{inf in}^i$ é o volume disponível no reservatório no início do dia, em litros;

V_c^i é o volume de água pluvial consumido no dia i , em litros;

V_{inf} é o volume do reservatório, em litros;

V_c^i é o volume de água pluvial consumido no dia i , em litros.

Como a demanda total de água é um dado de entrada, o potencial de economia de água potável por meio do aproveitamento da água pluvial é determinado através da Equação (5).

$$E_{pot} = 100 \cdot \sum_{i=1}^N \frac{V_c^i}{D_{tot}^i} \quad (5)$$

Em que:

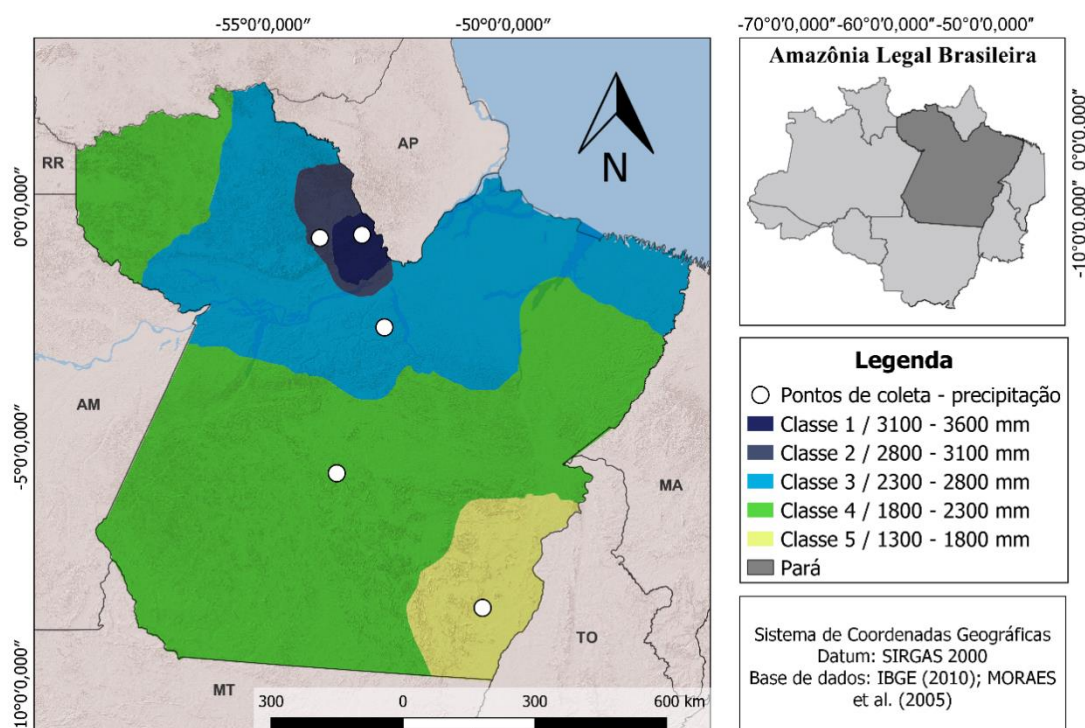
E_{pot} é o potencial de economia de água potável por meio do aproveitamento da água pluvial, em %;

V_c^i é o volume de água pluvial consumido no dia i , em litros;

D_{tot}^i é a demanda total de água no dia i , em litros.

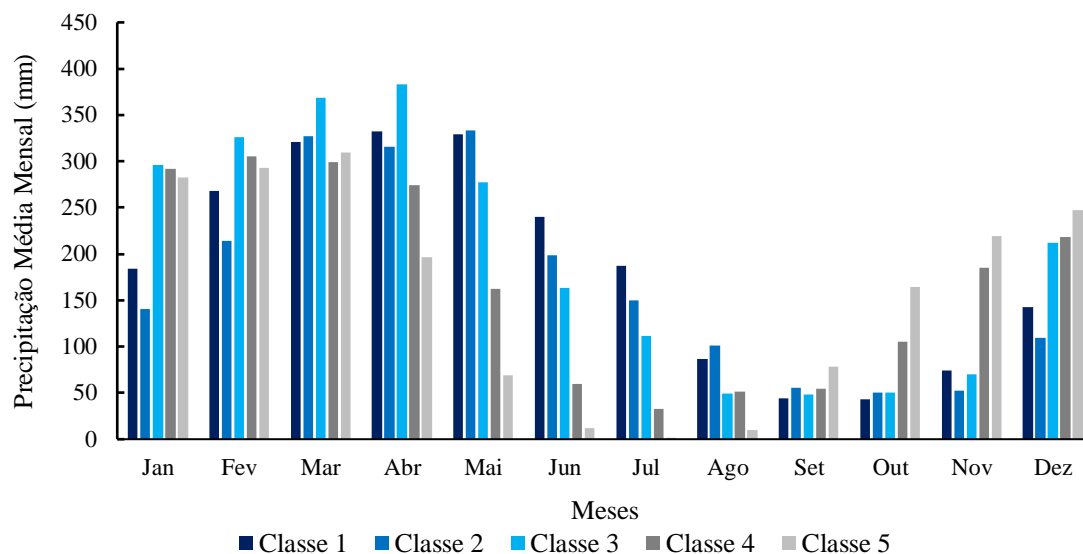
Os dados de pluviometria utilizados como base para os modelos foram coletados de pontos selecionados a partir de grades de 0,5°, obtidos pelo Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Stations (CHIRPS), para uma série histórica de 1992 a 2021. Os pontos utilizados foram escolhidos visualmente, a partir de grades centrais, baseadas nos polígonos de classificação por áreas homogêneas identificadas no estudo de Moraes et al. (2005) (Figura 2).

Figura 2 - Classes climáticas e pontos de coleta dos dados de precipitação.



Fonte: IBGE (2010); Moraes et al. (2005); elaborado pelo autor.

Gráfico 1 - Precipitação média mensal (série histórica 1992 a 2021) para 5 classes.



Fonte: Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Stations – CHIRPS (série histórica 1992 – 2021); elaborado pelo autor.

A demanda mínima, 20 litros pessoa/dia, equivale ao consumo estimado para atender as necessidades básicas, compreendendo desde a dessedentação ao preparo de alimentos. Por sua vez, o consumo de 50 litros *per capita* é sugerido considerando um abastecimento intermediário (OMS, 2017). Além do atendimento dessas necessidades mais básicas, o suprimento ideal, de 110 litros pessoa/dia, deve prover água para as atividades domésticas diárias, como higiene pessoal, lavagem de roupas e a limpeza da casa (UNICEF, 2015).

A determinação dos volumes de reservatório e áreas de captação pluviométrica segue um padrão da região, de acordo com informações de referência coletadas. As perdas do sistema estão relacionadas com o tipo de superfície (cobertura) utilizada nas áreas de captação e incluem perdas por evaporação, respingos e absorção (TOMAZ, 2007). Além disso, o descarte do escoamento inicial, a cada evento de precipitação, visa impedir o carregamento de detritos acumulados nos telhados para o reservatório (GHISI; CORDOVA, 2014).

A partir da relação entre as variáveis da Tabela 1 associadas aos índices de precipitação coletados nos cinco pontos (Figura 2), construímos cinco cenários de potencial de aproveitamento de águas pluviais, quais sejam: cenário 1, de clima Classe 1 (com precipitação entre 3100 e 3600 mm); cenário 2, de clima Classe 2 (com precipitação entre 2800 e 3100 mm); cenário 3, de clima Classe 3 (com precipitação entre 2300 a 2800 mm); cenário 4, de clima Classe 4 (com precipitação entre 1800 e 2300); e, por fim,

cenário 5, de clima Classe 5 (com precipitação entre 1300 a 1800 mm). Todos os cenários foram avaliados sob as demandas a) 20 litros (pessoa/dia), b) 50 litros (pessoa/dia) e c) 110 litros (pessoa/dia).

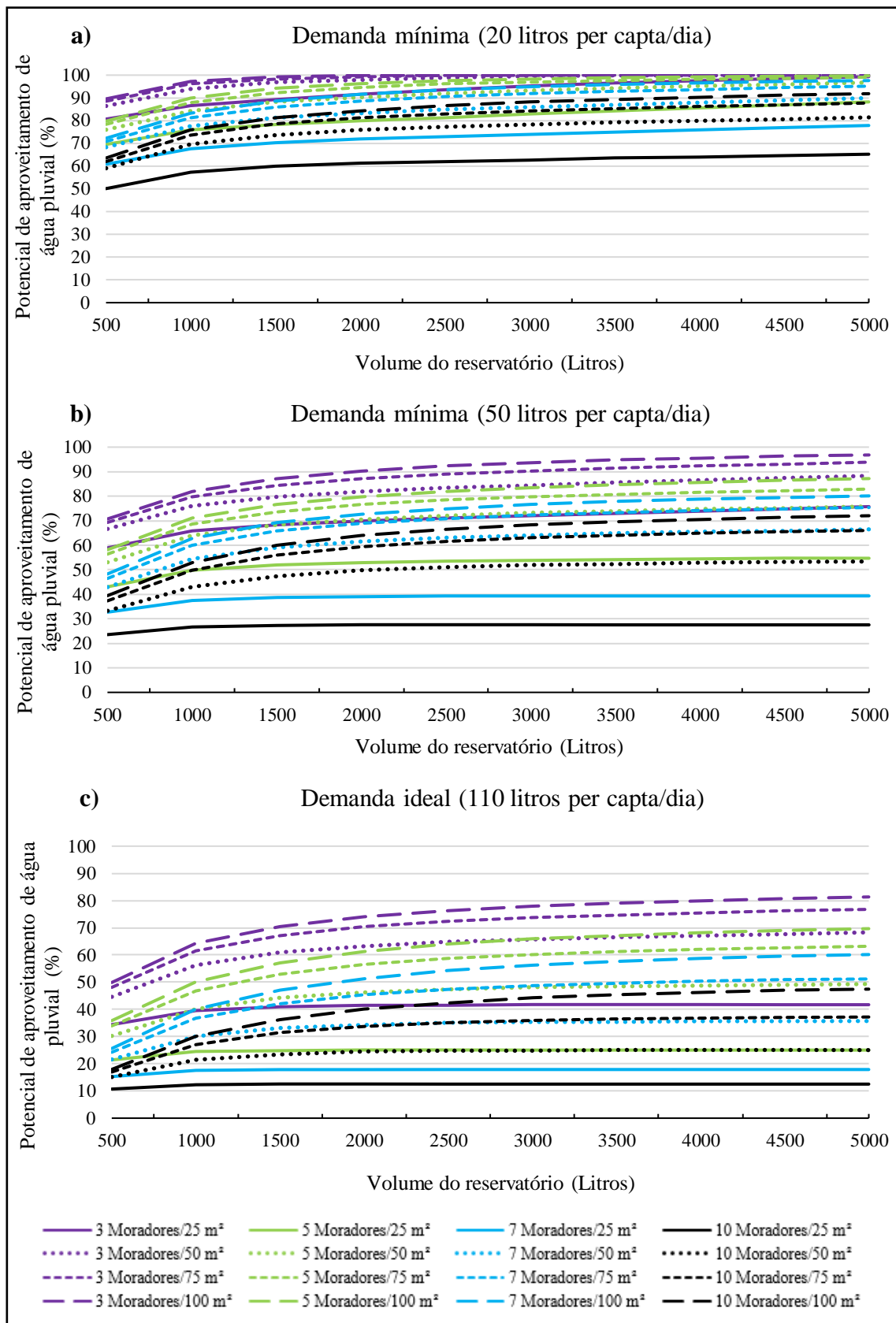
2.3 Resultados e Discussão

Os resultados das simulações, nos termos determinados para C1 (Figura 3), sugerem que, com a adoção de reservatórios iguais ou superiores a 3.000 litros é possível abastecer mais de 80% da demanda mínima (20 litros pessoa/dia) em 13/16 combinações (consumidores/área de captação) possíveis. Com o aumento da demanda para 50 litros (pessoa/dia), são necessários maiores volumes de reservatórios e/ou um número de até 5 pessoas por residência. Para a demanda ideal (110 litros pessoa/dia), o abastecimento maior que 80% é possível apenas em um cenário de residência com até 3 pessoas e uma área apta à captação pluviométrica a partir de 100 m².

As simulações baseadas na demanda mínima de 20 litros (pessoa/dia) para as classes 1, 2, 3 e 4 sugerem um potencial de garantia no abastecimento de famílias com até 7 membros em até 11 meses do ano (Figuras 3, 4, 5 e 6). Considerando apenas Classe 4, esta demanda mínima pode ser atendida em aproximadamente 85% em casos de residências com 10 moradores, uma área de captação de 100 m² e um reservatório de 3.000 litros. Desse modo, em apenas 8 semanas o sistema não seria capaz de abastecer completamente tal demanda familiar.

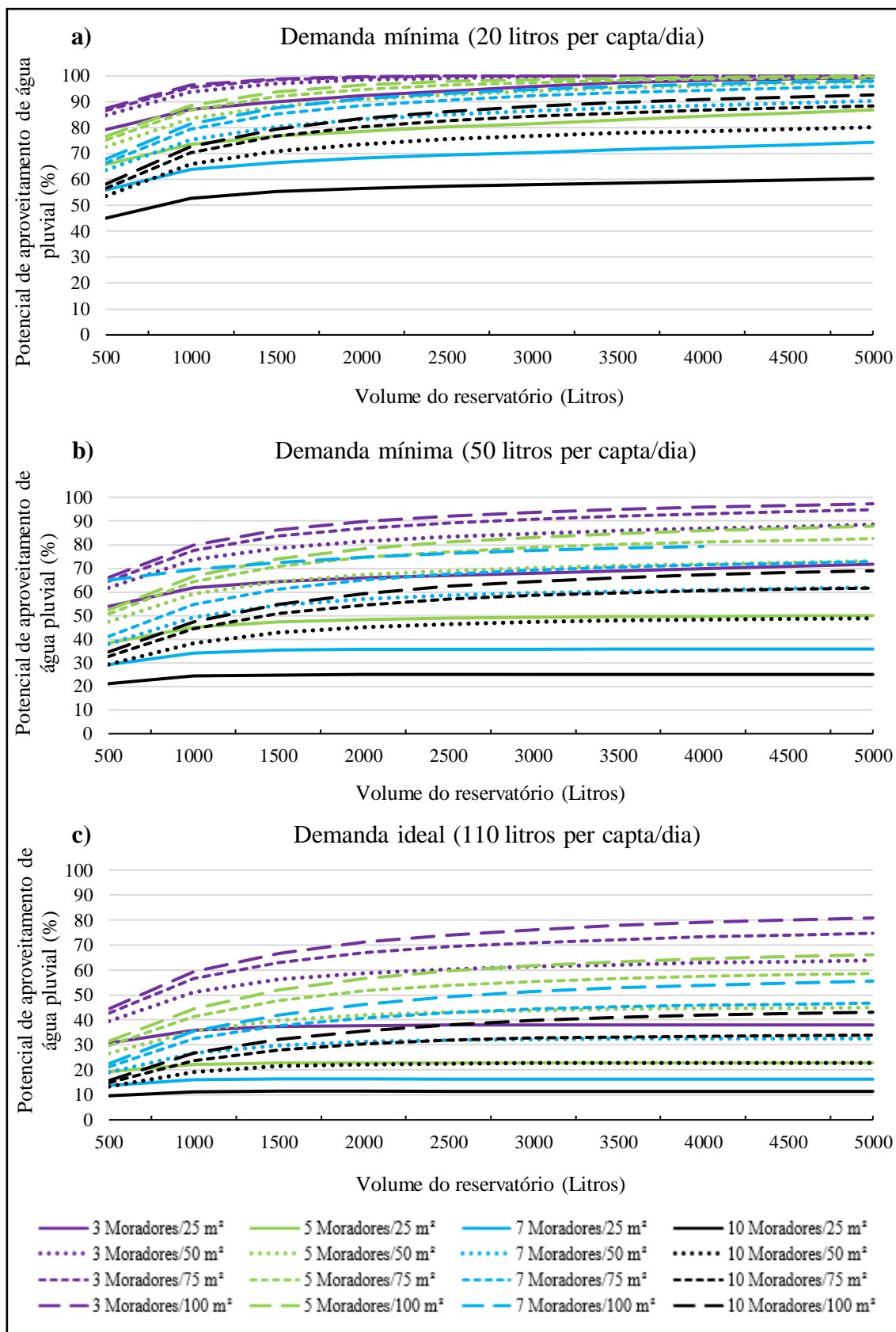
Além disso, mesmo na região menos chuvosa (Classe 5), no sudeste paraense, esta alternativa tecnológica é capaz de prover a demanda mínima de 20 litros (pessoa/dia) em 80% do ano, considerando famílias com 5 moradores, 50 m² para captação da água pluvial e reservatórios de 4.000 litros (Figura 7). Se a demanda chegar a 50 litros pessoa ao dia, em residências com até 3 moradores, 75 m² de área de captação e reservatório de 2.000 litros, é possível garantir o abastecimento em um percentual equivalente a 75% do período anual.

Figura 3 - Cenário 1 do Potencial de aproveitamento de águas pluviais.



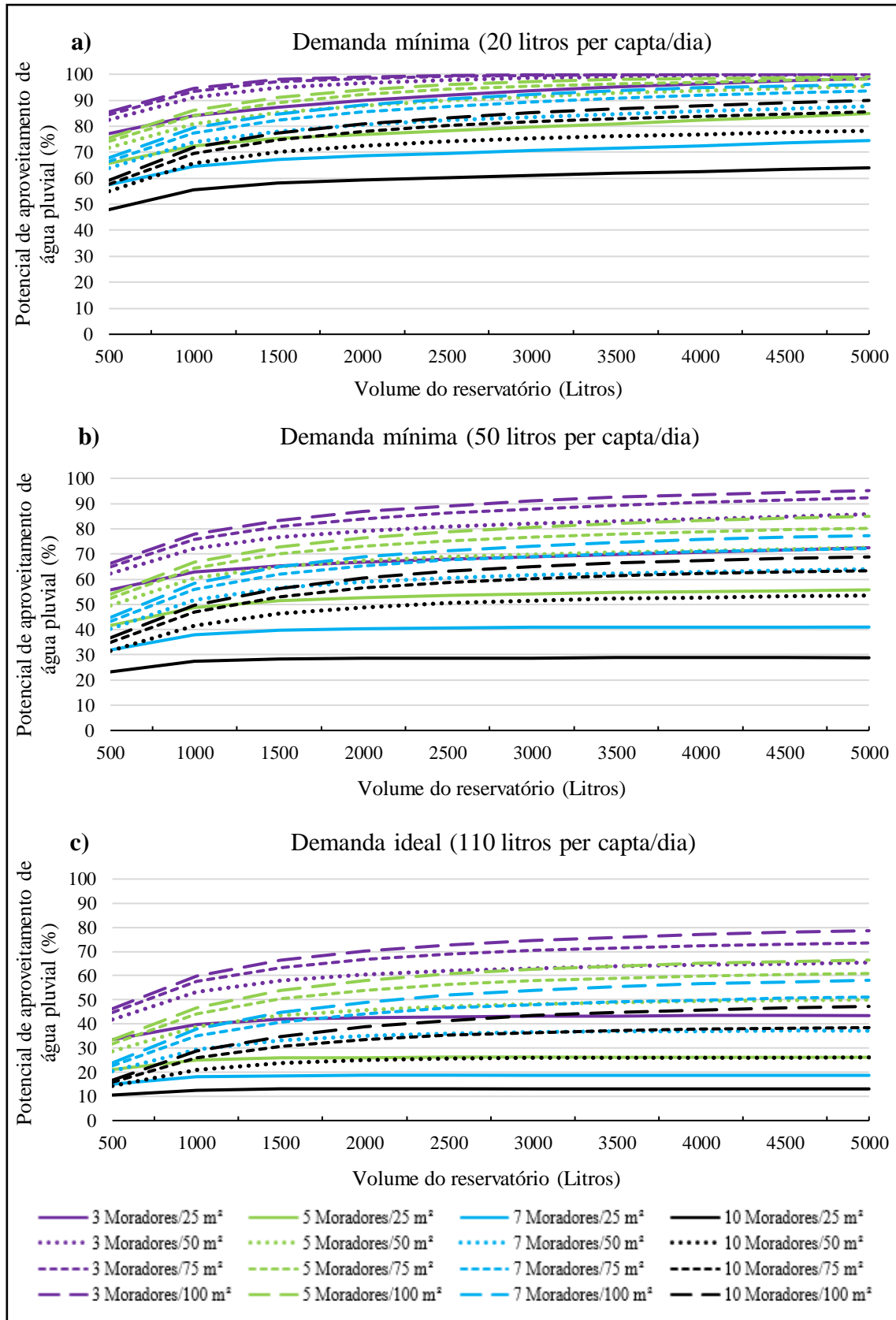
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4 - Cenário 2 do Potencial de aproveitamento de águas pluviais.



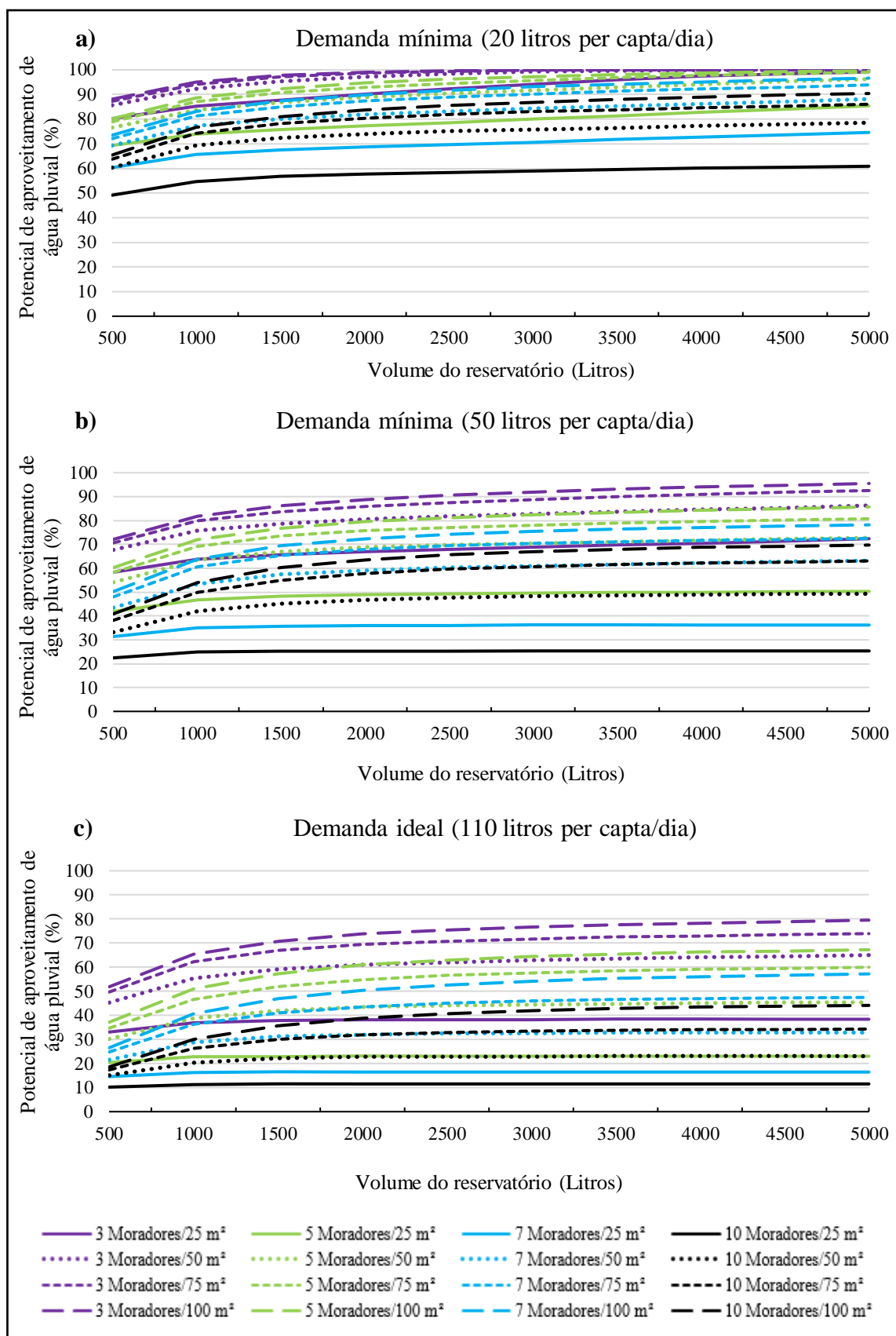
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5 - Cenário 3 do Potencial de aproveitamento de águas pluviais.



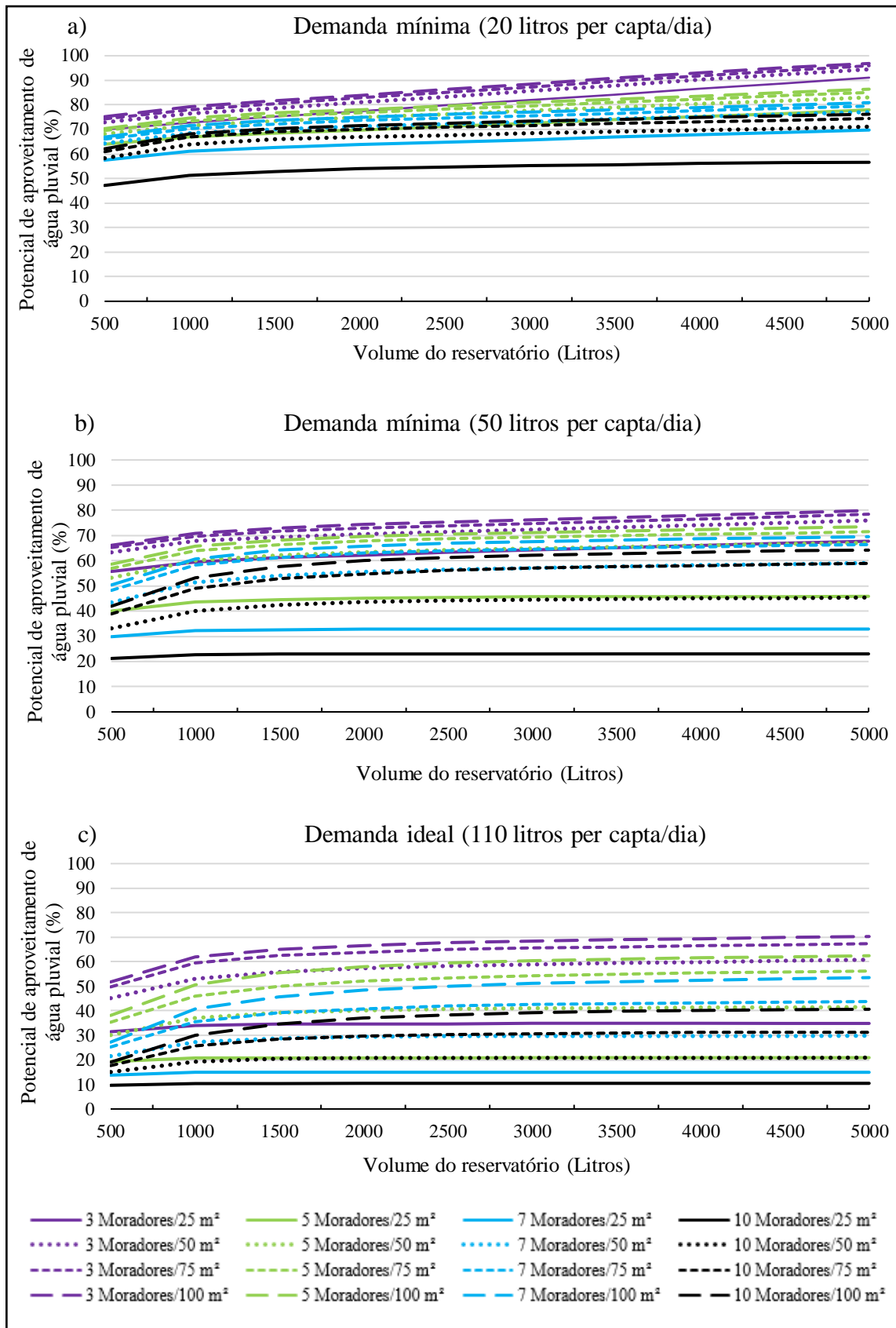
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6 - Cenário 4 do Potencial de aproveitamento de águas pluviais.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 7 - Cenário 5 do Potencial de aproveitamento de águas pluviais.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que as maiores demandas, em quantidade absoluta (pessoa/dia) ou devido ao número de moradores, exigem a adoção de maiores volumes de reservatórios e maiores áreas de captação para um melhor atendimento das famílias. Tal condição é registrada em todos os resultados deste estudo.

O fim da estação chuvosa no Pará ocorre primeiro ao sul do estado (onde predomina Classe 4), em maio, e por último à nordeste (Classe 3 e Classe 4), em agosto. Em parte expressiva do território paraense, em uma faixa de leste a oeste, o fim da estação chuvosa ocorre em junho. Na região Norte do estado (Classe 1, Classe 2 e Classe 3), o fim da estação chuvosa ocorre em julho. No Sudeste, porção menos chuvosa, o período seco tem duração até meados de setembro (MORAES et al., 2005).

Os períodos de menor precipitação média (meses menos chuvosos) correspondem aos percentuais mais baixos para os potenciais de aproveitamento de águas pluviais nos sistemas. Sob esta condição, recomenda-se a utilização de fontes complementares para o abastecimento. Sendo o abastecimento mínimo uma prioridade em cenários de escassez de água para o consumo humano, tais medidas complementares são necessárias sobretudo na garantia de água para atividades cotidianas que não exigem expressivos graus de potabilidade.

Em contrapartida, os períodos mais chuvosos (meses de maiores precipitações médias) possibilitam o armazenamento e compartilhamento de água entre vizinhos e familiares. Na região mais chuvosa, representada por Classe 1, por exemplo, no mês de abril, um sistema com reservatório de 2.000 litros, área de captação de 50 m² e para uma família de 5 membros, prevendo o consumo mínimo de 20 litros pessoa ao dia, pode representar um desperdício de aproveitamento de aproximadamente 420 litros de água pluvial.

No Pará, algumas iniciativas governamentais implementaram essa metodologia para o suprimento de comunidades isoladas, com apoio de instituições de ensino e/ou contando com a participação de organizações não governamentais e sem fins lucrativos (LOBO et al., 2013; IPAM, 2015; NEU et al., 2018; VELOSO et al., 2012). Os resultados obtidos pontualmente por estes tipos de iniciativas aumentam as expectativas de desenvolvimento das condições no acesso ao saneamento rural (com maior participação da sociedade civil organizada), promovem uma retração na ocorrência de parasitoses intestinais e na prevalência de internações e óbitos por doenças de veiculação hídrica (e.g. diarreia), além de uma melhora na qualidade de vida dessas populações (BERNARDES; COSTA; BERNARDES, 2018).

Martins et al. (2017), em uma pesquisa sobre potencial de aproveitamento de água da chuva no município de Abaetetuba, no Pará, concluíram que nesta localidade, inserida na classificação 5 de referência da presente abordagem (que identificamos como sendo a de menores índices de chuva, entre 1300 e 1800 mm), o aproveitamento de águas pluviais para o abastecimento público configura-se em oportunidade significativa, especialmente no período chuvoso. Quanto ao período menos chuvoso, cabe a possibilidade de reservar água do período anterior, investindo em outras unidades ou maiores volumes de reservatórios, como tradicionalmente é feito na região do Semiárido brasileiro.

Ademais, a região Nordeste é o principal alvo da mais importante política pública de fomento ao abastecimento público de água por fonte pluvial no país, o Programa 1 Milhão de Cisternas (P1MC). Esta iniciativa, que acontece através de uma parceria entre o setor governamental, representado inicialmente pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA (e atualmente pelo Ministério da Cidadania), e não governamental, com atuação da Articulação do Semiárido (ASA), é, na realidade, uma realização de diferentes frentes (MACÊDO, 2022).

Entre os anos de 2003 e 2019, mais de 1,1 milhões de sistemas de aproveitamento de águas pluviais foram implementados para o beneficiamento de famílias no Nordeste do país (MACÊDO, 2022). De todo modo, a atuação de organizações não governamentais que buscam parcerias com o poder público, para execução de programas e projetos dessa natureza, é de extrema importância neste processo, porque estas facilitam a comunicação da sociedade com os governos, colaborando para o alinhamento das ações sociais engendradas pelo Estado (BRUNO; LIMA; ARAÚJO, 2019).

Em estados nordestinos, tais como Bahia, Pernambuco e Ceará, com potenciais pluviométricos anuais significativamente inferiores aos observados em toda Amazônia, a água de chuva ainda é a principal fonte de abastecimento de muitas famílias nas zonas rurais. A importância desse recurso é considerada desde às atividades domésticas e de higienização básica, dessedentação humana e animal, à produção agrícola – voltada à subsistência e ao desenvolvimento socioeconômico da região, sendo utilizada fundamentalmente como estratégia para erradicação da extrema pobreza (JEAN, 2021).

2.4 Conclusão

O método de dimensionamento de sistemas aplicado demonstra que, no geral, o estado do Pará possui um grande potencial para o aproveitamento de água de chuva, sendo

uma importante opção para o abastecimento público unifamiliar. Devido a representatividade denotada por este território, é possível ainda comparar o comportamento potencial destes sistemas nos demais espaços da Amazônia Legal. Em especial, no período mais chuvoso esta alternativa é capaz de suprir, além das necessidades mais básicas e com exigências de potabilidade, outras demandas comuns. Em um contexto de escassez de água para o consumo humano, a providência da demanda mínima de 20 litros pessoa ao dia demonstrou potencial superior a 90% em 57,5% dos cenários estimados. Considerando 50 litros (pessoa/dia), um potencial superior a 70% foi demonstrado em 55% das estimativas.

De todo modo, para a demanda ideal considerada pelo modelo (110 litros pessoa/dia), o abastecimento pleno (100%) não é possível, dado o conjunto de variáveis adotadas no estudo. No entanto, se somada a alternativas complementares, especialmente durante o período menos chuvoso, o suprimento familiar pode ser garantido ao longo do ano. Além disso, a adoção de volumes de reservatórios maiores, tal qual observado nas tecnologias replicadas no Semiárido nordestino, possibilitaria uma reserva de recurso útil durante o período de baixa atividade pluviométrica.

O dimensionamento de tecnologias sociais de aproveitamento de água representa uma etapa importante no planejamento para o desenvolvimento regional, para a universalização do saneamento e, em específico, ao acesso regular e seguro à água. Isso é imperativo quando se considera que o abastecimento regular de água na região Norte é desigual e abrange apenas 58,9% da população predominantemente urbana. Segundo o Painel Saneamento Brasil do Instituto Trata Brasil (ITB, 2023) e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2020), a cobertura é menor, 47,4% em Rondônia, 47,2% no Acre e 33,7% no Amapá. No estado do Pará, particularmente, o abastecimento regular de água é igualmente precário. Em 2020, a cobertura chegou a 47,05% da população paraense, um crescimento de apenas 0,5% se comparado ao ano de 2010 (SNIS, 2020). Essa condição sugere a dificuldade de desenvolvimento regional nos termos do saneamento. Em contraste, o crescimento populacional no estado foi de 14,6% (1,1 milhão de habitantes), no mesmo período (IBGE, 2022b).

Na Amazônia, pesquisas sobre as tecnologias sociais de aproveitamento de águas das chuvas expõem resultados motivadores (VIANA et al., 2020; BATISTA; NEU; MEYER, 2022; BERNARDES; COSTA; BERNARDES, 2018). O saneamento é um setor bastante contemplado por estes instrumentos que demandam, em geral, baixos investimentos financeiros e de mão de obra (em quantidade e qualidade); onde se torna

possível a apropriação comunitária sobre as tecnologias/sistemas/estruturas. Para tanto, faz-se necessário que essas tecnologias estejam pautadas nas instâncias governamentais e decisórias, pois o acesso regular à água de qualidade deve ser objeto e um dos objetivos de políticas estatais.

Neste artigo, são expostos cenários variados, e mesmo os menos favoráveis ainda são promissores no sentido de contribuir para o abastecimento de água. Mas, o que fazer? No desenvolvimento de pesquisas, importa considerar a distância entre o tempo da ciência e o da política estatal e, sobretudo, num país no qual a cultura política é forjada no patronato político, que fortalece o instituto do assistencialismo e banaliza o voto. Torna-se, portanto, desafiador para a sociedade civil ter suas demandas traduzidas em políticas públicas. E o desafio é ainda maior para o pesquisador que tentar sondá-las, pois ele corre o risco de sonhar pela comunidade. O fato é que há potencial, resta saber se há interesse político. É a questão que norteará os próximos capítulos.

Referências

BATISTA, L. M.; NEU, V.; MEYER, L. F. F. Água de chuva: uma alternativa para comunidades rurais no estado do Pará. **Revista Tecnologia e Sociedade**. v. 18, n. 54, 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/14779>. Acesso em 22 de fevereiro, 2023.

BERNARDES, R. S.; COSTA, A. A. D. da; BERNARDES, C. Projeto Sanear Amazônia: tecnologias sociais e protagonismo das comunidades mudam qualidade de vida nas reservas extrativistas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 48, p. 263-280, 2018.

BRUNO, E. L. R.; LIMA, J. R. T.; ARAÚJO, A. H. S. Convivência com o semiárido: uma análise sobre os projetos desenvolvidos pela associação programa um milhão de cisternas. **Revista Economia Política do Desenvolvimento**, v. 10, n. 23, p. 59-84, 2019.

FOSTER, J. B. **La ecología de Marx: materialismo y naturaleza**. Editorial El Viejo Topo, 2004.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS (FAPESPA). Anuário Estatístico do Pará 2018. **Unidades de conservação do Pará 2016**. Disponível em: https://www.fapespa.pa.gov.br/sistemas/anuario2018/tabelas/meioambiente/tab_4.6_unidades_de_conservacao_do_estado_do_para_2016.htm. Acesso em 18 de agosto, 2022.

GHISI, E.; CORDOVA, M. M. Netuno 4. **Programa computacional**. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil. 2014. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/>. Acesso em: 30 de janeiro, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/macapa/pesquisa/23/26170>. Acesso em 18 de maio, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e estados**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa.html>. Acesso em 18 de agosto de 2022b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas da população**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>. Acesso em 17 de agosto, 2022a.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM). **Projeto Nossa Água**: melhorando a qualidade de vida da população rural do oeste do Pará. 2015. Disponível em: <https://ipam.org.br/projeto-nossa-agua-melhorando-a-qualidade-de-vida-da-populacao-rural-do-oeste-do-para/>. Acesso em: 07 de outubro, 2022.

INSTITUTO TRATA BRASIL (ITB). **Painel Saneamento Brasil**. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/>. Acesso em 30 de janeiro, 2023.

JEAN, J. Captação e armazenamento de água de chuva como tecnologia de convivência com o Semiárido. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 3, p. 43-43, 2021.

LOBO, M. A. A. *et al.* Avaliação econômica de tecnologias sociais aplicadas à promoção de saúde: abastecimento de água por sistema Sodis em comunidades ribeirinhas da Amazônia. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**. V. 18, n. 7, p. 2119-2127, 2013.

MACÊDO, R. N. de. Governo Bolsonaro e o desmonte do programa cisternas no semiárido brasileiro. *In*: ZIMMERMANN, C. R.; CRUZ, D. U. da. (Eds.). **Políticas sociais no Governo Bolsonaro: entre descasos, retrocessos e desmontes**. CLACSO. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/j.ctv2v88c2n>. Acesso em 31 de janeiro, 2023.

MARTINS, J. L. *et al.* Potencial de aproveitamento de água da chuva no município de Abaetetuba-PA. **ITEGAM-JETIA**. V. 03, n. 10, p. 70-73, 2017. Disponível em <http://itegam-jetia.org/journal/index.php/jetia/article/view/96/216>. Acesso em 07 de outubro, 2022.

MORAES, B. C. de. *et al.* Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazônica**, v. 35, p. 207-214, 2005.

NEU, V. *et al.* Água da chuva para consumo humano: estudo de caso na Amazônia Oriental. **Inclusão Social**. Brasília, DF, v.12 n.1, p.183-198, 2018.

NEU, V. *et al.* Água da chuva: abastecimento descentralizado e qualidade de vida para comunidades ribeirinhas da região insular de Belém. *In*: NEU, V.; GUEDES, V. M.; ARAÚJO, M.G.S. (org.). **Sustentabilidade e sociobiodiversidade na Amazônia**: integrando ensino, pesquisa e extensão na região insular de Belém. Belém: Edufra, 2016. p. 65-86.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Guidelines for Drinking-water Quality**. Fourth Edition Incorporating the First Addendum. 2017. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>. Acesso em 05 de junho, 2022.

SANTOS, K. de S. et al. Saneamento ambiental em área insular: o aproveitamento das águas pluviais como melhoria em uma comunidade ribeirinha amazônica. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 3, p. 726-741, 2020.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE O SANEAMENTO (SNIS). 2020. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em 10 de maio, 2022.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis: diretrizes básicas para um projeto. **Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água da Chuva**, v. 6, 2007.

UNICEF. **The Human Right to Water and Sanitation**. Geneva: United Nations; 2015. Disponível em: https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief.pdf. Acesso em: 15 de janeiro, 2021.

VELOSO, N. da S. L. *et al.* Água da chuva para abastecimento na Amazônia. **Movendo Ideias**, v. 17 (1), p. 86-101, 2012.

VIANA, I. L. B. *et al.* Banheiro seco como alternativa sanitária e ecológica: levantamento das implementações no Brasil. **Meio Ambiente (Brasil)**, v.2, n.4, p.84 - 104. 2020.

3 VIABILIDADE ECONÔMICA DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA COMUNIDADES RURAIS NA AMAZÔNIA PARAENSE

Resumo

A implementação bem-sucedida de tecnologias sociais como método titular para o abastecimento seguro e regular de água pode significar também uma proposta de economia aos cofres públicos. Com base em um estudo de caso sobre o método de abastecimento de água de uma comunidade ribeirinha amazônica, o presente artigo desenvolve uma comparação entre o método atualmente adotado na comunidade com a proposta de utilização de Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva (SAAC). A proposta de uso de SAAC demonstra grandes vantagens econômicas ao orçamento do município, sobretudo em horizontes de médio e longo prazo. Em comparação com o modelo atual de abastecimento por distribuição de galões, em um cenário de 20 anos, esta economia pode chegar a 35% (aproximadamente R\$ 312 mil) dos custos dispendidos. De todo modo, esta possibilidade de geração de economia pode ser vista ainda como oportunidade para o investimento em outras estruturas de saneamento, potencializando assim os esforços para a universalização deste setor prioritário.

Palavras-chave: dimensionamento econômico; água potável na amazônia; tecnologias sociais.

Abstract

The successful implementation of social technologies as a titular method for safe and regular supply of water supply can also mean a savings proposition for public coffers. Based on a case study on the water supply method of an Amazonian riverside Community, the present article develops a comparison between the currently method adopted in the community and the proposed use of Rainwater Harvesting Systems (RWHS). The proposed use of RWHS shows major economic advantages to the municipal budget, especially in medium and long term horizons. In comparison to the current model of supply by gallon distribution, in a 20-year scenario, this savings can reach 35% (approximately R\$ 312 thousand) of the expended costs. Withal, this possibility of generating savings can also be seen as na opportunity to the investment in other satitation structures, thus enhancing the efforts for the universalization of this priority sector.

Key-words: economic sizing; potable water in the amazon; social technologies.

3.1 Introdução

O saneamento exerce uma forte relação em aspectos da vida humana que vão muito além dos quatro elementos básicos da sua composição – ditados pela legislação brasileira (Lei Federal nº 11.445/2007). A questão não se limita apenas ao conforto e qualidade de vida sobre a coleta semanal dos resíduos, a drenagem eficiente das águas pluviais de forma a não atrapalhar o fluxo de veículos e pedestres, ou mesmo à disposição abundante e imediata de água para os usos cotidianos. A condição sanitária é capaz de impor limites até mesmo ao potencial de desenvolvimento de uma população, em diferentes circunstâncias, sejam sociais, econômicas, políticas, de saúde e muitas outras (SOBRINHO et al., 2021).

Na Amazônia, os povos tradicionais, que incluem por exemplo indígenas, quilombolas e ribeirinhos, caracterizados por Populações do Campo, Floresta e Águas (PCFA), são alguns dos principais afetados pela ineficácia e inexistência de sistemas seguros e regulares de atendimento às demandas de água potável. Para estas pessoas, esse desafio supera o aspecto unicamente sanitário e se estende a questões voltadas à expectativa e qualidade de vida, autonomia, pertencimento e a oportunidades de ascensão, de homens e mulheres em todas as idades.

No que diz respeito ao abastecimento público de água, embora o Brasil disponha de ao menos 1.342 fornecedoras deste serviço, na região Norte a cobertura atinge apenas 60 % da população, que na sua maioria, vivem em centros urbanos, deixando de garantir o direito de acesso a mais de 7 milhões de pessoas (SNIS, 2022). Além disso, os mecanismos convencionais de abastecimento muitas vezes não são apropriados para o atendimento de comunidades rurais, por motivos de ordens estruturais, logísticas, financeiras, culturais ou de gestão. Para estes cidadãos, as esperanças estão nas opções alternativas, abrindo assim um importante espaço para o avanço de inovações tecnológicas, como as Tecnologias Sociais (TS).

Sob os princípios fundamentais das Tecnologias Sociais, os Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva (SAAC) são reconhecidos pela capacidade de adaptação e ambientação à diferentes áreas de implementação e aos costumes locais, bem como a geração de qualidade de vida na solução de problemas públicos. Fundamentada

na técnica milenar de captação das águas pluviais, esta alternativa contribui ao longo de séculos com a garantia do recurso hídrico fundamental para demandas cotidianas básicas, como a própria dessedentação humana e dos animais, além do preparo de alimentos, higienização pessoal e dos lares (TOMAZ, 2003; BATISTA et al., 2021).

O investimento seguro sobre esta opção alternativa, como política pública efetiva na garantia de acesso a água, necessita ainda de análises precisas sobre o potencial econômico, em uma relação de custo-benefício voltada à solução do problema público. Nesse sentido, como objetivo central deste capítulo buscamos, em termos práticos, entender, sob uma ótica econômico-financeira, a potencialidade de adoção do uso e manejo de águas pluviais como opção efetiva para o abastecimento unifamiliar de água potável na região amazônica.

Para tanto, adotamos como referência a realização de um estudo de caso sobre a comunidade ribeirinha localizada no canal Furo Grande, na Ilha das Onças, pertencente ao município de Barcarena, estado do Pará. Por meio desta pesquisa, buscamos dimensionar o potencial impacto orçamentário desta medida, prevendo ainda a oportunidade de economia futura no orçamento do município (neste caso, titular do saneamento), considerando uma possível atualização do método efetivo de abastecimento das demandas locais de água potável.

3.2 Material e Métodos

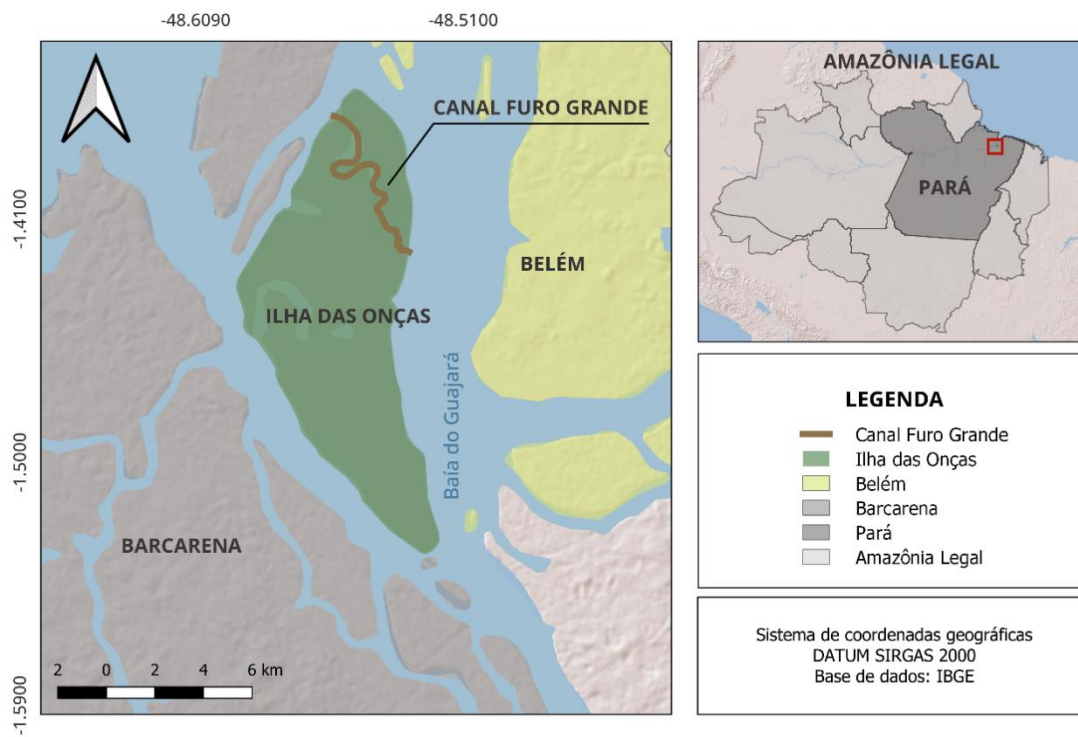
3.2.1 Área de estudo

No presente estudo de caso, consideramos um recorte na região amazônica, usando como referência a situação problema de uma comunidade ribeirinha, localizada na porção insular do município de Barcarena, estado do Pará. A comunidade do Canal Furo Grande, na Ilha das Onças, está situada a aproximadamente 5 km de distância da cidade de Belém. Encontrada no estuário amazônico, à margem esquerda da Baía do Guajará, a Ilha das Onças é drenada por diversos rios e canais que permitem a circulação de embarcações pesqueiras e de transporte (Figura 7) (NEU et al., 2016).

Com 96 km² esta ilha é a terceira maior ilha que permeia a capital paraense, Belém, sendo superada apenas pelas ilhas de Mosqueiro e Outeiro

(SCHALLENBERGUER, 2010). Não existe uma estimativa populacional precisa para a Ilha das Onças, embora os moradores suponham um número superior a 3 mil pessoas.

Figura 8 - Mapa de localização do Furo Grande, na Ilha das Onças – Barcarena/Pará.



Fonte: Elaborado pelo autor.

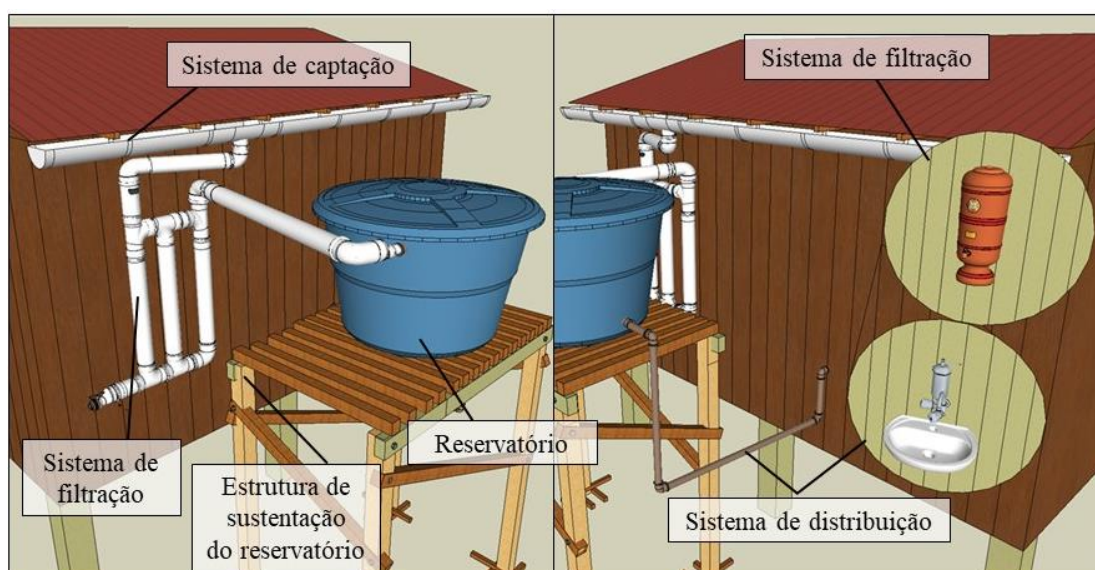
3.2.2 Coleta e análise dos dados

Para o levantamento de custos e realização de um orçamento dos sistemas, se fez necessária a identificação dos componentes básicos da tecnologia proposta. A revisão de literatura foi o método adotado para o reconhecimento destes elementos. A literatura foi composta majoritariamente de estudos científicos, desenvolvidos sobretudo na região amazônica, e com satisfatórios critérios de relevância na perspectiva de universalização do saneamento. O banco de dados do Laboratório de Hidrobiogeoquímica (HBGQ) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), responsável pela implantação da tecnologia na Ilha das Onças, também foi consultado para coleta de dados. As informações foram consultadas ainda em livros, artigos, teses e dissertações, além de outras bases de dados referentes a iniciativas públicas neste segmento.

Após a identificação dos componentes da tecnologia, foi realizada uma listagem dos materiais, separado-os pelas categorias: i) reservatório de água; ii) estrutura de

sustentação do reservatório; iii) sistema de captação; iv) sistema de distribuição; e v) sistema de filtração (Figura 9). A descrição dos materiais foi acompanhada de um levantamento do valor de comercialização dos produtos, com base no mês de fevereiro de 2023. Para a pesquisa de preços, foram priorizados fornecedores da Região Metropolitana de Belém, ou alternativamente em lojas virtuais que oferecem produtos não disponíveis na região de Belém. Quando possível, foram levantados os preços dos itens com mais de uma opção de cotação, sendo, ao final, realizada uma média destes valores encontrados para a composição do orçamento.

Figura 9 - Ilustração dos componentes básicos de um sistema de aproveitamento de água de chuva padrão.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Paralelo ao levantamento de preços, foi realizada uma estimativa de durabilidade dos materiais associados à tecnologia, utilizando como referência informações oferecidas por fabricantes dos produtos selecionados. Estudos científicos voltados para a resistência dos materiais também foram considerados, permitindo estimativas para o tempo relativo da necessidade de manutenções, além de uma previsão de validade da tecnologia. Os resultados foram agregados na avaliação geral da relação benefício-custo de iniciativas no setor.

Para a construção do estudo de caso adotou-se como primeiro passo a identificação do perfil socioeconômico da comunidade do Furo Grande, seguido da contagem visual das residências e validação com auxílio do programa Google Earth, a partir de imagens Landsat/Copernicus, do dia 04 de agosto de 2022. Um mapa foi produzido com os recursos de layout do software QGis, versão 3.28.2. As dúvidas sobre

as estruturas construídas ao longo do canal Furo Grande (se representavam de fato residências ocupadas), foram esclarecidas *in loco*, em uma expedição à comunidade ocorrida no dia 22 de fevereiro de 2023 (Figura 10).

Figura 10 - Expedição ao canal Furo Grande, Ilha das Onças.



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Na etapa subsequente foram realizadas pesquisas documentais e entrevistas para a compreensão global da condução econômica do Estado, no que diz respeito a garantia do direito de acesso à água de qualidade na região. Neste ponto, a principal fonte adotada para as informações utilizadas foi a entrevista realizada com o coordenador do Programa de Distribuição de Água Tratada (PRODAT), na região de ilhas administradas pelo município de Barcarena - PA, o sr. Wandernilson Francisco Soares (Apêndices A, B).

Em posse dos resultados das estimativas orçamentárias referentes aos SAAC, bem como os valores levantados dos custos de execução da atual medida titular de abastecimento de água na comunidade, foi possível realizar comparações entre as duas opções e projetar ainda possibilidades de economia e tempo de retorno. Para tanto, adotou-se como referência uma proposta de iniciativa pública de reformulação no método titular de atendimento das famílias em um cenário de 20 anos.

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Estimativa orçamentária de Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva

Para o presente estudo optou-se por estimar os custos de sistemas simplificados, com apenas um reservatório, visando critérios de adaptabilidade, acessibilidade, autonomia e custo-benefício. No entanto, é comum que SAAC sejam construídos com dois reservatórios para armazenamento da água (superior e inferior). São raros os casos unifamiliares com mais de dois reservatórios. Normalmente, estes são os itens de maior valor no orçamento destas tecnologias (Tabela 2).

Tabela 2 - Orçamento de caixas d'água para reservatório do sistema de aproveitamento de água de chuva.

| Material | Loja 1 | Loja 2 | Preço médio |
|-----------------------------------|---------------|---------------|--------------------|
| Caixa d'água polietileno (500 L) | R\$ 249,90 | R\$ 332,11 | R\$ 291,00 |
| Caixa d'água polietileno (1000 L) | R\$ 459,90 | R\$ 529,90 | R\$ 494,90 |
| Caixa d'água polietileno (2000 L) | R\$ 1.599,90 | R\$ 1.480,90 | R\$ 1.540,40 |
| Caixa d'água polietileno (3000 L) | R\$ 2.299,90 | R\$ 1.958,42 | R\$ 2.128,71 |
| Caixa d'água polietileno (5000 L) | R\$ 3.809,90 | R\$ 3.300,79 | R\$ 3.555,35 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Algumas estruturas utilizam reservatórios em alvenaria, alteados ou construídos no próprio solo, como o caso comum das cisternas do Programa 1 Milhão de Cisternas (P1MC) no semiárido brasileiro. Todavia, acreditamos não ser este o caso ideal para zonas rurais na Amazônia, por ser importante considerar que a escolha do tipo de material usado na estrutura de sustentação influencia diferentes aspectos, como a capacidade de deslocamento dos sistemas², a resistência e a necessidade de manutenções.

Os materiais utilizados para construir as estruturas de sustentação dos reservatórios podem ser em madeira ou alvenaria. A escolha vai de acordo com os critérios citados anteriormente, além da limitação de recursos (Tabelas 3 e 4). Concernente a isso, muitas pesquisas inovadoras têm apostado no desenvolvimento de métodos mais sustentáveis para este tipo de construções, objetivando técnicas menos

² A mudança de local das residências é uma prática comum em ambientes rurais na Amazônia, a exemplo das comunidades ribeirinhas, que são periodicamente afetadas por fenômenos ambientais, das terras caídas, os fenômenos de marés, enchentes, deslizamentos etc.

agressivas ao ambiente e em melhores condições de custo-benefício (SANTOS; CHAVES JUNIOR; BARBOSA, 2020; MARTINS; LEME, 2019).

Tabela 3 - Materiais necessários e orçamento para uma estrutura básica, em madeira, de sustentação de um reservatório de água.

| Material | Quantidade | Loja 1 (unidade) | Loja 2 (unidade) | Valor Total (preço médio) |
|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| Esteio 4x4” – Anelím (4m) | 4 | R\$ 160,00 | R\$ 180,00 | R\$ 680,00 |
| Flexal 4x2” - Anelím (4m) | 1 | R\$ 65,00 | R\$ 65,00 | R\$ 65,00 |
| Tábua 1” – Sucupira | 8 | R\$ 33,33 | R\$ 30,00 | R\$ 253,32 |
| Barra rosqueável 3x8 | 1 | R\$ 18,00 | R\$ 18,00 | R\$ 18,00 |
| Porca sextavada 3x8 | 8 | R\$ 0,50 | R\$ 0,60 | R\$ 4,40 |
| Arruela lisa 3x8 | 8 | R\$ 0,40 | R\$ 0,50 | R\$ 3,60 |
| Prego 3x9 (kg) | 1 | R\$ 22,00 | R\$ 25,00 | R\$ 23,50 |
| VALOR TOTAL DO CONJUNTO | | | | R\$ 1.047,82 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4 - Materiais necessários e orçamento para uma estrutura básica, em alvenaria, de sustentação de um reservatório de água.

| Material | Quant. | Valor Unid. Loja 1 | Valor Unid. Loja 2 | Valor Total (preço médio) |
|--------------------------------|---------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Vara de ferro 5.0 | 10 | R\$ 26,00 | R\$ 24,50 | R\$ 252,50 |
| Vara de ferro 8.0 (5/16) | 5 | R\$ 52,00 | R\$ 49,50 | R\$ 253,75 |
| Vara de ferro 10.0 (3/8) | 6 | R\$ 70,00 | R\$ 74,50 | R\$ 433,50 |
| Arame recozido (kg) | 3 | R\$ 25,00 | R\$ 23,00 | R\$ 72,00 |
| Prego 2x12 (16 X 21) (kg) | 3 | R\$ 22,00 | R\$ 25,00 | R\$ 70,50 |
| Prego 3x9 (19 X 33) (kg) | 1 | R\$ 20,00 | R\$ 25,00 | R\$ 22,50 |
| Tábua branca (dúzia) | 3 | R\$ 95,00 | R\$ 85,00 | R\$ 270,00 |
| Ripão branco (dúzia) | 2 | R\$ 60,00 | R\$ 60,00 | R\$ 120,00 |
| Cimento (saca) | 10 | R\$ 58,00 | R\$ 52,00 | R\$ 550,00 |
| Seixo (metro) | 2 | R\$ 250,00 | R\$ 230,00 | R\$ 480,00 |
| Areia (metro) | 1,5 | R\$ 130,00 | R\$ 110,00 | R\$ 180,00 |
| VALOR TOTAL DO CONJUNTO | | | | R\$ 2.704,75 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

O preço médio dos materiais para a estrutura de captação dos sistemas foi determinado a partir de duas opções de fornecedores, ambos sedeados no município de Belém (PA) e dispo de gratuidades no serviço de frete dos produtos (Tabela 5).

Tabela 5 - Materiais necessários e orçamento para estrutura de captação dos sistemas de aproveitamento de água de chuva.

| Material | Quant. | Valor unid. Loja 1 | Valor Unid. Loja 2 | Valor total (preço médio) |
|--------------------------------------|---------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Calha Perfil (170 mm / 3 M) | 2 | R\$ 191,50 | R\$ 193,22 | R\$ 384,72 |
| Calha Cabeceira Direita (170 mm) | 1 | R\$ 16,09 | R\$ 19,90 | R\$ 18,40 |
| Calha Cabeceira Esquerda (170 mm) | 1 | R\$ 23,90 | R\$ 30,90 | R\$ 27,40 |
| Suporte para Calha | 9 | R\$ 17,90 | R\$ 26,90 | R\$ 201,60 |
| Calha Bocal (170 mm) | 1 | R\$ 76,90 | R\$ 97,90 | R\$ 87,40 |
| Calha Emenda (170 mm) | 1 | R\$ 27,00 | R\$ 59,90 | R\$ 43,45 |
| Vedação para Calha (170 mm) | 5 | R\$ 8,35 | R\$ 1,90 | R\$ 26,00 |
| VALOR TOTAL DO CONJUNTO | | | | R\$ 788,97 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os valores de referência dos materiais listados para o sistema de distribuição de água, bem como no caso do sistema de captação, foram orçados para compras individuais (Tabela 6). É factível a obtenção de melhores preços sob a compra dos itens em conjunto e, sobretudo, em grandes quantidades.

Tabela 6 - Materiais necessários e orçamento para a estrutura de distribuição dos sistemas de aproveitamento de água de chuva.

Continua

| Materiais | Quantidades | Valor unitário | Valor Total |
|--|--------------------|---------------------------|--------------------|
| Tubo PVC esgoto (50 mm x 6 m) | 1 | R\$ 85,90 | R\$ 85,90 |
| Tubo PVC hidráulico (25 mm x 6 m) | 2 | R\$ 21,12 | R\$ 42,24 |
| Joelho PVC (90° x 50 mm) | 1 | R\$ 3,90 | R\$3,90 |
| Joelho PVC (90 ° x 25 mm) | 3 | R\$ 1,00 | R\$ 3,00 |
| Bucha Redução PVC (50 x 25 mm) | 1 | R\$ 3,33 | R\$ 3,33 |
| Adaptador com flange (50 mm x 1.1/2") | 2 | R\$ 39,90 | R\$ 79,80 |
| Adaptador com flange (20 mm X 1/2") | 1 | R\$ 7,50 | R\$ 7,50 |

| Materiais | Quantidades | Valor unitário | Valor Total |
|--------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| Torneira 1/2" | 1 | R\$ 4,40 | R\$ 4,40 |
| Anel de vedação (50 mm) | 2 | R\$ 1,65 | R\$ 3,30 |
| Fita veda rosca | 1 | R\$ 2,90 | R\$ 2,90 |
| Adesivo p/ cano PVC (17g) | 1 | R\$ 3,99 | R\$ 3,99 |
| VALOR TOTAL DO CONJUNTO | | | R\$ 240,26 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Existem diferentes modelos de tecnologias de aproveitamento de água de chuva difundidos no mercado e na comunidade científica, com objetivos de atingir ou não a potabilidade da água. No primeiro caso, são necessários alguns componentes adicionais que, eventualmente, alteram os valores de custos relacionados à implementação desses sistemas.

Sistemas que tem por objetivo o consumo humano, exigem uma adequação para garantir a potabilidade da água. Para isso, existe uma série de parâmetros físicos, químicos e biológicos, regulamentados pela Portaria GM/MS nº 888 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021). O uso de dispositivos de desvio dos primeiros litros de água de chuva surge como medida indispensável à garantia da qualidade da água. Estes dispositivos constituem parte do sistema teto-ductos-cisterna e são baseados em conceitos hidráulicos, como os princípios dos vasos comunicantes e do fecho hídrico (LIMA, 2012). Apesar da qualidade da água de chuva na Amazônia não apresentar significativa poluição/contaminação (NEU et al., 2018) é essencial o uso de sistemas de filtração, especialmente para a garantir a não contaminação biológica, para o consumo humano.

Existem diferentes mecanismos para desviar os primeiros litros de água de chuva difundidos e atestados. No estudo de SILVA et al. (2017), em uma comparação entre três diferentes dispositivos (analisando parâmetros físico-químicos e microrganismos patogênicos), todos apresentaram resultados satisfatórios, em termos de qualidade da água e atendimento a legislação brasileira. Por uma questão de comodidade e facilidade no manejo, optou-se pelo DesviUFPE (ALVES et al., 2014) como componente do sistema dimensionado nesta pesquisa (Figura 11).

Figura 11 - Dispositivo de desvio das primeiras águas de chuva DesviUFPE.



Fonte: Da Silva et al. (2017).

O desvio UFPE é um dispositivo utilizado para acumular a água que lava a atmosfera, telhado e calhas, evitando, assim, a contaminação da água na cisterna, funcionando como uma barreira sanitária (LIMA, 2012). Os custos relacionados à implementação deste sistema são justificados pelos benefícios associados (Tabela 7).

Tabela 7 - Materiais necessários e orçamento para o DesviUFPE.

| Materiais | Quantidades | Valor unitário | Valor Total |
|---------------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| Tubo PCV esgoto (100 mm x 6 m) | 2 | R\$ 99,90 | R\$ 199,80 |
| Joelho PVC (90° x 100 mm) | 5 | R\$ 7,90 | R\$ 39,50 |
| Bucha Redução PVC (100 x 50 mm) | 2 | R\$ 18,20 | R\$ 36,40 |
| Luva PVC (100 mm) | 4 | R\$ 5,90 | R\$ 23,60 |
| Adaptador com flange (50 mm x 1.1/2") | 1 | R\$ 39,90 | R\$ 39,90 |
| Registro de esfera Soldável (50 mm) | 1 | R\$ 42,90 | R\$ 42,90 |
| Tê esgoto (100 x 100 mm) | 5 | R\$ 19,50 | R\$ 97,50 |
| VALOR TOTAL DO CONJUNTO | | | R\$ 479,60 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Outro método complementar de filtração muito comum requer a utilização de filtros de barro para tratamento da água, com diferentes tipos de velas, como a vela de carvão ativado, reconhecida como uma das técnicas de maior eficiência no mercado

(INGRAM, 2011). As vantagens do uso desse tipo de vela e filtro estão associadas a melhora da turbidez, sabor e diminuição de odores, além da eficácia na remoção de cloro (TAVARES et al., 2020). O valor relativo a este método é de cerca de R\$ 228,98 (Tabela 8).

Tabela 8 - Materiais necessários e orçamento para filtração de água em sistemas de aproveitamento de água de chuva.

| Materiais | Loja 1 | Loja 2 | Preço médio |
|------------------------------------|---------------|---------------|--------------------|
| Filtro de barro 10 L (cerâmica) | R\$ 250,80 | R\$ 180, 15 | R\$ 215,48 |
| Vela de carvão ativado | R\$ 9,99 | R\$ 17,00 | R\$ 13,50 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

De modo geral, ambos os métodos de filtração aqui citados podem ser utilizados em conjunto em SAAC, de forma a se complementarem. Além disso, o uso do hipoclorito de sódio é outra recomendação do Ministério da Saúde (MS), como alternativa para eliminação de microrganismos que causam doenças de vinculação hídrica, como diarreia, amebíase e hepatite infecciosa (MS, 2018).

Diferentes pesquisas associadas ao Laboratório de Hidrobiogeoquímica da UFRA buscam promover melhorias nos sistemas de filtração de tecnologias sociais de manejo de água de chuva. Outra ferramenta opcional para o processo de filtragem da água com uso de vela de carvão ativado é um filtro artesanal desenvolvido pelo laboratório para distribuição aos beneficiários de SAAC, visando a garantia da qualidade da água dos SAAC (Figura 12). Além disso, o uso de um novo dispositivo para o descarte da primeira água, atualmente em processo de patente, também objetiva ganhos em qualidade do recurso e redução dos custos agregados ao sistema.

Figura 12 - Filtro em material polipropileno termoformado, com vela de carvão ativado, utilizado para filtração de água em sistemas de aproveitamento de água de chuva.



Fonte: Banco de dados do Laboratório de Hidrobiogeoquímica da Universidade Federal Rural da Amazônia.

Os valores de referência dos diferentes elementos orçados para os sistemas podem estar sujeitos a alterações devido a oscilações da moeda ao longo do tempo, além de eventuais custos de frete. Importa ressaltar que em alguns casos preços melhores podem ser oferecidos para compras em maiores quantidades, bem como em compras feitas em comércios locais.

A proposta de adoção de um novo padrão para o abastecimento das residências do canal Furo Grande, via água de chuva, envolve o uso de reservatório com volume médio de 2.000 litros, a utilização de uma base de sustentação em madeira e sistemas de filtração do tipo DesviUFPE junto ao filtro de barro com vela de carvão ativado. Modelo similar a este foi estudado e implementado por Neu et al., (2016, 2018). Com base nos valores levantados, o sistema completo seria avaliado em R\$ 4.326,01, com referência ao mês de fevereiro de 2023.

3.3.2 Durabilidade dos elementos que compõem os Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva

Um dos materiais mais encontrados na composição das cisternas de armazenamento é o polietileno, caracterizado por uma alta durabilidade e uma vida útil de cerca de 30 anos. O método de instalação do reservatório também influencia na sua

conservação, devendo-se evitar, por exemplo, o aterramento e o assentamento diretamente sob o solo e sob terrenos arenosos e/ou desnivelados. Comumente, a indústria dispõe de cerca de 5 anos de garantia neste tipo de produto (FORTLEV, 2022).

As estruturas de captação e distribuição em PVC também apresentam um longo ciclo de vida útil, por volta de 60 anos. A exposição desse material ao sol interfere ligeiramente na durabilidade (KRONA, 2021). Os filtros de barro com velas de carvão ativado, recomendados para o tratamento da água, não possuem validade estimada ou recomendada pelas fabricantes, encontrando-se na literatura apenas algumas referências baseadas em experimentos que indicam a necessidade de substituição entre 3 e 5 anos, a depender do uso. Corriqueiramente, um dos principais motivos para a troca destes filtros é a quebra acidental.

No caso das velas de carvão ativado, de acordo com as notas técnicas dos fabricantes das opções selecionadas nesse estudo, recomenda-se a substituição após 500 a 3000 litros de água filtrada ou com uso de até 6 meses, especialmente quando utilizados para o consumo humano.

O tipo de material usado na estrutura de sustentação dos reservatórios também determina a durabilidade da tecnologia. Os conhecimentos tradicionais de populações rurais na Amazônia sugerem que, para estruturas em madeira devam ser priorizadas aquelas com boa resistência à exposição no ambiente (resistência aos organismos xilófagos). Alguns exemplos seriam o Angelim (*Dinizia excelsa Ducke*), o Cumarú (*Dipteryx odorata*), a Sucupira (*Diplopteryx purpurea*), e o Acapú (*Vouacapoua americana*), de fácil acesso na região.

A madeira dessas espécies tem durabilidade entre 10 e 12 anos (JESUS et al., 1998; SUDAM/IPT, 1981). A exposição à fortes chuvas e intensos raios solares, junto a possibilidade de estabelecimento em ambientes predominantemente úmidos (*e.g.*: várzea amazônica), são alguns dos fatores limitantes. Para as estruturas em concreto, segundo a norma de desempenho ABNT NBR 15575, a Vida Útil do Projeto (VUP) deve considerar tempo igual ou superior a 50 anos.

De todo modo, a longevidade de um SAAC está diretamente relacionada aos cuidados dos usuários com a tecnologia, bem como a qualidade dos materiais dos seus diferentes elementos componentes. As etapas de higienização regular dos reservatórios e das unidades de captação e distribuição, e ainda a exposição das estruturas ao ambiente natural (sol e chuva), também são fundamentais na determinação do tempo de durabilidade.

Em projeções para o uso dos SAAC por ao menos 20 anos, a utilização de madeira requer ao menos uma troca completa da estrutura de sustentação do reservatório de água (após 10 anos). Embora os custos imediatos das estruturas em madeira sejam significativamente menores, especificamente em termos econômicos, as vantagens em se utilizar estruturas em alvenaria se justificam apenas em projeções para 30 anos ou mais (Tabela 9).

Tabela 9 - Valores de mercado de componentes básicos de sistemas de aproveitamento de água de chuva.

| Elementos do sistema | Durabilidade Estimada | Quantidade necessária | Valor imediato agregado | Valor Final (20 anos) * |
|---|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Reservatório <i>Caixa d'água polietileno (2000 L)</i> | 30 anos | 1 | R\$ 1.540,40 | R\$ 1.540,40 |
| Estrutura de sustentação do reservatório <i>em madeira</i> | 10 a 12 anos | 2 | R\$ 1.047,82 | R\$ 2.095,64 |
| Estrutura de sustentação do reservatório <i>em alvenaria</i> | 50 anos | 1 | R\$ 2.704,75 | R\$ 2.704,75 |
| Sistema de captação <i>predominantemente em material PVC</i> | 60 anos | 1 | R\$ 788,95 | R\$ 788,95 |
| Sistema de distribuição <i>predominantemente em material PVC</i> | 60 anos | 1 | R\$ 240,26 | R\$ 240,26 |
| Sistema de Filtração (DesviUFPE) <i>predominantemente em material PVC</i> | 60 anos | 1 | R\$ 479,60 | R\$ 479,60 |
| Sistema de Filtração <i>Filtro de barro</i> | 5 anos | 4 | R\$ 215,48 | R\$ 861,92 |
| Sistema de Filtração <i>vela de carvão ativado</i> | 6 meses | 40 | R\$ 13,50 | R\$ 540,00 |
| Valor total do sistema (com estrutura em alvenaria) - projeto para 20 anos | | | R\$ 7.155,88 | |
| Valor total do SAAC (com estrutura em madeira) - projeto para 20 anos | | | R\$ 6.546,77 | |

Nota: * Valores agregados aos elementos necessários para sistemas projetados à uma vida útil de ao menos 20 anos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3.3 Estudo de caso

A contagem das edificações na comunidade do Furo Grande resultou na identificação de ao menos 89 imóveis ao longo de mais de 10,4 km, entre residências, igrejas e outras construções (Figura 13). Uma das principais características do lugar é o distanciamento entre os imóveis, contrastando com uma densidade de 8,55 residências/quilômetro de extensão do Furo. Em pontos onde concentram-se duas ou mais residências, normalmente estas pertencem a parentes próximos. No geral, as edificações são construídas em madeira, com telhados do tipo barro (cerâmica) ou fibrocimento, em raros casos superando áreas de 100 m². Devido à natureza do solo típico de várzea (úmido) e do contato frequente com as águas da Baía do Guajará, as estruturas são alteadas, no estilo palafitas.

Figura 13 - Contagem dos imóveis ribeirinhos na comunidade do Furo Grande, Ilha das Onças: a) por imagens de satélite; e b), c) por identificação visual *in loco*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em vista a escassez (sobretudo econômica) de acesso a água potável na Ilha das Onças, no ano 2005 a Prefeitura de Barcarena deu início ao projeto intitulado Programa de Distribuição de Água Tratada (PRODAT), visando a implementação de um mecanismo de distribuição de água tratada na região de ilhas sob seu domínio. Com cerne

em uma assembleia para a implementação do Plano Diretor do município, foi apenas no ano de 2013 que o PRODAT foi expandido, passando a atender a maior parte das comunidades ribeirinhas da região (no presente são 95%). Atualmente o projeto atinge cerca de 85 comunidades, sendo mais de 2300 famílias.

Ao todo, a prefeitura distribui 3 galões de água com 20 litros para cada família, duas vezes por semana, totalizando 120 litros semanais. Segundo relatos de beneficiários deste projeto, não são disponibilizados aos usuários informações sobre a qualidade da água, como resultados de testes em parâmetros determinantes para a potabilidade.

O Programa prevê ainda um dispêndio mensal de cerca de 113 mil reais com a contratação de 87 barqueiros e 4 fiscais para o cumprimento das atividades. Objetivamente, são priorizados contratos com moradores locais, resultando em uma injeção anual de mais de 1,3 milhões de reais na economia local. A origem financeira na aplicação e destinação para o acontecimento do projeto fica a cargo da Prefeitura Municipal de Barcarena (PMB), através da Secretaria Municipal de Administração e Tesouro (SEMAT). Ademais, a administração das atividades acontece com a atuação de um servidor municipal, responsável por acompanhar toda a logística de execução, supervisão e coordenação do projeto.

Devido à grande extensão do Canal Furo Grande é necessário a contratação de 3 barqueiros para o abastecimento dos ao menos 89 imóveis desta comunidade. O custo, portanto, com a adoção deste método de abastecimento de água gera uma despesa anual de R\$ 44.767,59 aos cofres do município (Tabela 10).

Tabela 10 - Despesas com o método atual de distribuição de água para o abastecimento das famílias do Furo Grande.

| Trajetos | Valor mensal | Valor anual |
|---|---------------------|----------------------|
| Transporte de água tratada coletada no posto de abastecimento da localidade do Flecheira, na ilha Arapiranga, para abastecimento das famílias do Furo Grande (parte I). | R\$ 1.243,53 | R\$ 14.922,53 |
| Transporte de água tratada coletada no posto de abastecimento da localidade do Flecheira, na ilha Arapiranga, para abastecimento das famílias do Furo Grande (parte II). | R\$ 1.243,53 | R\$ 14.922,53 |
| Transporte de água tratada coletada no posto de abastecimento do Cafezal, para abastecimento das famílias do Furo Grande (parte III). | R\$ 1.243,53 | R\$ 14.922,53 |
| VALOR TOTAL | R\$ 3.730,59 | R\$ 44.767,59 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparativamente, os resultados indicam diferenças de valor entre o método atual de abastecimento de água adotado na comunidade (PRODAT) e o método proposto por meio do aproveitamento de águas pluviais. Em um cenário estratégico de planejamento, idealizado para um período de 20 anos de atendimento às famílias locais, considerando a opção atual adotada, os custos gerados ao município são de aproximadamente R\$ 895 mil. Enquanto isso, os valores de investimentos na adoção de SAAC (estrutura em madeira) como medida titular seriam de cerca de R\$ 583 mil, incluindo-se neste cálculo os custos com manutenções ao longo do período estimado.

A proposta de implementação da tecnologia social está associada a um investimento fixo³, que se visualizado de forma imediata e integral, pode ser entendido como uma impossibilidade para o orçamento municipal. Por outro lado, uma forma alternativa de enxergar esta proposta, evidenciando benefícios, é por meio da equivalência dos valores por mês, previsto na ordem de R\$ 27,29, e por ano, sendo R\$ 328, por família. Por outro lado, o valor total do projeto, avaliado para 20 anos (R\$ 583 mil), se incluso inteiramente no planejamento financeiro de Barcarena, somente para o ano de 2022, ainda assim representaria apenas 0,49 % do valor intentado para o setor de saneamento (R\$ 118 milhões) neste mesmo ano, segundo o Plano Plurianual (PPA) do município (BARCARENA, 2021).

A economia relativa a esta proposta de transferência de titularidade seria de ao menos R\$ 312 mil, ao longo dos 20 anos de implementação. Enquanto isso, o tempo de retorno seria de cerca de 13 anos. Nesse entremeio as vantagens podem estar ligadas ao menos a garantias quantitativas. A adoção das Tecnologias Sociais, do ponto de vista da eficiência no atendimento das demandas, possibilita uma maior segurança, como apontam os resultados do primeiro capítulo desta dissertação. Ademais, ganhos em autonomia e conforto são outros fatores associados, que podem ser decisivos aos moradores locais, contribuindo com uma perspectiva de melhora na qualidade de vida dessa população.

Por outro lado, a substituição da titularidade não deve excluir a possibilidade de uma atuação conjunta entre os métodos de abastecimento, que podem ser utilizados de forma complementar. Apesar do uso de SAAC apresentarem maior eficiência no atendimento às demandas familiares, até mesmo durante a maior parte do período menos chuvoso na região (entre agosto e novembro), a utilização de métodos complementares no abastecimento assegura o acesso regular à água para a população.

³ O dispêndio de partes deste valor deve acontecer de acordo com a necessidade de manutenções eventuais.

3.4 Conclusão

As tecnologias sociais de aproveitamento de água de chuva demonstram viabilidades em diferentes perspectivas. Os resultados fundamentais desta etapa da pesquisa somam-se às conclusões iniciais sobre o alto potencial quantitativo desta opção tecnológica para a região (em vista ao privilégio climatológico da Amazônia). Em termos econômicos, tendo como referência o estudo de caso da comunidade do canal Furo Grande, esta alternativa também justifica sua aptidão em garantir o direito de acesso à água, sendo uma opção para grande parte da população rural na Amazônia.

Como uma proposta de solução aos problemas reais de abastecimento – em confronto com agravantes condições socioambientais e de saúde impostas às populações do campo, florestas e águas – este caminho pode ainda ser uma importante opção de contenção de gastos para o Estado. A reavaliação dos métodos titulares de abastecimento público de água é uma necessidade que representa a oportunidade de economia (imediate e a longo prazo) de milhares de reais desembolsados com a manutenção de estruturas ineficazes/insuficientes.

O valor necessário para a garantia da titularidade desses sistemas para as famílias do Furo Grande pode ser representado por aproximadamente 65% do montante atualmente dispendido. Alternativamente, a economia gerada em casos factuais de mudança de titularidade poderia ser utilizada para potencializar os cuidados com a qualidade da água, investimentos em gestão das tecnologias e oportunamente na contratação de agentes sanitários para auxílio nos processos gerenciais e de manutenção dos sistemas.

Por outro lado, é importante levar em conta que a abordagem trazida neste estudo de caso não retrata fielmente a realidade amazônica em sua totalidade, mas apenas defende uma condição bastante comum na região. Na prática, em contextos eventuais, o método de aproveitamento de águas de chuva, adotado como referência neste estudo, pode vir a ser insuficiente/inadequado para o atendimento das demandas de determinadas famílias/localidades. Apesar da capacidade de adaptação à diferentes condições, este modelo não é unânime. Este princípio fundamenta a importância de ponderar individualmente os casos unifamiliares em projetos de grande escala.

Referências

ALVES, F. *et al.* Water quality and microbial diversity in cisterns from semiarid areas in Brazil. **Journal of Water and Health**, v. 12, n. 3, p. 513-525, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575: 2013** - edificações habitacionais - desempenho. ABNT/CEE-136 Ergonomia - antropometria e Biomecânica, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2013.

BARCARENA. Prefeitura Municipal. **Lei Nº 2.273 de 30 de dezembro de 2021**. Institui o Plano Plurianual de Investimentos da Administração Pública Municipal de Barcarena, para o quadriênio 2022-2025. Barcarena: Diário Executivo. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1IIEsLN8ksGkv4aVk8RWSpCwffOh8tgLG/view>. Acesso em: 23 de fevereiro, 2023.

BATISTA, V. de A. *et al.* Tecnologias sociais voltadas para o saneamento básico de comunidades ribeirinhas na Amazônia. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 8, n. 19, p. 909-920, 2021.

BRASIL. **Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [2007]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em 21 de março, 2023.

BRASIL. **Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021**. Ministério da Saúde. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, 2021.

FORTLEV. **Caixa d'água Fortlev**. Catálogo técnico. Junho 2022. 8 p. Disponível em: https://www.fortlev.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Manual_tecnico_fortlev_caixa_dagua_2020-06.pdf. Acesso em 03 de fevereiro, 2023.

INGRAM, C.. **The drinking water book: how to eliminate harmful toxins from your water**. Canadá: Editora Kobo Editions, 2011.

JESUS, M. A. de *et al.* Durabilidade natural de madeira de amazônica em contato como solo em ambiente florestal. **Scientia Forestalis**, n. 54, p. 81-92, 1998.

KRONA. **Você sabe quanto tempo dura um encanamento de PVC?** Agosto, 2021. Disponível em: <https://www.krona.com.br/blog/voce-sabe-quanto-tempo-dura-um-encanamento-de-pvc/#>. Acesso em: 03 de fevereiro, 2023.

LIMA, J. C. A. L. de. Avaliação do desempenho de dispositivo de desvio das primeiras águas de chuva utilizado em cisternas no semiárido pernambucano. **Águas Subterrâneas**, v. 26, n. 1, 2012. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28567>. Acesso em: 13 de abril, 2023.

MARTINS, D. F.; LEME, M. A. de G. Avaliação de custos e qualidade de dois materiais considerados sustentáveis na construção civil. **FOCO: caderno de estudos e pesquisas**, n. 14, p. 22-41, 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS). **Qualidade da água para consumo humano**. Cartilha para promoção e proteção da saúde. Brasília, DF, 53 p. 2018. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/qualidade_agua_consumo_humano_cartilha_promocao.pdf. Acesso em 03 de fevereiro, 2023.

NEU, V. *et al.* Água da chuva para consumo humano: estudo de caso na Amazônia Oriental. **Inclusão Social**. Brasília, DF, v.12 n.1, p.183-198, 2018.

NEU, V. *et al.* Água da chuva: abastecimento descentralizado e qualidade de vida para comunidades ribeirinhas da região insular de Belém. *In*: NEU, V.; GUEDES, V. M.; ARAÚJO, M.G.S. (org.). **Sustentabilidade e sociobiodiversidade na Amazônia: integrando ensino, pesquisa e extensão na Região Insular de Belém**. Belém: Edufra, p. 65-86, 2016.

SANTOS, E. C. O. B.; CHAVES JÚNIOR, J. M.; BARBOSA, I. L. S. Mitigação de impactos ambientais através do uso de materiais de construção ecológicos. Estudo de caso: tijolos ecológicos comparados a tijolos cerâmicos. **ETIS-Journal of Engineering, Technology, Innovation and Sustainability**, v. 2, n. 1, p. 32-42, 2020.

SCHALLENBERGUER, B. H. **A atividade pesqueira nas ilhas do enorno de Belém**. 2010. 121f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Ecologia Aquática. Universidade Federal do Pará. Belém, 2010.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto**. Dezembro, 2022. Disponível em: https://arquivos-snis.mdr.gov.br/REPUBLICACAO_DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2022.pdf. Acesso em 09 de fevereiro, 2023.

SILVA, S. T. B. da *et al.* Comportamento de dispositivos de desvio das primeiras águas de chuva como barreiras sanitárias para proteção de cisternas. **Águas Subterrâneas**. V. 31, n. 2, p. 1-11. 2017.

SOBRINHO, M. V. *et al.* Água e pobreza no estado do Pará. *In*: SOBRINHO, M. V; LORIO, M.; ROCHA, G de M.; MONNI, S. **Água, cooperação e desenvolvimento: a perspectiva do projeto AguaSociAL**. Belém: Núcleo de Meio Ambiente (UFPA). 2021. p. 21-39.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA - (SUDAM); Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). **Grupamento de espécies tropicais da Amazônia por similaridade de características básicas e por utilização**. Belém: SUDAM/IPT, 1981. 237p.

TAVARES, R. G. *et al.* Alteração físico-química da água para consumo humano após uso de filtros domésticos. **Revista Geama**, v. 6, n. 1, p. 58-63, 2020.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva**. 2ª ed. São Paulo: Navegar Editora, 2003. 180p.

4 POLÍTICAS DE ESTADO E O APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS DE CHUVA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Resumo

Com o avanço de propostas alternativas para o abastecimento público de água em localidades não acessadas regularmente por sistemas convencionais, as tecnologias sociais para o aproveitamento de água de chuva ganham destaque. Motivado por evidências quantitativas e econômicas sobre as vantagens da adoção destes sistemas, o presente estudo divulga uma imersão sobre a atuação governamental, por instrumento de políticas públicas, na promoção deste método como opção titular no abastecimento de água, visando a garantia dos direitos de acesso a este recurso na Amazônia. Por meio de revisão de literatura, foram identificadas dez iniciativas locais neste segmento, que tiveram a participação de entes estatais. Ao todo, os projetos identificados estiveram envolvidos na replicação de ao menos 30 mil Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva (SAAC), em mais de 90 municípios amazônicos. Dois programas federais foram classificados como financiadores de 3 grandes iniciativas. Apesar disso, a atuação do Estado em cumprimento do dever de atendimento às demandas locais de água potável é considerada insuficiente, distante sobretudo de metas estabelecidas por acordos internacionais pela legislação brasileira.

Palavras-chave: sistemas de aproveitamento de água de chuva; saneamento ambiental; abastecimento público.

Abstract

With the advance of alternatives proposals for public supply in localities not regularly accessed by conventional systems, the social technologies for the use of rainwater gain prominence. Motivated by quantitative and economic evidences about advantages of adoption these systems, the presente study divulges an immersion on the governmental action, by means of public policies, in the promotion of this method as a titular option in water supply, aiming at the assurance of the rights of access to this resource in the Amazon. Through the literature review, ten initiatives were identified in this segment, witch had the participation os state entities. Overall, the identified projects were involved in the replication of at least 30 thousand Rainwater Harvesting Systems (RWHS), in more than 90 Amazonian municipalities. Two federal programs were classified as funders on

three major initiatives. In spite of, the State's performance in fulfilling its duty to meet local demands of drinking water is considered insufficient, far from the goals set by international agreements and the Brazilian legislation.

Key-words: rainwater use systems; environmental sanitation; public supply.

4.1 Introdução

O acesso a água é um tema mundialmente em foco e atual. Em diferentes lugares do mundo, a falta de água é considerada um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento socioeconômico e à qualidade de vida das populações (PNUD, 2006). O acesso a este recurso vital a vida é a razão de importantes conflitos geopolíticos, em regiões e contextos distintos do planeta (HERMANO; FONSECA, 2019; TURHAN, 2021; AL-ANSARI, 2019). O uso indiscriminado e a escassez da água contribuem para que essa seja considerada um dos bens naturais mais valiosos (JESUS et al., 2019).

A Amazônia, sendo o principal bioma tropical do mundo, é dotada de uma abundância hídrica que se distribui ao longo da porção norte do continente sul-americano. Cerca de 12% da água doce disponível na forma líquida no planeta está presente neste bioma (ANA, 2019). Tal condição pode sugerir, precipitadamente, que o acesso à água para a população da região também seja abundante. No entanto, de forma paradoxal, a população amazônica está entre os principais afetados pela escassez de água e por doenças de veiculação hídrica, sobretudo em territórios rurais (BORDALO, 2017; VELOSO; MENDES, 2014).

A abundância do recurso hídrico na Amazônia não se traduz em termos de qualidade. A água presente em rios, igarapés e outros mananciais, que cerca diferentes comunidades isoladas da região, ribeirinhas, indígenas, quilombolas, extrativistas e tantas outras, é imprópria para o consumo humano em suas finalidades mais nobres (NEU et al., 2018). Assim, o desafio da universalização do saneamento, como um dos principais objetivos para o desenvolvimento sustentável proposto pelas Nações Unidas, junto à Agenda 2030 (ONU, 2015), perpassa pela garantia deste direito à estas pessoas. O Novo Marco Regulatório para o saneamento no Brasil também estipula uma meta de garantia ao abastecimento regular de água para 99% da população brasileira até o ano de 2033 (BRASIL, 2020a).

Sob esta perspectiva, o uso de técnicas para o aproveitamento de água de chuva tem se consolidado como opção alternativa ao abastecimento público de água, com experiências por todo o mundo (BATISTA; NEU; MEYER, 2022; ALIM et al., 2020; YANNOPOULOS; GIANNOPOULOU; KAIIFA-SARAPOULOU, 2019). A implementação destas tecnologias sociais é uma medida propagada também na própria Amazônia, como opção alternativa aos ambientes rurais ou periféricos que não são acessados regularmente por serviços convencionais de abastecimento. Em muitos casos, as iniciativas têm incentivos do Estado, seja com apoio técnico, financeiro ou mesmo na elaboração e execução.

Em contrapartida, atualmente esta região continua sofrendo com uma condição alarmante de saúde, fomentada pela baixa cobertura em serviços de saneamento básico (BORDALO, 2022). O Norte do país possui alguns dos piores índices relacionados a este segmento, sendo o primeiro em número de óbitos notificados por doenças de veiculação hídrica entre crianças de 0 a 4 anos, e com uma renda cinco vezes menor entre as pessoas que não tem acesso à serviços básicos de saneamento (ITB, 2023). Todo esse contexto está relacionado à grandes dificuldades em desenvolvimento socioeconômico dessa população e à manutenção de uma conjuntura que infla o orçamento público com gastos ligados, por exemplo, a internações por doenças como diarreia e amebíase (OSAKI, 2019).

Neste ponto, o direcionamento da pesquisa busca responder o seguinte questionamento: Em que medida, o Estado, como promotor de políticas públicas, tem investido no potencial de aproveitamento de água de chuva como opção para o abastecimento seguro e regular de comunidades rurais na Amazônia brasileira? Ao certo, a resposta para esta pergunta norteadora não pode ser simplesmente ‘sim’ ou ‘não’. O entendimento sobre a atuação do Estado, em consideração ao aproveitamento do potencial de uso das águas de chuva como opção ao abastecimento público na Amazônia, é uma construção um tanto complexa.

Uma resposta acertada tem como pré-requisitos o aprofundamento sobre os méritos quali-quantitativos e econômicos do uso destas tecnologias sociais. Nos dois capítulos iniciais desta dissertação buscamos responder à estas questões introdutórias, que inauguraram a discussão sobre o papel fundamentalmente governamental na garantia do direito à água e na emergência de universalização do saneamento. A partir de então, o passo presente tem como objetivo abordar analiticamente as ações práticas de planejamento e execuções públicas na pasta do saneamento, voltadas ao aproveitamento

de águas de chuva, precisamente no atendimento às populações desassistidas de alternativas de abastecimento da forma potável desse recurso.

4.2 Material e Métodos

O presente estudo representa o fechamento de uma série de 3 artigos desta pesquisa de mestrado. Portanto, para atingir o objetivo principal desta proposta, foi realizada a construção de uma análise sobre o envolvimento do Estado, enquanto promotor de políticas públicas que intentam à universalização do saneamento em territórios rurais da Amazônia, passando necessariamente pela apreciação dos resultados das duas partes iniciais desta dissertação (artigos 1 e 2). A identificação dos potenciais quantitativos e econômicos do aproveitamento de água de chuva como proposta para o abastecimento regular na Amazônia configura o caminho basilar para responder os questionamentos norteadores desta pesquisa.

Foi adotado como método principal a revisão de literatura. A base de dados corresponde à algumas das mais relevantes bibliotecas de publicações científicas, a serem a Plataforma da Capes (banco de teses e dissertações), Scielo, WorldWideScience e Google Scholar. Para tanto, não foram adotados filtros específicos para períodos das publicações. As principais referências resultadas pelas buscas foram consultadas seguindo a ordem de apreciação dos títulos, resumos e em seguida a integralidade dos textos. Em outro momento, também foram consultadas fontes como portais de notícias políticas e outros jornais eletrônicos da região.

As descrições das experiências nos diversos artigos, teses, dissertações, documentos e demais publicações, produto da revisão de literatura, foram adotadas como ponto de partida para a realização de uma abordagem analítica, acerca das principais iniciativas de fomento ao aproveitamento de água de chuva na Amazônia e que tiveram apoio de entes estatais. Após a identificação e listagem das iniciativas, foram buscadas as seguintes informações, para a composição de um quadro descritivo:

- Identificação do projeto, com o nome alusivo à proposição;
- O local de implementação das atividades, a serem estados, municípios e/ou comunidades específicas;
- A abrangência do projeto, em escala local, estadual, regional ou em âmbito nacional;

- Os executores da iniciativa, envolvidos sobretudo na idealização, planejamento e execução das ações;
- Os financiadores destes projetos;
- O período de ocorrência; quando possível indicado entre os anos de início e término (podendo ainda encontrar-se em funcionamento); e
- As ações realizadas no âmbito das iniciativas, indicando o número de sistemas replicados, o tipo de população beneficiada e outras informações adicionais.

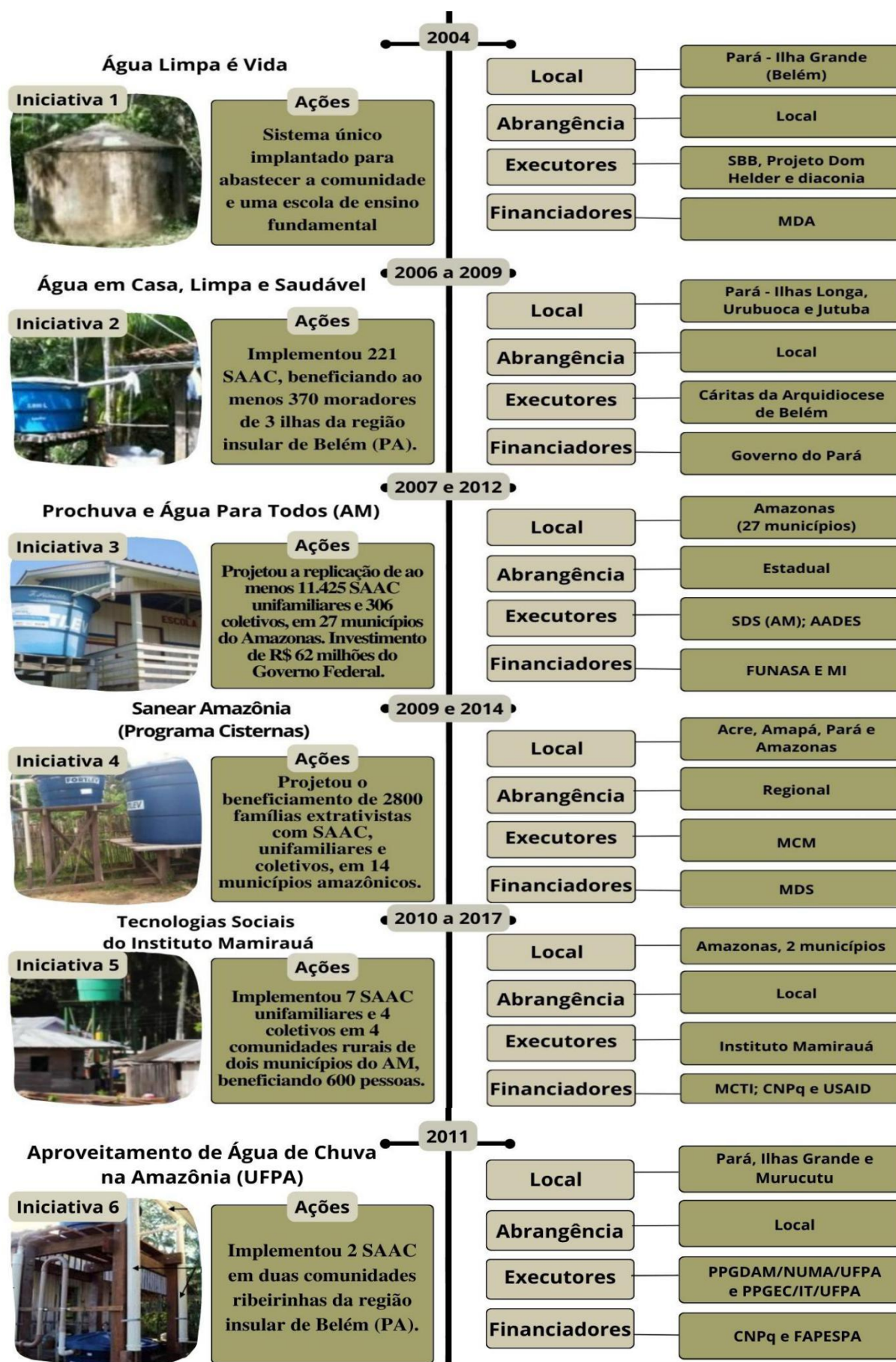
Em dois casos específicos, na falta das informações pretendidas, foram consultados os próprios responsáveis pelos respectivos projetos. Esta etapa aconteceu por meio de comunicação verbal com o professor da Universidade Federal do Pará, Ronaldo Mendes, Doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, e por e-mail com a Pesquisadora do Instituto Mamirauá, Maria Cecilia Rosinski Lima Gomes.

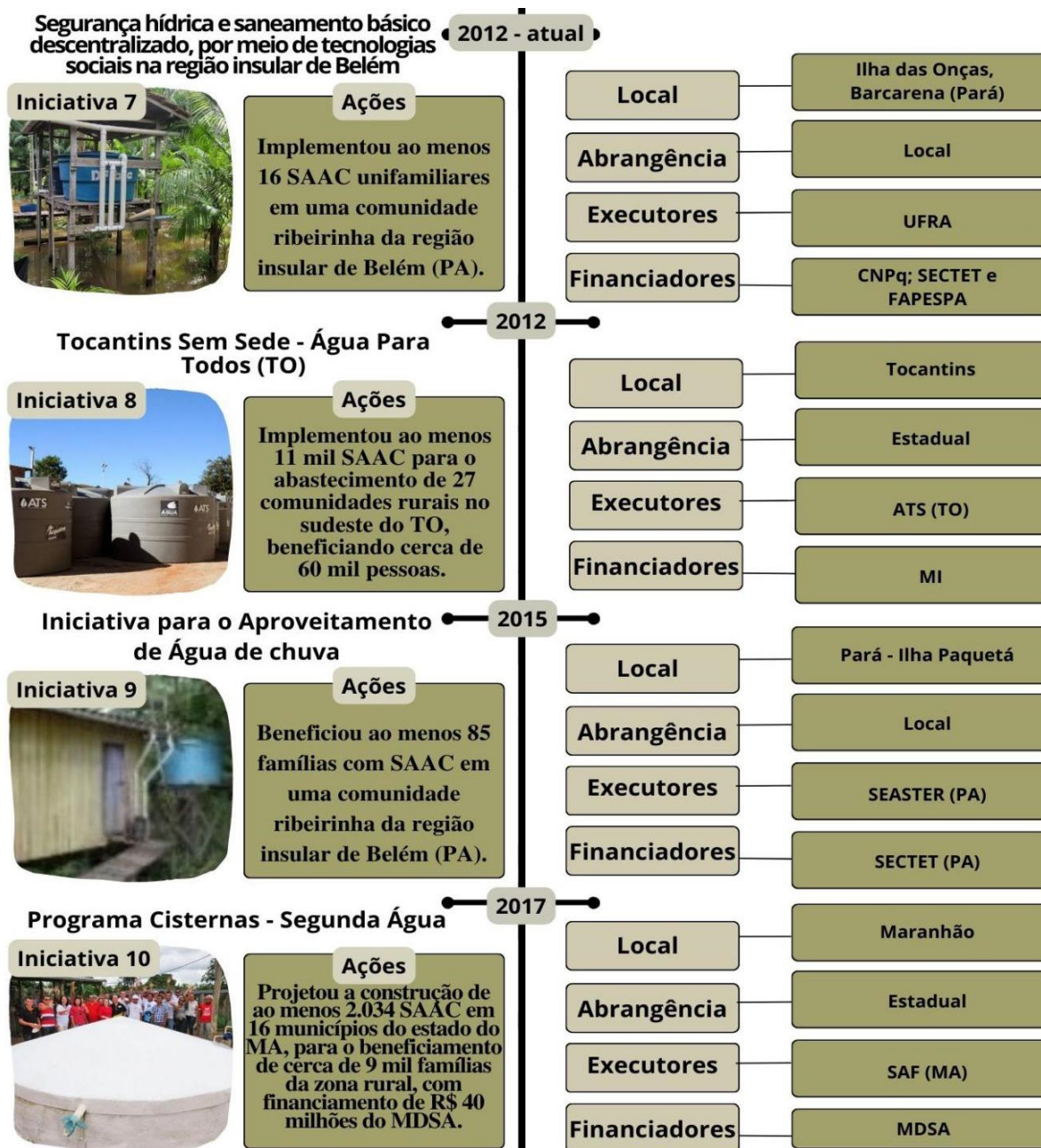
4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Iniciativas identificadas

Foram identificadas, ao todo, dez iniciativas para a promoção do aproveitamento de águas de chuva como método de abastecimento na Amazônia brasileira. Todas as experiências listadas na Figura 14, tiveram participação pública, através de instituições municipais, estaduais e/ou pelo Governo Federal. A ordem de apresentação das iniciativas é cronológica, contando do início das primeiras atividades voltadas a cada projeto (Figura 14).

Figura 14 - Iniciativas de fomento ao aproveitamento de água de chuva como método de abastecimento em comunidades rurais na Amazônia, apoiadas por entes governamentais.





SBB: Sociedade Bíblica do Brasil; SDS: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas; AADES: Agência Amazonense de Desenvolvimento Econômico e Social; MI: Ministério da Integração Nacional; MCM: Memorial Chico Mendes; MDS: Ministério de Desenvolvimento Social; MDSA: Ministério do Desenvolvimento Social e Agrário; MCTI: Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação; CNPq: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; USAID: United States Agency International Development; FUNASA: Fundação Nacional de Saúde; FAPESPA: Fundação Amazônica de Amparo a Estudos e Pesquisas; PPGEDAM: Programa de Pós Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia; NUMA: Núcleo de Meio Ambiente; UFPA: Universidade Federal do Pará; PPGEC: Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil; IT: Instituto de Tecnologia; SECTET: Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Educação Profissional e Tecnológica (PA); SEASTER: Secretaria de Assistência Social, Trabalho, Emprego e Renda; SAF: Sistema de Agricultura Familiar (MA).

Fontes: Macedo, Mendes e Costa (2018); Veloso e Mendes (2014); Veloso (2019); Veloso (2012); Veloso et al., (2012); Dias e Mendes (2020); Barboza Júnior (2018); Neu et al. (2016); Tocantins (2017); Maranhão (2016).

Seis das dez ações identificadas (iniciativas 1, 2, 5, 6, 7 e 9) tiveram abrangências locais, em comunidades rurais localizadas em municípios específicos de determinados estados. Estas são necessariamente representadas por iniciativas piloto, coordenadas principalmente por instituições de ensino, pesquisa e extensão e outras de organizações não governamentais. Ao todo, estas seis iniciativas representam apenas 325 sistemas unifamiliares ou coletivos replicados na Amazônia brasileira. Em percentual, refletem apenas 1% de todos os sistemas implantados/planejados pelos principais projetos listados (cerca de 30 mil unidades coletivas e unifamiliares).

As iniciativas 3, 8 e 10 foram classificadas como abrangência estadual, estando envolvidas na replicação de mais de 24 mil sistemas unifamiliares e coletivos. Apenas o Projeto Sanear Amazônia (iniciativa 4), foi classificado como sendo de abrangência regional, estando envolvido no beneficiamento de 14 municípios, com 2.800 sistemas.

As experiências identificadas beneficiaram mais de 90⁴ municípios amazônicos. Os estados do Pará e Amazonas estiveram presentes em 8 projetos. Em uma publicação de 2012, Veloso et al. Já identificavam estes estados como os mais avançados no desenvolvimento de experiências para o aproveitamento de água de chuva. Segundo estes autores, essa condição teria relação com o fato destes estados demonstrarem, à época, os piores indicadores de fornecimento de água tratada na região amazônica. Atualmente o Pará tem a terceira pior cobertura, enquanto o Amazonas tem a segunda maior (SNIS, 2021). Outras realizações também foram observadas no Maranhão, Tocantins, Amapá e Acre.

Nos estados amazônicos de Rondônia, Roraima e na porção amazônica do Mato Grosso não foram encontrados resultados significativos sobre iniciativas com apoio governamental para o aproveitamento de água de chuva como medida de abastecimento público. No entanto, vale apontar que na porção do cerrado-mato-grossense, no município de Várzea Grande, uma parceria entre o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA/MT) e o Ministério Público Estadual também oportunizou a realização de um projeto piloto. Na ocasião, o uso de cisternas com manejo de águas pluviais garantiu o abastecimento de água para a agricultura familiar na região (ALVES et al., 2016).

Outras iniciativas identificadas tiveram a participação de entes públicos na realização de projetos para o aproveitamento de água de chuva na Amazônia, mas não

⁴ Em alguns casos, o mesmo município pode ter sido alvo de mais de uma iniciativa.

foram listadas pela falta de maiores informações necessárias para a realização da análise proposta. A pesquisa de Barboza Júnior (2018) comenta três destas experiências, acontecidas no estado do Amazonas:

- Com apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) e técnico do Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas (INPA), o projeto “Escola Verde – educação com os pés na terra” desenvolvido no município do Rio Preto da Eva e nos arredores de Manaus, incentiva o cultivo e o consumo de alimentos saudáveis por meio da criação de hortas orgânicas no ambiente escolar, utilizando águas pluviais nas práticas agrícolas realizadas;
- Nos assentamentos implantados pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), as moradias são ecologicamente corretas, construídas com madeira certificada obedecendo a um padrão, e entregues dotadas, dentre outras infraestruturas, do kit Prochuva (SAAC) e fossa biodigestora;
- Pesquisadores da Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica (FUCAPI), desenvolveram um sistema de captação e tratamento de águas pluviais que pode garantir água limpa tanto para pequenas empresas quanto para populações ribeirinhas, moradias, indústrias, condomínios, parques, postos de lavar carros, lavanderias etc.

O projeto da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA, iniciativa 7), representa uma experiência piloto, responsável pela replicação de SAAC unifamiliares na comunidade ribeirinha do Furo Grande, Ilha das Onças (Barcarena, Pará). Esta mesma comunidade foi adotada como referência na abordagem do segundo artigo desta dissertação (capítulo 3). Em suma, o aproveitamento de água de chuva sugere vantagens econômicas para o orçamento do município de Barcarena (responsável pelo atendimento das famílias ribeirinhas), possibilitando a diminuição dos custos diretos com o método de abastecimento público adotado e indiretamente com gastos relacionados à problemas de saúde – vinculados à precariedade no acesso à água.

Em uma das publicações referentes a este projeto, o livro “Sustentabilidade e Sociobiodiversidade na Amazônia: integrando ensino, pesquisa e extensão na Região Insular de Belém” traz o seguinte depoimento de uma das moradoras beneficiadas:

“Antes da cisterna, a gente vivia com muitos problemas de diarreia e verminose, agora não. Tinha muita coceira quando a gente tomava banho no rio, agora usamos a água do rio apenas para limpeza da casa e lavar roupa. Antes a prefeitura dava água para as famílias, e ainda dá, mas a quantidade só dava para fazer a comida e ainda faltava, e essa água o barqueiro passava até mês sem vir deixar. Agora quando ele passa eu já faço sinal dizendo que não quero.” (NEU et al., 2016).

4.3.2 Grandes projetos e o papel das instituições

A literatura consultada retrata ao menos dois grandes programas federais que atuaram na Amazônia como financiadores de iniciativas em consideração ao aproveitamento de água de chuva como método alternativo de abastecimento em comunidades rurais. O primeiro destes é o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e outras Tecnologias Sociais (Programa Cisternas), financiado pelo Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social (MDS) desde 2003 (Lei Nº 12.873/2013). Como principal objetivo, este programa visa a promoção do acesso à água para o consumo humano e para a produção de alimentos por meio da implementação de tecnologias sociais simples e de baixo custo (BRASIL, 2013).

O público-alvo do Programa Cisternas são famílias rurais de baixa renda, atingidas pela seca ou falta regular de água, com preferência à povos e comunidades tradicionais. Para participarem, as famílias devem necessariamente estar inscritas no Cadastro Único (CadÚnico) para Programas Sociais do Governo Federal. O semiárido brasileiro é a região prioritária para este programa.

Em 2014, o Programa Cisternas, por intermédio do MDS, financiou o projeto Sanear Amazônia (iniciativa 4). Esta parceria, que inclui o Memorial Chico Mendes na coordenação das atividades executadas, propôs o beneficiamento de 2800 famílias extrativistas com SAAC unifamiliares e coletivos. Entre os locais que receberam os sistemas, estão 14 municípios no Acre, Amapá, Pará e Amazonas (MCM, 2017a).

Os primeiros passos do Sanear Amazônia aconteceram ainda no ano de 2007, em uma articulação de diferentes atores na promoção de soluções em saneamento para comunidades extrativistas do médio Juruá (AM). O início das ações contou com o aporte financeiro inicial da Petrobrás, com a capacidade de interlocução e articulação política do Conselho Nacional dos Seringueiros (CNS), além do envolvimento e ciência das necessidades locais da Associação dos Produtores Rurais do Caruari (ASPROC) e dos conhecimentos técnicos oferecidos pela Universidade de Brasília (UnB). Foi somente em

2014 que o Sanear Amazônia foi oficialmente instituído enquanto política pública, com a formalização da parceria entre o MDS e o Memorial Chico Mendes (MCM), que assumiram a responsabilidade de financiamento e execução (VELOSO, 2019; MCM, 2017b).

Outro grande programa federal com atuações na região amazônica é o Água Para Todos (APT), instituído pelo Decreto Nº 7.535 de julho de 2011, em consonância com as diretrizes e objetivos do Plano Brasil sem Miséria (BSM, Decreto nº 7.492/2011). O APT foi destinado a promover a universalização do acesso à água em territórios rurais, tanto para consumo humano quanto para a produção agrícola e alimentar, com prioridade de atendimento às famílias que vivem em situação de pobreza e extrema pobreza (MDR, 2019).

Embora seja de abrangência nacional, o Programa Água para Todos iniciou-se no Semiárido da Região Nordeste e do norte de Minas Gerais, e assim como o Programa Cisternas, tem priorizado essas áreas, onde também se concentram muitas famílias em situação de vulnerabilidade social (MDR, 2019). Ao todo, o APT já oportunizou a implementação de mais de 1 milhão de SAAC em estados do semiárido nordestino e em municípios mineiros, sendo considerado a principal medida de abastecimento de água nas comunidades rurais dessas regiões. O APT é tido ainda como um programa controverso, com momentos distintos entre os diferentes governos ao longo de sua história (NOGUEIRA; MILHORANCE; MENDES, 2020).

Na região amazônica, o APT tem demonstrado uma atuação insuficiente até os dias atuais. Sem ser considerada por este programa como uma região prioritária, apenas os estados do Amazonas e do Tocantins receberam grandes financiamentos para a replicação de tecnologias para o aproveitamento de águas pluviais. Em 2012, em complementação a um projeto piloto já desenvolvido no Amazonas (Programa de Melhorias Sanitárias Domiciliares, Aproveitamento e Armazenamento de Água da Chuva - Prochuva), o Governo Federal, por meio do Água Para Todos, destinou R\$ 40 milhões para a implementação de 10.100 SAAC domiciliares e outros 404 sistemas coletivos, em 16 municípios do estado (AMAZONAS, 2017).

O Prochuva, antecessor do APT do Amazonas (em vigor entre 2007 e 2011), contou com um financiamento inicial de R\$ 27,5 milhões, para a realização das primeiras atividades. Desse valor, R\$ 5,5 milhões foram dispendidos pela Funasa e outros R\$ 22

milhões do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)⁵ (AMAZONAS, 2007). Somente a partir de 2012, em complementação às ações introduzidas pelo Prochuva, o MI, executando o Programa Água Para Todos do Governo Federal, liberou recursos para a ampliação do projeto (BARBOZA JÚNIOR, 2018).

No Tocantins, em 2012, o APT foi responsável pelo financiamento do Programa Estadual Tocantins Sem Sede, que projetou a replicação de 11.350 cisternas para a coleta e distribuição de água de chuva. O projeto visou o beneficiamento de mais de 57 mil moradores de áreas rurais, em 27 municípios da região sudeste do estado. Nesta oportunidade, o APT também deu apoio financeiro para a construção de 135 pequenas barragens e para a perfuração de 50 poços artesianos, na união de esforços para a solução da escassez de acesso a água na região. Ao todo, foram previstos o dispêndio de R\$ 90 milhões com esta iniciativa (AMAZONAS, 2023).

Sobre os financiamentos dos grandes projetos, no Amazonas o Governo Federal destinou cerca de R\$ 62 milhões para a execução da iniciativa 3 (AMAZONAS, 2007, 2017). No Tocantins, foram R\$ 75 milhões para a realização da primeira etapa da iniciativa 8 (envolvendo SAAC), concluída em 2017 (TOCANTINS, 2017). Além disso, nos estados amazônicos do Acre, Pará, Amapá e Amazonas, até o ano de 2019, por meio do Programa Cisternas, a iniciativa 4 recebeu ao menos R\$ 43,75 milhões para o financiamento dos sistemas (BRASIL, 2018).

Entre as entidades financiadoras, estiveram envolvidos no financiamento de ao menos duas iniciativas a Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Educação Profissional e Tecnológica (SECTET, iniciativas 7 e 9), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, iniciativas 5 e 7), a Fundação Amazônica de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA, iniciativas 6 e 7), o Ministério da Integração Nacional (MI, iniciativas 3 e 8) e o Ministério do Desenvolvimento Social/Agrário (MDS/MDA/MDSA, iniciativas 1, 4 e 10).

Entre os projetos listados, foram notados diferentes “stakeholders”, termo que pode ser traduzido para o português como sendo as “partes interessadas” ou “intervenientes” (DIAS; MENDES, 2020). Em certas ocasiões, o desenvolvimento dos projetos foi fruto da iniciativa dos titulares do saneamento (entes públicos ou privados). Em outros momentos, as ações aconteceram organizadas pela própria comunidade, por organizações não governamentais (atuantes nas áreas alvo dos projetos) ou mesmo por

⁵ Antes do seu fim (2019), o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) foi considerado como um dos principais expoentes para os avanços em obras de saneamento no Brasil (SOUSA; GOMES, 2019).

instituições com finalidades de pesquisa. Mas ao certo, foram selecionadas apenas experiências com participação pública, sejam em etapas de idealização, execução, financiamento ou monitoramento. Assim, foram designados os seguintes stakeholders: a) instituições de ensino, pesquisa e extensão; b) organizações não governamentais (ONG) e c) as entidades governamentais, que podem ser municipais, estaduais ou federais.

Importa ressaltar que não se deve atribuir às instituições de ensino, pesquisa e extensão, bem como às organizações não governamentais, a obrigatoriedade/dever de atendimento pleno às demandas em saneamento da população. O papel das universidades e institutos é sobretudo voltado ao desenvolvimento de métodos, técnicas e ferramentas usuais, bem como a formação de profissionais voltados ao atendimento das demandas deste mercado. Entre as iniciativas amazônicas identificadas neste estudo, destacam-se principalmente as atuações da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA – Pará) e da Universidade Federal do Pará (UFPA).

As experiências piloto/preliminares executadas pelas instituições de ensino, pesquisa e extensão são sobretudo pontuais. O objetivo elementar é a criação de inovações tecnológicas e a testagem destas, de forma analítica, sob a perspectiva de atendimento às necessidades públicas. Os projetos da UFRA e da UFPA, com ao menos 10 anos de vivências, acumulam resultados de expressiva importância, que atestam a viabilidade da proposta de abastecimento de água via aproveitamento das águas de chuva como opção aos territórios rurais na Amazônia (NEU et al., 2016; NEU et al., 2018; VELOSO; MENDES, 2014). O financiamento dos projetos por entidades governamentais, como as agências de fomento à pesquisa, as secretarias estaduais e até ministérios, são fundamentais para a materialização das propostas.

Ademais, a atuação de Secretarias Estaduais não se resume apenas ao financiamento de projetos piloto, mas ainda na própria execução das ações. Em Belém (PA), a Secretaria de Estado de Assistência Social, Trabalho, Emprego e Renda (SEASTER) foi responsável pelo beneficiamento de ao menos 85 famílias ribeirinhas na Ilha de Paquetá, com abastecimento de água via captação e manejo de águas pluviais (MACEDO; MENDES; COSTA, 2018). No Tocantins, o projeto Tocantins Sem Sede foi executado pela Agência Tocantinense de Saneamento (ATS), responsável pela replicação de milhares de sistemas no sudeste do estado (TOCANTINS, 2013).

As ONG's, por sua vez, também atuam principalmente em iniciativas pontuais, para o suprimento de necessidades específicas identificadas, como o caso do Instituto Mamirauá, nas reservas extrativistas do Amazonas (iniciativa 5) (IM, 2023), e da

Sociedade Bíblica do Brasil (SBB) na Ilha Grande, em Belém (iniciativa 1) (ANDRADE, 2012). Concernente a isto, é factível ainda certos casos em que estas organizações fundamentalmente não governamentais sejam responsáveis também por grandes projetos com financiamentos públicos, como a atuação emblemática da Articulação Semiárido Brasileiro (ASA) no Programa 1 Milhão de Cisternas, no Nordeste do país (MEDEIROS; GÓMEZ, 2019).

A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) foi identificada como atuante em apenas uma das iniciativas (iniciativa 3). Tendo como objetivo institucional a promoção e proteção à saúde, a partir da formulação, implementação e fomento a ações e soluções de saneamento para prevenção e controle de doenças, o órgão se dispõe fundamentalmente ao financiamento à implantação, ampliação e/ou melhorias em sistemas de abastecimento de água nos municípios com população de até 50 mil habitantes. No entanto, este apoio financeiro não contempla necessariamente soluções individualizadas, como por meio de sistemas unifamiliares de captação de água de chuva. Além disso, a Funasa não financia iniciativas em comunidades que estejam sob contrato de prestação de serviço com empresas privadas (FUNASA, 2017).

As principais ações apoiadas pela Funasa consideram um método desenvolvido pela própria Fundação, em 2016. O SALTA-Z é uma Solução Alternativa Coletiva de Tratamento de Água para o Consumo Humano, que funciona basicamente a partir da captação de águas superficiais (por bombeamento) e tratamento por métodos filtrantes. De todo modo, apesar de não considerar o aproveitamento de águas pluviais neste método, sob as condições ideais, o SALTA-Z pode, de fato, representar também um mecanismo eficiente e viável do ponto de vista legal e das políticas públicas de recursos hídricos, reduzir problemas de saúde e aumentar a oferta de saneamento básico (ALVES, 2017).

É diante de todo contexto exposto até aqui que a resposta para a pergunta norteadora deste estudo começa a ser esclarecida. Percebemos, portanto, que o Estado brasileiro, em suas esferas federais, estaduais e municipais, tem de fato envolvimento com políticas promotoras de abastecimento público de água via aproveitamento de recursos pluviais na Amazônia. Seja atuando como financiador de iniciativas piloto, em execuções pontuais, ou mesmo no apoio à grandes programas regionais.

Ainda assim, o “x” da questão também se direciona à proporcionalidade destas ações. Tendo como referência as iniciativas listadas neste estudo, ao longo de 20 anos, a atuação governamental apoiou a replicação de apenas 10 projetos, ou pouco mais que isso. Naturalmente, a maior parta das iniciativas identificadas são experiências pontuais,

com finalidades de testagem (sem garantias de eficiência) ou para a solução de demandas específicas.

Além disso, o aproveitamento de água de chuva não representa um método excepcional, adaptado a qualquer ocasião. A escolha do tipo de tecnologia depende de diferentes fatores, entre eles a disponibilidade estrutural, aceitação, adaptação e disponibilidade dos beneficiários. E é por este motivo que outras metodologias, como o próprio sistema da Funasa (SALTA-Z), também são alternativas pensadas para a região, e que ao longo do tempo têm demonstrado significativas vantagens no atendimento às demandas de populações rurais amazônicas (BATISTA et al., 2021).

De modo geral, diferentes pesquisas desenvolvidas com foco na situação sanitária das populações rurais amazônicas sugerem que os esforços governamentais empenhados na promoção de soluções alternativas têm sido insuficientes, sobretudo quanto ao abastecimento de água (BORDALO, 2022; SILVA; MENDES; SOUSA, 2022). Para Silva (2022), o caminho trilhado pelo Brasil e, especialmente na região Norte, demonstra um desempenho frustrante, em uma perspectiva de cumprimento das metas de universalização do saneamento, assumidas tanto em acordo com às Nações Unidas, com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (para 2030), quanto nas disposições do Novo Marco Legal do Saneamento (para 2033).

Na prática, nota-se que o próprio Estado já ensaia movimentos em compreensão a esta conjuntura. Um exemplo concernente é o projeto de Lei (PL 175/2020)⁶, aprovado no Senado Federal em março de 2023, que prevê a obrigatoriedade no reaproveitamento de águas de chuva e esgoto, como medida de aumento da eficiência e diminuição dos desperdícios nos serviços de abastecimento. Segundo o relator, é preciso reconhecer que as políticas de Estado, como a própria Política Federal do Saneamento Básico (Lei 11.445/2007) avançaram muito pouco em relação ao aproveitamento de águas de chuva (MELO, 2023).

4.4 Conclusão

O principal público alvo das iniciativas identificadas foram famílias extrativistas, pequenos produtores rurais da agricultura familiar, e comunidades tradicionais isoladas

⁶ Projeto de Lei 175/2020, proposto pelo Senador Laércio Oliveira (PP-SE) e de relatoria do Senador Otto Alencar (PSD-BA). Aprovado no Senado Federal em 09 de março de 2023 (BRASIL, 2020b).

dos centros urbanos. Foram observadas a participação de diferentes atores, nas mais variadas etapas de concepção, execução e monitoramento dos projetos. Além de órgãos governamentais, participaram ativamente das ações instituições de ensino, pesquisa e extensão e organizações não governamentais. Além disso, a atuação pública não se limitou ao financiamento das experiências. Secretarias, Agências e outras entidades públicas também estiveram envolvidas nas mais variadas etapas de diversas iniciativas.

Ademais, apesar de ter atribuições específicas para o atendimento de demandas em saneamento de comunidades rurais, a Fundação Nacional de Saúde foi identificada como entidade contribuinte em apenas uma das iniciativas amazônicas de aproveitamento de água de chuva.

A avaliação da efetividade das medidas implementadas por políticas governamentais no fomento ao aproveitamento deste método para o abastecimento de comunidades rurais amazônicas é dificultada pela escassez de dados específicos sobre os ambientes não urbanos. Apesar do Sistema Nacional de Informações do Saneamento (uma das principais referências para estudos sobre esta temática no país), publicar anualmente percentuais atualizados sobre a população acessada por sistemas de abastecimento regular de água, a metodologia adotada para a realização destes levantamentos desconsidera as fontes alternativas para o abastecimento.

Apesar disso, o Brasil e, especialmente a sua região Norte, são considerados distantes da plenitude no atendimento às demandas básicas em saneamento, como mostram diferentes referências trazidas neste estudo. Ainda que sob evidências positivas para os potenciais quantitativos e econômicos deste método, os resultados desta pesquisa sugerem que as iniciativas fomentadas pelo Estado brasileiro, em direção ao cumprimento de metas para a universalização do saneamento, e em consideração à esta proposta, são de fato moderadas.

A resposta construída neste estudo para a pergunta que o norteou está longe de ser necessariamente conclusiva, a ponto de satisfazer as curiosidades sobre o problema. A reflexão construída por esta imersão sobre o cumprimento do papel governamental, na garantia de direitos de acesso à água, sugere hipóteses para outros estudos, evidenciando a necessidade de maior aprofundamento do tema. Ao partirmos desta nova causa, precisamos entender ainda quais as razões por trás deste desempenho insuficiente da gestão pública na Amazônia brasileira.

A demanda da população sem acesso regular à água potável na Amazônia, junto aos respectivos indicadores de problemas de saúde relacionados ao consumo inadequado

de água, justifica a manifestação de prioridade de grandes programas governamentais na prestação de apoio à projetos de aproveitamento de águas de chuva na região? Paralelamente, cabe a discussão sobre o fato de que, em igual medida, o principal programa federal do país, atuante sob o mesmo objetivo (Programa Água Para Todos), oportunizou a realização do P1MC no semiárido nordestino, garantindo o direito de milhões de famílias de comunidades rurais dessa região, com a replicação de SAAC.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Água no mundo 2019**. Disponível em: www.ana.gov.br/panoramadas-aguas/agua-no-mundo. Acesso em 23 de março, 2023.

AL-ANSARI, N. Hydro geopolitics of the Tigris and Euphrates. *In: Recent researches in Earth and environmental sciences: 2nd International Conference on Advanced Science and Engineering 2019 (ICOASE2019)*. Zakho-Duhok, Kurdistan Region—Iraq. Proceedings[...]. Zakho-Duhok, Kurdistan Region—Iraq: Springer International Publishing, 2019. p. 35-70.

ALIM, M. A. *et al.* Suitability of roof harvested rainwater for potential potable water production: A scoping review. **Journal of cleaner production**, v. 248, p. 119226, 2020.

ALVES, I. H. da S. Salta-Z uma alternativa frente aos desafios da realidade Brasileira: materialização do direito de acesso à água potável. *In: MIRANDA, J. et al. Estudos de direito do saneamento*. 2020. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/documents/20182/39040/eBook_Direito_do_Saneamento_ICJ_P_2020.pdf. Acesso em 23 de março, 2023.

ALVES, M. F. *et al.* Avaliação de Sistema de Cisternas para Captação de Água de Chuva Instalados em Comunidades Rurais de Mato Grosso–Brasil. **E&S Engineering and Science**, v. 5, n. 1, p. 40-48, 2016.

AMAZONAS. Agência Tocantinense de Saneamento (ATS). **Água e qualidade de vida para o Tocantins o ano todo**. Disponível em: <https://www.to.gov.br/ats>. Acesso em 24 de março, 2023.

AMAZONAS. Secretaria de Estado da Saúde. **Resolução N° 021 de 30 de outubro de 2007**. Disponível em: http://www.saude.am.gov.br/uploads/storage/ces/docs/res/2007_021_19022019010239.pdf. Acesso em 23 de março, 2023.

AMAZONAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Programa águas para todos no Amazonas – APT/AM**. Manaus: SEMA, 2017. Disponível em: <http://meioambiente.am.gov.br/projeto-agua-para-todos-no-amazonas/>. Acesso em 23 de março, 2023.

ANDRADE, C. **Aproveitamento de água da chuva para abastecimento em área rural na Amazônia, estudo de caso:** Ilha Grande e Murutucu, Belém-Pará. 2012. 162f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2012.

BARBOZA JÚNIOR, P. C. **Água da chuva:** aproveitamento para a gestão de recursos pluviais em comunidades ribeirinhas do estado do Amazonas. 2018. 105f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Programa de Pós-Graduação Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, 2018.

BATISTA, L. M.; NEU, V.; MEYER, L. F. F. Água de chuva: uma alternativa para comunidades rurais no estado do Pará. **Revista Tecnologia e Sociedade**. v. 18, n. 54, 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/14779>. Acesso em 22 de fevereiro, 2023.

BATISTA, V. de A. *et al.* Tecnologias sociais voltadas para o saneamento básico de comunidades ribeirinhas na Amazônia. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 8, n. 19, p. 909-920, 2021.

BORDALO, C. A. L. O paradoxo da água na região das águas: o caso da Amazônia brasileira. **Geusp – Espaço e Tempo** (Online), v. 21, n. 1, p. 120-137, abril. 2017.

BORDALO, C. A. L. Pelo direito humano ao acesso à água potável na região das águas: uma análise da exclusão e do déficit dos serviços de abastecimento de água potável à população da Amazônia brasileira. **Novos Cadernos NAEA**, v. 25, n. 1, p. 261-284, 2022.

BRASIL. **Decreto Nº 7.492, de 2 de junho de 2011.** Institui o Plano Brasil Sem Miséria. [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [2011b]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7492.htm. Acesso em 23 de março, 2023.

BRASIL. **Decreto Nº 7.535 de 26 de julho de 2011.** Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Água - “ÁGUA PARA TODOS”. Brasília, DF: Presidência da República, [2011a]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7535.htm. Acesso em 03 de abril, 2023.

BRASIL. **Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [2007]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm. Acesso em 21 de março, 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.873, de 24 de outubro de 2013.** Institui o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água - Programa Cisternas, e da outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/L12873.htm. Acesso em: 23 de março, 2023.

BRASIL. **Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020a.** Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em 23 de março, 2023.

BRASIL. **Portaria nº 2573, de 24 de outubro de 2018**. Prorroga de ofício os instrumentos de parceria indicados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 207, p. 74, 26 out. 2018. Seção I.

BRASIL. **Projeto de Lei Nº 175 de 2020b**. Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para estabelecer medidas de prevenção a desperdícios, de aproveitamento das águas pluviais e de reúso das águas servidas. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=8062789&ts=1678382491538&disposition=inline>. Acesso em 23 de março, 2023.

JESUS, R. dos S. de *et al.* Dessalinização da água: solução no processo de escassez de um bem valioso. **Revista Augustus**, v. 24, n. 49, p. 113-123, 2019.

DIAS, L. A. L.; MENDES, R. L. O uso da tecnologia social de aproveitamento de água da chuva e a interação das partes envolvidas com o sistema (Stakeholders)—o caso das ilhas de Belém e região. **Colóquio Organizações, Desenvolvimento e Sustentabilidade**. 2020. Disponível em: <http://revistas.unama.br/index.php/coloquio/article/view/2271/pdf>. Acesso em 22 de fevereiro, 2023.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Objetivos Institucionais da Funasa**. 2017. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/perguntas-frequentes#:~:text=A%20Funda%C3%A7%C3%A3o%20Nacional%20de%20Sa%C3%BAde%20\(Funasa\)%20objetiva%20a%20promo%C3%A7%C3%A3o%20e,preven%C3%A7%C3%A3o%20e%20controle%20de%20doen%C3%A7as](http://www.funasa.gov.br/perguntas-frequentes#:~:text=A%20Funda%C3%A7%C3%A3o%20Nacional%20de%20Sa%C3%BAde%20(Funasa)%20objetiva%20a%20promo%C3%A7%C3%A3o%20e,preven%C3%A7%C3%A3o%20e%20controle%20de%20doen%C3%A7as). Acesso em 23 de março, 2023.

HERMANO, V. M.; FONSECA, A. I. A. Conflitos no hidroterritório de Gorutuba. **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 2, pág. 118-128, 2019.

INSTITUTO MAMIRAUÁ (IM). **Tecnologias Sociais: Água, Energia e Saneamento**. Disponível em: <https://www.mamiraua.org.br/tecnologias-sociais>. Acesso em 24 de março, 2023.

INSTITUTO TRATA BRASIL (ITB). **Painel Saneamento Brasil**. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/>. Acesso em 22 de março, 2023.

MACEDO, R. R.; MENDES, R. L. R.; COSTA, T. Sistema de Informação Geográfica (SIG) aplicado a gestão de recursos naturais. Atlas do aproveitamento de água da chuva nas ilhas de Belém – iniciativas, demandas e potencialidades. **Geo UERJ**, n. 32, p. 29876, 2018.

MARANHÃO. **Governador Flávio Dino assina convênio para implantação do Programa ‘Cisternas – Segunda Água’**. 2016. Disponível em: <https://www3.ma.gov.br/agenciadenoticias/?p=146068>. Acesso em 28 de março, 2023.

MEDEIROS, C. B. de; GÓMEZ, C. R. P. Inovação social na análise do ciclo de expansão do programa 1 milhão de cisternas. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 13, n. 3, p. 44-58, 2019.

MELO, K. Lei obriga reaproveitamento de águas de esgoto e de chuva. **Agência Brasil**, 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2023-03/lei-obriga-reaproveitamento-de-aguas-de-esgoto-e-de-chuva>. Acesso em 23 de março, 2023.

MEMORIAL CHICO MENDES (MCM). **Edital de chamada pública 01/2017a**. Sanear Amazônia. Disponível em: <http://memorialchicomendes.org/files/2017/05/Edital-Chamada-Publica-01-2017-MCM.pdf>. Acesso em 23 de março, 2023.

MEMORIAL CHICO MENDES (MCM). **Sanear Amazônia: Água e saneamento para os extrativistas da Amazônia**. 7 de abril 2017b. Disponível em: <http://memorialchicomendes.org/2017/04/07/sanearamazonia-agua-e-saneamento-para-os-extrativistas-da-amazonia/>. Acesso em: 24 de março, 2023.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR). **Água Para Todos**. 2019. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/dadosabertos/317-secretaria-nacional-de-programas-urbanos/agua-para-todos/6076-agua-para-todos>. Acesso em 24 de março, 2023.

NEU, V. *et al.* Água da chuva para consumo humano: estudo de caso na Amazônia Oriental. **Inclusão Social**. Brasília, DF, v.12 n.1, p.183-198, 2018.

NEU, V. *et al.* Água da chuva: abastecimento descentralizado e qualidade de vida para comunidades ribeirinhas da região insular de Belém. *In: _____*; GUEDES, V. M.; ARAÚJO, M.G.S. (Org.). **Sustentabilidade e Sociobiodiversidade na Amazônia: integrando ensino, pesquisa e extensão na Região Insular de Belém**. Belém: Edufra, 2016. p. 65-86.

NOGUEIRA, D.; MILHORANCE, C.; MENDES, P. Do Programa Um Milhão de Cisternas ao Água para Todos: Divergências políticas e bricolagem institucional na promoção do acesso à água no Semiárido brasileiro. **IdeAs. Idées d'Amériques**, n. 15, 2020. Disponível em: <https://journals.openedition.org/ideas/7219>. Acesso em 22 de fevereiro, 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development**. United Nations, A/RES/70/1. 2015a. Disponível em: <https://sdgs.un.org/partnerships>. Acesso em: 22 de março, 2023.

OSAKI, M. M. As ameaças ao setor de saúde brasileiro. **Revista de Administração em Saúde**, v. 19, n. 75, 2019. Disponível em: <https://www.cqh.org.br/ojs-2.4.8/index.php/ras/article/view/168/262>. Acesso em 22 de abril, 2023.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Relatório de Desenvolvimento Humano 2006: A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água**. Nova York: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), 2006.

SILVA, B. R. da *et al.* Impactos do saneamento básico no desempenho da saúde: uma análise para a Região Norte do Brasil. **R. TCEMG**, Belo Horizonte, Minas Gerais. V. 40, n. 1, p. 34-56, 2022.

SILVA, D. N.; MENDES, E. C.; SOUSA, R. L. Saneamento básico e pobreza na Amazônia: um diagnóstico para a região de Carajás. **Novos Cadernos NAEA**, v. 25, n. 4, p. 223-246, 2022.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Painel do Saneamento 2021**. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/painel>. Acesso em 24 de março, 2023.

SOUSA, A. C. A. de; GOMES, J. P. Desafios para o investimento público em saneamento no Brasil. **Saúde em Debate**, v. 43, p. 36-49, 2019.

TOCANTINS. Agência Tocantinense de Saneamento (ATS). **Governo dá início à instalação das cisternas do Tocantins Sem Sede, que beneficiará 57 mil pessoas na região Sudeste**. 2013. Disponível em: <https://www.to.gov.br/ats/noticias/governo-da-inicio-a-instalacao-das-cisternas-do-tocantins-sem-sede-que-beneficiara-57-mil-pessoas-na-regiao-sudeste/245ihm5j7zqv>. Acesso em 24 de março, 2023.

TOCANTINS. Secretaria de Comunicação do Governo do Estado do Tocantins. **Governo finaliza Água Para Todos com entrega de certificados em Dianópolis**. 2017. Disponível em: <https://www.to.gov.br/secom/noticias/governo-finaliza-agua-para-todos-com-entrega-de-certificados-em-dianopolis/459zxd15oqlp>. Acesso em 28 de março, 2023.

TURHAN, Y. O dilema hidropolítico na geopolítica da água na África: o caso da bacia do rio Nilo. **African Security Review**, v. 30, n. 1, pág. 66-85, 2021.

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

VELOSO, N. da S. L. *et al.* Água da chuva para abastecimento na Amazônia. **Movendo Ideias**, v. 17, n. 1, p. 86-101, 2012.

VELOSO, N. da S. L. **Política Pública de Abastecimento Pluvial: Água da Chuva na Amazônia, e Por Que Não?** Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido – Universidade Federal do Pará. Belém, 2019.

VELOSO, N. da S. L.; MENDES, R. L. R. Aproveitamento da água da chuva na Amazônia: experiências nas ilhas de Belém/PA. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 1, p. 229-242, 2014.

YANNOPOULOS, S; GIANNOPOULOU, I; KAIIFA-SAROPOULOU, M. Investigation of the current situation and prospects for the development of Rainwater harvesting as a tool to confront water scarcity worldwide. **Water**, v. 11, n. 10, p. 2168, 2019.

5 CONCLUSÃO GERAL

5.1 Resultados chave

O estudo do dimensionamento da resposta quantitativa para o uso de águas de chuva como opção de atendimento às demandas de água no Pará, sugere grande viabilidade deste método para a região amazônica. As simulações realizadas para SAAC, com o padrão adotado de volumes de reservatório de 2 mil litros, 50 m² de área de captação, projetados para os usos mais básicos de água (20 litros pessoa/dia) e considerando uma média de 5 moradores por residência, apontam um potencial de atendimento das demandas familiares entre 75% (na porção menos chuvosa) e 90% (na porção mais chuvosa), durante o período de um ano.

Além disso, o segundo artigo desta pesquisa aponta que o aproveitamento de águas pluviais como método de abastecimento também pode demonstrar vantagens econômicas consideráveis para o orçamento público. No estudo de caso apresentado no capítulo 3, a comunidade ribeirinha do Furo Grande, na Ilha das Onças (Barcarena, Pará), correspondeu a área adotada como recorte representativo. Este estudo expôs, sob fins associativos, os resultados de uma análise comparativa entre duas propostas metodológicas de abastecimento público de água. Na comunidade do Furo Grande, o uso de SAAC pode representar uma economia direta de ao menos R\$ 312 mil (35%) ao orçamento do município, em um cenário de 20 anos, e em substituição ao método atual de atendimento às demandas familiares.

Ademais, o levantamento sobre as principais iniciativas de fomento ao aproveitamento de água de chuva para o abastecimento de água na Amazônia brasileira, com participação de entes governamentais, é o cerne do artigo (terceiro) de fechamento desta dissertação (capítulo 4). Em uma revisão sobre a atuação pública em consideração à esta proposta, foram encontradas ao menos 10 experiências amazônicas que tiveram participação do Estado, em diferentes funções, de planejamento/idealização, execução das atividades e sobretudo no financiamento dos projetos.

Entre as iniciativas reconhecidas, foram observados ao menos dois diferentes tipos, a serem os pilotos e os grandes projetos. Estes pilotos podem ser apontados como as etapas iniciais de grandes projetos, e na maioria dos casos, são conduzidos por instituições de ensino, pesquisa e extensão, ou por organizações não governamentais. Os dois principais Programas Federais que atuaram na Amazônia investiram mais de R\$ 180 milhões, para a construção de cerca de 25 mil SAAC, coletivos e unifamiliares. São estes

o Programa Cisternas e o Água Para Todos. A atuação destes programas, apesar de não priorizarem a região amazônica, oportunizaram o uso de águas pluviais em dezenas de comunidades rurais de municípios amazônicos.

5.2 Conclusões de forma integrada

O aproveitamento das águas de chuva como opção para o abastecimento público representa uma importante alternativa para o atendimento das necessidades de acesso à água em comunidades rurais da Amazônia. Nessa região, apesar do privilégio da abundância hídrica, a qualidade da água disponível nos corpos hídricos que cercam até mesmo comunidades isoladas não é própria para o consumo humano. Sendo assim, apesar de não ser considerado um método unânime, como observado nas experiências locais existentes, as vantagens das tecnologias sociais em saneamento podem justificar benefícios significativos para grande parte da população não acessada regularmente por este tipo de serviço. Mas, ao certo, isso depende diretamente de fatores como a existência de financiadores e gerenciadores para as iniciativas (que podem ser das mais variadas frentes, como observado nos resultados do capítulo 4 desta dissertação).

Importa ressaltar ainda que a Amazônia brasileira, apesar de não ser considerada uma região prioritária para os principais programas públicos federais de fomento ao aproveitamento de águas de chuva, detém números alarmantes em estatísticas relacionadas à serviços básicos de saneamento e referentes às consequências da falta destes. Em termos comparativos, apesar do potencial pluviométrico dessa região, esta não é considerada uma prioridade para a realização de grandes políticas públicas para o uso de água de chuva, a exemplo do Programa 1 Milhão de Cisternas (P1MC) no semiárido brasileiro, que já beneficiou milhões de pessoas em comunidades rurais do Nordeste do país e norte do estado de Minas Gerais.

Por outro lado, uma geração de economia no orçamento público com a adoção destas tecnologias pode acontecer simplesmente por conta das vantagens financeiras em se investir no saneamento, com garantias futuras em saúde, desenvolvimento social e qualidade de vida, ou ainda com a própria substituição do método titular de abastecimento, como visto no estudo de caso sobre a comunidade do Furo Grande. De todo modo, essa importância se estende a possibilidade de garantir uma atenuação nas

despesas governamentais, com a evitação de gastos, por exemplo, com cuidados médicos relacionados a problemas de saúde por doenças vinculadas à falta de saneamento.

Embora denotadas vantagens sobre a capacidade de atendimento às demandas familiares de acesso à água e econômicas com a titularidade do método de abastecimento por água de chuva, esta alternativa ainda é pouco explorada por políticas públicas na Amazônia brasileira. Não obstante, essa observação não retrata uma condição unicamente direcionada ao manejo de águas pluviais. Em um contexto geral, o desempenho do Estado na Amazônia ainda demonstra um desenvolvimento lento, considerando-se a evolução dos indicadores de saneamento na região, em uma perspectiva de universalização destes serviços, sobretudo ao atentar-se às metas estabelecidas pela Agenda 2030 da ONU e pelo Novo Marco Regulatório para o Saneamento no Brasil.

De modo geral, a concretização desta pesquisa traz como resultados respostas que nem de longe esgotam a temática sobre o aproveitamento de água de chuva como método de abastecimento em zonas rurais da Amazônia brasileira. Esta dissertação, portanto, deve representar um ponto de passagem na construção de propostas para a promoção do desenvolvimento sustentável e de justiça socioambiental na Amazônia, por meio da universalização do acesso regular e seguro à água.

5.3 Prioridades para pesquisas futuras

Apesar da adoção do território paraense como área representativa para o entendimento do comportamento de SAAC na Amazônia, em termos quantitativos, é importante priorizar a elaboração de dimensionamentos pontuais, sob a intenção de replicação destas tecnologias. A elaboração de abordagens específicas, com o uso de dados pontuais, e a compreensão sobre o impacto econômico da adoção deste método na titularidade do abastecimento público, são critérios essenciais para o planejamento seguro de grandes projetos.

Nas investigações sobre o comportamento destas tecnologias sociais também se faz necessário o entendimento das principais características que fazem estes sistemas não serem vistos como unanimidades. Importa ponderar que é a partir da observação das particularidades regionais, sociais, econômicas e de tantas outras, denotadas, por exemplo, pelas condições estruturais, culturais, orçamentárias ou mesmo microclimáticas de cada local, que se deve definir o método ideal para um abastecimento eficiente.

Assim, os próximos passos desta pesquisa, projetados oportunamente para a elaboração de uma tese de doutorado, devem aceitar como ponto de partida a importância de uma revisão sobre as particularidades envolvidas na elaboração de políticas públicas, objetivando uma maior eficiência na garantia dos direitos abastecimento de água na Amazônia. De forma complementar, é indispensável ainda a reavaliação sobre aspectos bem-sucedidos e mal-sucedidos entre as diferentes experiências já acontecidas na região.

5.4 Considerações finais

Por fim, é válido um resgate sobre a motivação embrionária desta pesquisa. De modo geral, há uma confirmação da hipótese norteadora, que sugere um subaproveitamento do potencial de aproveitamento de água de chuva na Amazônia brasileira. Em uma concepção introdutória, construída com algumas poucas experiências em abordagens sobre esta temática nos anos de graduação, com trabalhos de conclusão de curso e iniciação científica, julgava-se que a atuação do Estado na Amazônia, enquanto promotor de políticas públicas e garantidor de direitos, era certamente alheio a este método, pautado em tecnologias sociais.

Ao certo, a trajetória até a conclusão desta dissertação foi construída sobre muitas reflexões, mudanças de direção e novos aprendizados. Concernente a isso, e ainda direcionando-se ao propósito norteador, é preciso destacar que apesar de não ser julgada como área prioritária pelos principais programas públicos de fomento ao abastecimento de água via manejo das águas de chuva, existem diferentes iniciativas que priorizam e reconhecem a viabilidade deste método na região amazônica. Em estados como Amazonas e Tocantins, o uso destas soluções tecnológicas é, de fato, o principal responsável pelo acesso regular de água de muitas famílias em ambientes rurais.

É justamente esta conclusão que nos impossibilita afirmar, portanto, que atuação do Estado na Amazônia brasileira, apesar de demonstrar uma baixa eficiência na promoção da universalização dos serviços básicos em saneamento, desconsidera/desconhece/desaprova o método pautado na captação das águas de chuva. Esta compreensão representa, portanto, um novo ponto de partida.

REFERÊNCIAS

BATISTA, L. M.; NEU, V.; MEYER, L. F. F. Água de chuva: uma alternativa para comunidades rurais no estado do Pará. **Revista Tecnologia e Sociedade**. v. 18, n. 54, 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/14779>. Acesso em 22 de fevereiro, 2023.

BORDALO, C. A. L. Pelo direito humano ao acesso à água potável na região das águas: uma análise da exclusão e do déficit dos serviços de abastecimento de água potável à população da Amazônia brasileira. **Novos Cadernos NAEA**, v. 25, n. 1, p. 261-284, 2022.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [1988]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 21 de março, 2023.

BRASIL. **Decreto Nº 7.535 de 26 de julho de 2011**. Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Água - “ÁGUA PARA TODOS”. Brasília, DF: Presidência da República, [2011]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7535.htm. Acesso em 03 de abril, 2023.

BRASIL. **Decreto Nº 8.038, de 4 de julho de 2013a**. Regulamenta o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água - Programa Cisternas, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/Decreto/D8038.htm. Acesso em: 23 de março, 2023.

BRASIL. **Lei Nº 8.080, de 19 de setembro de 1990**. Dispõe sobre as condições [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [1990]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8080.htm. Acesso em: 23 de março, 2023.

BRASIL. **Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF: Presidência da República, [2001]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 05 de março, 2023.

BRASIL. **Lei Nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [2001]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 21 março, 2023.

BRASIL. **Lei Nº 11.346, de 15 de setembro de 2006**. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN. Brasília, DF: Presidência da República, [2001]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11346.htm. Acesso em: 23 de março, 2023.

BRASIL. **Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [2007]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em 21 de março, 2023.

BRASIL. **Lei Nº 11.977, de 7 de julho de 2009**. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/111977.htm. Acesso em: 23 de março, 2023.

BRASIL. **Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico e dá outras providências. [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm. Acesso em 23 de março, 2023.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB**. Brasília, DF, MCIDADES, 2013b.

BURITI, C. de O.; BARBOSA, E. M. Políticas Públicas de recursos hídricos no Brasil: olhares sob uma perspectiva jurídica e histórico-ambiental. **Veredas do Direito**. Belo Horizonte, v.11, n.22, p.225-254 jul./dez. 2014.

CUNHA, L. H. Desigualdades nos padrões de acesso à água e limites da cidadania hídrica em comunidades rurais do semiárido. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 55, p. 99-116, 2020.

SANTOS, K. de S. *et al.* Saneamento ambiental em área insular - o aproveitamento das águas pluviais como melhoria em uma comunidade ribeirinha amazônica. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 3, p. 726-741, 2020.

SANTOS, C. F. dos *et al.* Aproveitamento de água de chuva para fins potáveis numa escola pública no interior do município de Campo Formoso (BA). **Revista Monografias Ambientais**, v. 1, p. 9, 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL (ITB). **Painel Saneamento Brasil**. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/>. Acesso em 22 de março, 2023.

NEU, V. *et al.* Água da chuva para consumo humano: estudo de caso na Amazônia Oriental. **Inclusão Social**. Brasília, DF, v.12 n.1, p.183-198, 2018.

NEVES-SILVA, P.; HELLER, L. O direito humano à água e ao esgotamento sanitário como instrumento para promoção da saúde de populações vulneráveis. **Ciênc. Saúde Colet.** 2016; 21:1861-9.

OLIVEIRA, C. R. M. de *et al.* Saneamento básico e a relação intrínseca com o desenvolvimento sustentável: um desafio frente à desigualdade socioeconômica na Região Norte. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 3, n. 3, p. 62-74, 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). A/RES/70/1. **Transformar nuestro mundo**: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015. ONU, Geneva, 25 oct. 2015. Disponível em: https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf. Acesso em: 23 de março, 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). United Nations General Assembly. **Human right to water and sanitation**. Geneva: United Nations General Assembly; 2010. (UN Document A/RES/64/292).

SANTOS, J. E. S.; BORJA, P. C. Captação e armazenamento de água de chuva para consumo humano no semiárido baiano no âmbito do P1MC: uma análise da viabilidade do uso da tecnologia no município de Abaré-BA. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 5259-5300, 2020.

SOUZA, W. V. F.; SILVA, K. V. C. da; SILVA, F. de P. A fome no (s) Nordeste (s): Bolsa Família, escala de insegurança alimentar (EBIA) e Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) na região nordeste e seus impactos. **PEGADA-A Revista da Geografia do Trabalho**, v. 22, n. 1, p. 306-340, 2021.

VELOSO, N. da S. L. **Política Pública de Abastecimento Pluvial: Água da Chuva na Amazônia, e Por Que Não?** Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido – Universidade Federal do Pará. Belém, 2019.

VIANA, R. L.; FREITAS, C. M. de; GIATTI, L. L. Saúde ambiental e desenvolvimento na Amazônia legal: indicadores socioeconômicos, ambientais e sanitários, desafios e perspectivas. **Saúde e Sociedade**, v. 25, p. 233-246, 2016.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: Políticas de Estado e tecnologias sociais de água de chuva na Amazônia brasileira.

Pesquisador responsável: Lucas Mota Batista

Orientador da pesquisa: João Santos Nahum

Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)

1. Natureza da pesquisa:

Você está sendo convidado a participar desta pesquisa que tem como objetivo principal de estudar a viabilidade do uso de tecnologias sociais de aproveitamento de água de chuva como alternativa ao abastecimento de água em zonas rurais na Amazônia.

O presente formulário visa o compartilhamento de dados referentes ao abastecimento de água na comunidade do Furo Grande, na Ilha das Onças (Barcarena – Pará). Estas informações serão utilizadas para caracterização socioambiental da população local, além de base comparativa para análises de custo-benefício da implementação de tecnologias sociais de saneamento na região.

2. Participante da pesquisa:

Este formulário é direcionado ao srs. responsáveis pelo serviço de distribuição (abastecimento) de água na comunidade do Furo Grande, na Ilha das Onças.

3. Envolvimento na pesquisa:

Ao concordar com a aplicação do questionário você permitirá que o pesquisador responsável utilize os dados compartilhados em seu estudo, concordando então com publicações e com o compartilhamento dessas informações com o público geral.

Você tem a liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para você. Sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone ou e-mail dos pesquisadores envolvidos no projeto.

Para ter uma cópia deste TCLE você deverá imprimi-lo, ou deverá gerar uma cópia em pdf para guardá-lo em seu dispositivo de uso pessoal. Você também poderá solicitar

aos pesquisadores do estudo uma versão deste documento a qualquer momento por um dos contatos registrados no final deste termo.

4. Formato:

O levantamento dos dados será realizado por meio de formulário impresso, constituído por 8 perguntas. A precisão de suas respostas é determinante para a qualidade da pesquisa.

5. Riscos e desconforto:

A realização do estudo não prevê riscos ou prejuízos aos participantes da pesquisa ou aos moradores locais.

A realização do estudo objetiva a melhoria na replicação de tecnologias sociais, visando a promoção de soluções em saneamento mais justas, participativas e de maior eficácia.

A realização do estudo prevê retorno de tais esforços à comunidade como forma de promoção de justiça socioambiental e inclusão, saúde e qualidade de vida, por intermédio de políticas públicas em saneamento que poderão utilizar os resultados da presente pesquisa como base de informações na tomada de decisões.

6. Publicidade:

É objetivo da pesquisa que os resultados finais possam ser compartilhados em revistas e eventos científicos, além de outros meios digitais, para uma ampla divulgação na comunidade científica, público-alvo do estudo, e toda a sociedade civil, bem como aos tomadores de decisões na esfera política.

Assim sendo, os responsáveis por este estudo comprometem-se ainda com o envio do documento final a todos(as) os(as) participantes envolvidos.

7. Pagamento:

A colaboração com esta pesquisa não prevê remuneração, visto que sua participação é de caráter voluntária.

8. Vínculo institucional:

Esta pesquisa é vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Pará, campus Belém.

9. Contatos:

Para contatar um dos autores da pesquisa, você poderá encaminhar um e-mail, ligar ou mandar mensagens via WhatsApp a qualquer momento:

Pesquisador responsável:

Lucas Mota Batista. (91) 99326-0817. Lucasmotab4@gmail.com.

Orientador da pesquisa:


João Nahum profjoonahum@gmail.com.


Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que se seguem.

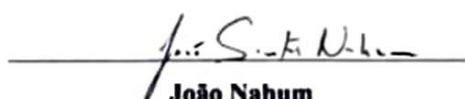
Obs: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito.

Consentimento Livre e Esclarecido

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa. Declaro que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a realização da pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.


Wandernilson F. Soares
Wandernilson F. Soares
Participante da Pesquisa


Lucas Mota Batista
Pesquisador responsável


João Nahum
Orientador

APÊNDICE B

LEVANTAMENTO DE DADOS

Os questionamentos levantados por este formulário deverão ser utilizados como base para o desenvolvimento de estudos referentes a promoção de saneamento e qualidade de vida para a populações presentes em áreas rurais amazônicas, sobretudo no que diz respeito ao fomento de tecnologias sócias.

As respostas podem ser compartilhadas em diferentes formatos, como textos corridos, figuras, links, referências e outros. A riqueza de informações proporcionará um ganho de qualidade nas análises produzidas nos estudos.

- 1. Quais as alternativas para o abastecimento de água na ilha? Existe algum projeto público em execução ou planejamento?**
- 2. Como funciona a contratação da prefeitura de Barcarena para o serviço de distribuição de água por barqueiros?**
- 3. Qual a frequência de distribuição e em qual quantidade?**
- 4. Atende toda a ilha?**
- 5. Quais os custos desse serviço? Ele é feito junto a uma empresa (PJ) ou prestadores individuais (PF)?**
- 6. Quantas pessoas são contratadas para fazer a distribuição de água em todo o Furo Grande (Ilhas das Onças – Barcarena)?**
- 7. Com qual frequência de atendimento das casas?**
- 8. Qual a quantidade de água é distribuída para cada família?**
- 9. Qual o local de coleta da água e a fonte? (Ex.: poços)**
- 10. A remuneração é fixa ou por produtividade?**