

Artigo de Pesquisa**SEGURANÇA HÍDRICA NA RESERVA EXTRATIVISTA DE SÃO JOÃO DA PONTA (RESEX) - RIO MOCAJUBA (PA)****Water safety in the São João da Ponta Extractive Reserve (RESEX) - Mocajuba River (PA)**

Jhanier Salas Cuesta¹, Aline Maria Meiguins de Lima², Marcia Aparecida da Silva Pimentel³, Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes⁴, Ricardo Angelim da Silva⁵

¹ Universidade Federal do Pará, Belém-PA. jhanysalasc@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-7724-2997>

² Universidade Federal do Pará, PPG Ciências Ambientais, Belém-PA, Brasil. ameiguins@ufpa.br

 <https://orcid.org/0000-0002-0594-0187>

³ Universidade Federal do Pará, PPG Ciências Ambientais, Belém-PA, Brasil. mapimentel@ufpa.br

 <https://orcid.org/0000-0001-9893-9777>

⁴ Universidade Federal do Pará, Núcleo de Meio Ambiente, Belém-PA, Brasil. rmendes@ufpa.br

 <https://orcid.org/0000-0002-5584-8688>

⁵ Universidade Federal do Pará, Belém-PA, Brasil. ricardoangelimesa@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-5140-8186>

Recebido em 27/01/2022 e aceito em 24/10/2022

RESUMO: O acesso a água para consumo humano é essencial para a manutenção da qualidade da vida tanto no ambiente rural quanto urbano, porém este depende de um conjunto de políticas que envolvem saneamento, desenvolvimento das cidades, meio ambiente, recursos hídricos e agrícola. Este trabalho teve como objetivo avaliar os usos múltiplos das águas e a segurança hídrica associada, na área da Reserva Extrativista (RESEX) de São João da Ponta (bacia hidrográfica do rio Mocajuba, Costa Atlântica Amazônica, estado do Pará). A metodologia adotada foi teórico-prática com levantamento de dados (secundários e primários) na sede municipal de São João da Ponta e na comunidade de Jacarequara. Na avaliação quanto ao aproveitamento da água da chuva foram adotados os procedimentos da NBR 15527. O consumo de água no setor produtivo foi caracterizado por: 12.699 m³.ha⁻¹ (produção agrícola), 40.644 m³.dia⁻¹ (criação de animais); com demanda social de 146 l/hab.dia⁻¹. Sendo o aproveitamento da água da chuva viável para pequenas comunidades, porém precisando de orientação técnica e suporte financeiro para sua implementação. Existe uma demanda de consumo que justifica a discussão da segurança hídrica preventiva, principalmente pelo acesso à água em qualidade e quantidade apropriadas, com o fortalecimento e/ou de implantação de ações de ordenamento do território que priorizem a garantia da disponibilidade hídrica.

Palavras-chave: Usos da água; Água da chuva; Amazonia.

ABSTRACT: Access to water for human consumption is essential for maintaining the life quality in both rural and urban environments, however, it depends on a set of policies involving sanitation, city development, the environment, water resources, and agriculture. This study aimed to evaluate the multiple uses of water and the associated water security in the area of the Extractive Reserve of São João da Ponta (Mocajuba River Basin, Amazon Atlantic Coast, Pará State). The methodology adopted was theoretical-practical with data collection (secondary and primary) in the municipal headquarters of São João da Ponta and the community of Jacarequara. In assessing the potential for rainwater harvesting were adopted the procedures of NBR 15527. Water consumption in the productive sector was characterized by: 12,699 m³.ha⁻¹ (agriculture production); 40,644 m³.day⁻¹ (livestock); with social demand of 146 l/hab.day⁻¹. The use of rainwater is feasible for small communities, but needs technical guidance and financial support for its implementation. There is a demand for consumption that justifies the discussion of preventive water security, mainly by access to water appropriate quality and quantity, with the strengthening and/or implementation of land management actions that prioritize the guarantee of water availability.

Keywords: Water uses; Rainwater; Amazonia.

INTRODUÇÃO

A implantação de unidades de conservação no Brasil historicamente tem sido associada a questões ambientais e estratégicas, porém a categoria uso sustentável (Art. 7º §2º O objetivo básico das Unidades de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais) prevista em lei (Lei n. 9.985/2000) força a discussão sobre como podem ocorrer práticas de manejo internas a estas, com benefícios sociais e econômicos, incluindo a segurança alimentar (BEGOSI et al., 2019).

O aproveitamento direto dos recursos naturais para a alimentação e/ou para a venda (como principal atividade econômica), sem orientação técnica pode gerar problemas internos associados a doenças de vinculação alimentar e sua transferência para a comunidade que busca nestes locais a aquisição de produtos de menor custo aquisitivo (SILVA, 2014; FERREIRA et al., 2017). Vivacqua (2018) ao tratar as Reservas Extrativistas (RESEX) Marinhas, declara que muitas vezes a comunidade considera que as mesmas sejam uma responsabilidade adicional, sem o devido suporte do governo. Segundo o Art. 18 da Lei n. 9.985/2000, as RESEX podem ser descritas como áreas utilizadas por populações extrativistas tradicionais, que tem no extrativismo a base de sua economia, dando oportunidade para proteção dos meios de vida e da cultura dessas populações, além do uso sustentável dos recursos naturais.

Teixeira et al. (2018) reforçam o debate da importância da segurança alimentar nas RESEX ao considerarem que existe uma relevância econômica e social no autoconsumo, onde a atividade extrativa e a agricultura de base familiar tornam-se o eixo central nestes ambientes, como exemplos tem-se o açaí e a farinha de mandioca, cujo percentual de famílias que realizam autoconsumo chega a 42,3% e 48,9% respectivamente no estado do Pará.

Quando se observa apenas estes dois produtos, açaí e farinha de mandioca, comuns na alimentação de diversas comunidades na Amazônia, tem-se a relevância da água como parte do componente alimentar e produtivo. Schabarum e Triches (2019) enfocam que a segurança alimentar abrange aspectos sanitários e microbiológicos, incorporando os ambientais, de saúde, culturais, sociais e econômicos na alimentação.

Assim, deriva-se a relação entre segurança alimentar e hídrica, onde esta última foca na oferta de água em qualidade e quantidade para o uso fim, que seria o abastecimento para consumo humano (GARCIA; CLEPS JUNIOR, 2012; NOGUEIRA, 2017), principalmente quando se observa, por exemplo, o alto uso necessário para produção do açaí e a necessidade de diluição do efluente líquido gerado no processamento da mandioca (SILVA et al., 2016), produtos característicos da produção agrícola em comunidades ribeirinhas amazônicas (MARTINS; MARTINS, 2012; LIRA; CHAVES, 2016).

Porém, além do fator uso, as águas são sujeitas as condicionantes naturais, que podem significar mudanças de qualidade, em função das condições de escoamento e de carga orgânica (e inorgânica) que é diretamente lançada, seja de forma natural ou antrópica; ou de quantidade pela captação, para atendimento das demandas de consumo humano e do setor produtivo (NASCIMENTO et al., 2016).

Dada sua importância e necessidade, vários são os fatores que justificam a existência de políticas públicas sustentáveis para o gerenciamento do uso da água; uma vez que, muitas atividades dependem diretamente da sua disponibilidade e as bacias hidrográficas localizadas nas áreas de estresse hídrico encontram-se sujeitas a escassez desse recurso (BICHUETI et al., 2014).

Os aspectos conceituais da sustentabilidade e da problemática hídrica representam o ponto de partida para a identificação e criação de indicadores que envolvam os mais diversos aspectos, desde os de origem biofísica até os culturais, uma vez que não será possível haver mudança no padrão de consumo se não ocorrer uma mudança de valores e comportamentos (NASCIMENTO, 2012; MARTINS; CÂNDIDO, 2015).

Considerando que a segurança hídrica pode ser associada com a disponibilidade de uma quantidade aceitável e de qualidade da água para a saúde, meios de subsistência, ecossistemas e produção (COOK; BAKKER, 2012), vinculando-se a um sistema complexo que interage com sistemas biofísicos, tecnológicos e sociais (BAKKER; MORINVILLE, 2018); a mesma pode ser avaliada dentro do contexto da pegada hídrica. Esta pode ser considerada um indicador multidimensional da apropriação dos recursos hídricos, pois contabiliza a água de chuva e o volume de água poluído por efluentes e não apenas a captação água superficial ou subterrânea; considera também o uso da água ao longo de toda a cadeia produtiva; e desconta a água que for retornada para o local de captação com boa qualidade (GIACOMIN; OHNUMA, 2012).

O conceito de pegada hídrica tem sido usado como indicador do consumo de água por pessoas e produtos; a maioria dos usos de água ocorre na produção agrícola destacando também um número significativo de volume de água consumida e poluída nos setores industriais e domésticos, desta forma a pegada hídrica tem sido estimada multiplicando-se todos os bens e serviços consumidos por seus respectivos conteúdos de água virtual (SILVA et al., 2013).

No âmbito da análise da bacia hidrográfica, o uso da água também está associado as formas de cobertura da terra. As áreas de floresta representam um componente importante, pois nem toda a floresta (e a evapotranspiração (ET) dessa floresta) consegue ser corretamente estimada em termos de sua pegada hídrica, potencial para conservação da biodiversidade e armazenamento de carbono; uma possível maneira de contabilizar seria alocar a floresta-ET sobre as várias funções florestais de acordo com seu valor econômico (HOEKSTRA; CHAPAGAIN, 2007; OEL; HOEKSTRA, 2012).

Considerando as formas de uso da terra, a implantação de atividades produtivas (agricultura de subsistência, extrativismo florestal, animal e/ou criação de animais) em áreas onde existem populações tradicionais localizadas nas margens dos rios, contribui para sua fixação em seus locais de origem, porém sem o manejo adequado pode haver uma apropriação inadequada do recurso hídrico, principalmente nas áreas de nascente (BARBIERI et al., 2014). Além disto, as condições precárias de acesso ao saneamento nestas áreas levam estas populações a realizarem o despejo inadequado do esgoto doméstico, do lixo e a terem dificuldades de abastecimento de água para consumo humano, principalmente no período menos chuvoso (LIMA et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2016).

A busca pela avaliação do potencial hídrico (pegada hídrica) e a discussão da segurança hídrica aplicada principalmente as comunidades rurais, conduz a um terceiro ponto que seria o aproveitamento racional da água com o melhor uso das fontes para consumo humano e a potencialização de alternativas para usos não potáveis. Disto, advém a discussão sobre o aproveitamento da água da chuva. Esta consiste de um modelo de manejo da água precipitada, em que se empregam superfícies impermeáveis, tais como, telhados, lajes, calçadas, entre outras como superfícies de captação (SILVA et al., 2006; LOPES et al., 2011).

Segundo Lima et al. (2011) essa tecnologia vem crescendo e dando ênfase à conservação da água, além de proporcionar economia de água potável. O aproveitamento da água pluvial em residências pode reduzir as despesas com água potável, quando aplicada em larga escala, de forma planejada e em uma bacia hidrográfica; a qualidade da água captada dependerá das condições meteorológicas, presença ou não de vegetação e sua carga poluidora (TOMAZ, 2003; PHILIPPI et al., 2006).

O suprimento de água com qualidade, quantidade, continuidade e custo razoável são necessários para garantir os benefícios para a saúde humana, principalmente, quando se consideram comunidades ribeirinhas e rurais. Logo, este trabalho tem como objetivo avaliar os usos múltiplos das águas e a segurança hídrica associada,

na área da Reserva Extrativista de São João da Ponta (bacia hidrográfica do rio Mocajuba-PA, Costa Atlântica Amazônica).

MATERIAIS E MÉTODOS

O município de São João da Ponta está localizado na mesorregião do nordeste paraense e microrregião do salgado, abrangendo uma área territorial de 195,90 km², distante 120 km em linha reta da cidade de Belém (Figura 1).

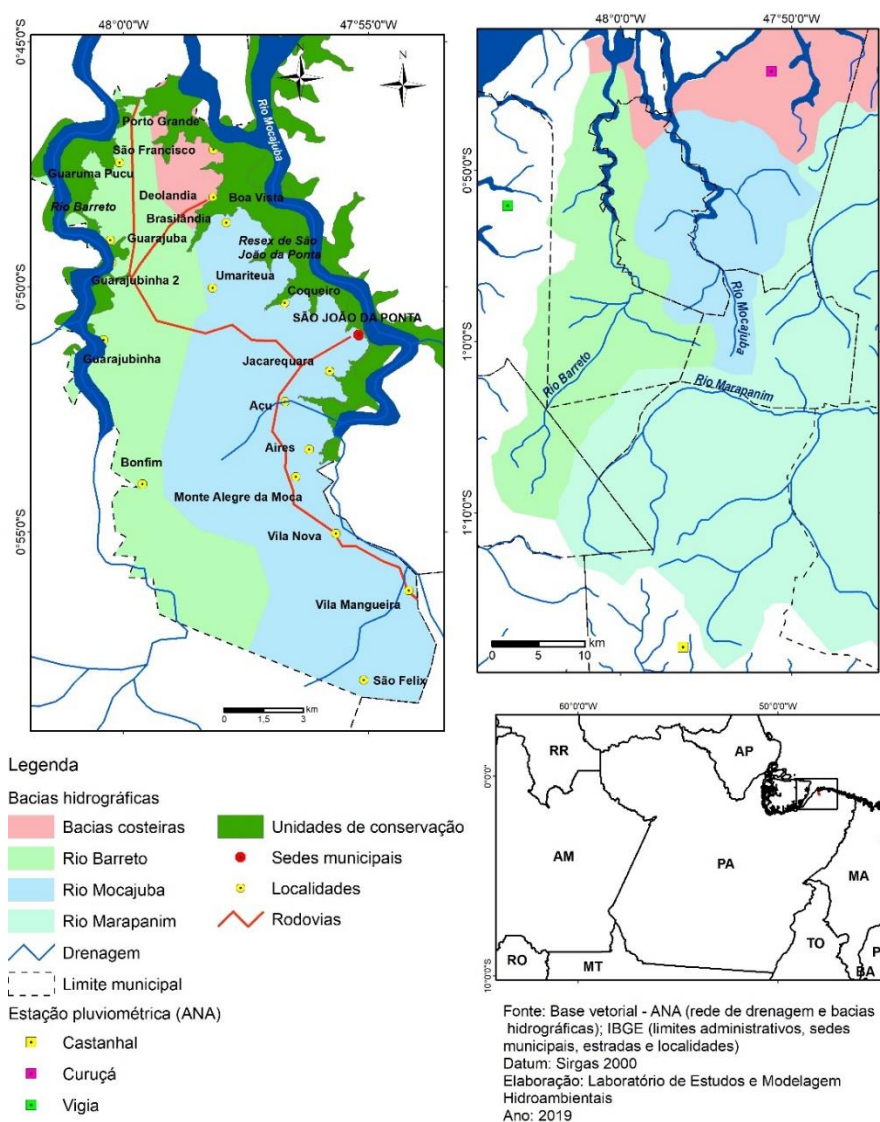


Figura 1. Localização da Reserva Extrativista de São João da Ponta. **Fonte:** Elaborada pelos autores.

A Reserva Extrativista de São João da Ponta (3.203,24 ha), representa uma reserva extrativista marinha, composta por um manguezal ligado aos estuários do rio Mojuim e Mocajuba, que o circundam; foi criada através do Decreto de 13 de dezembro de 2002, com os objetivos de assegurar o uso sustentável e a conservação dos recursos naturais renováveis, protegendo os meios de vida e a cultura da população extrativista local. A bacia do rio Mocajuba, abrange parte do território municipal, estando localizada a região denominada de Costa Atlântica Nordeste Ocidental (Resolução n. 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos), na parte correspondente a Amazônia Oriental (Nordeste do estado do Pará).

Pimentel (2019) descreve as Reservas Extrativistas Marinhas como territórios que envolvem as multiterritorialidades dos povos da zona costeira, onde os extrativistas apresentam uma típica relação com a dinâmica da maré, que passa a ser considerada um marcador temporal de todas as atividades da vida (maretório). Registradas junto a Resex indicam que na região existem cerca de 16 comunidades mais a sede do município, aglutinadas em 5 polos: Porto Grande (Porto Grande, São Francisco, Santa Clara, Baunilha, Santana), Decilândia (Decilândia, Novo Horizonte, Brasilândia), Sede (Sede, Açú, Monte Alegre, Jacarequara, Vila Nova), Bom Fim (Bom Fim) e Guarajuba (Guarajuba, São Domingos, Guarajubinha).

As características climáticas da região são marcadas pelos tipos *Am* e *Af*, segundo a classificação de Köppen, caracterizado como chuvoso, úmido e quente, com maior incidência de chuvas no período de janeiro a maio e o mais seco de julho a outubro, com temperaturas que podem variar de 38 °C a 22 °C, precipitação média de 2000 mm³.ano⁻¹ e umidade relativa do ar em torno de 85% (FISCH et al., 1998; SOUZA et al., 2009; AMANAJÁS; BRAGA, 2012). Souza et al. (2004, 2009) destacam que durante o trimestre DJF evidencia-se um máximo pluviométrico, situado na faixa litorânea e no nordeste paraense, com valores acima de 1000 mm; este máximo é devido à influência da ZCIT (Zona de Convergência Intertropical), cuja posição central da banda de nebulosidade tropical posiciona-se em latitudes equatoriais nestes meses. Durante o trimestre MAM ocorre uma diminuição significativa da precipitação, devido ao retraimento dos episódios da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) ou de sistemas frontais com a intensificação e generalização do máximo pluviométrico sazonal entre 1000 e 1400 mm no NE do Pará.

No município de São João da Ponta predominam os ambientes de mangue, várzea e de terra-firme (FERREIRA et al., 2019) com uma cobertura vegetal (incluindo as formas de vegetação de várzea e terra-firme) de aproximadamente 67,28% (da área do município); de manguezal representando 14,17%, sendo este tipicamente estuarino, agregando a maior representatividade da biodiversidade e produtividade locais, principalmente ao longo dos sistemas hídricos superficiais, marcados pela influência das marés e da salinidade; e por sistemas classificados como de áreas produtivas, não floresta e de solo exposto, em 18,55% da área total do município.

Levantamento das informações

Os dados secundários foram levantados junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS) e Secretaria Municipal de Saúde, Vigilância e Controle de São João da Ponta. Estes foram organizados em uma base de dados quantitativos para caracterização do consumo de água.

Para formação da base de dados primários foram feitas entrevistas na Prefeitura de São João da Ponta, na Secretaria Municipal de Saúde, Vigilância e Controle e Secretaria Municipal de Meio Ambiente. E aplicados formulários na sede municipal de São João da Ponta. Os quantitativos adotados foram 41 residências, do total de 268 indicadas pelo IBGE, para a sede municipal de São João da Ponta (escolhidas considerando a distribuição espacial na cidade e a disponibilidade de participação) e 20 residências, na comunidade de Jacarequara (segundo informações dos gestores da RESEX). Esta última foi escolhida para o levantamento potencial de aproveitamento da água da chuva, em função da proximidade com São João da Ponta e por ser atuante junto a RESEX.

As entrevistas constaram de questionamentos (perguntas abertas) sobre as condições de saneamento no município e nas comunidades (envolvendo abastecimento de água e tratamento de esgotos); o monitoramento qualitativo e quantitativo das águas de abastecimento; e a presença de levantamentos que indicassem formas de avaliação da demanda hídrica. Como estas foram dirigidas aos técnicos do município de São João da Ponta, as respostas possibilitaram complementar as informações anteriormente coletadas via dados secundários do IBGE e SNIS. Nos formulários as perguntas foram abertas e fechadas divididas em 04 grupos: 1) Água para abastecimento humano; 2) Problemas ambientais relacionados ao consumo de água e condições de saneamento; 3) Uso da água e as atividades rurais - este item foi detalhado no universo que se identificou atuante na atividade; e 4) Principais conflitos no uso da água.

No processo de caracterização geral das áreas de estudo (sede municipal de São João da Ponta e comunidade de Jacarequara) foram observados pontos de captação de água superficial - onde os múltiplos atores sociais usam a água do rio e executam atividades que interagem com a quantidade e qualidade da água da bacia; pontos de captação por poços - referente aos sistemas de abastecimento para consumo de água doméstico e comercial; pontos de lançamento de esgoto ou da drenagem pluvial que drenem em direção aos cursos d'água; locais de deposição de lixo - foram avaliadas sua proximidade com os sistemas de captação e abastecimento de água; e a interação dos recursos hídricos locais com as atividades econômicas da região.

Avaliação do aproveitamento da água da chuva

Na avaliação do quantitativo das chuvas na região de estudo, foram adotadas as estações de Castanhal (1973-2015), Vigia (1982-2015) e Curuçá (1985-2015), monitoradas pela Agência Nacional de Águas (ANA). As medidas de telhado foram tomadas considerando os procedimentos adotados pelo Grupo de Pesquisas Aproveitamento de Água da Chuva na Amazônia da Universidade Federal do Pará (UFPA), através do Núcleo de Meio Ambiente (NUMA) em parceria com o Instituto de Tecnologia (ITEC) (FLORES et al., 2012; VELOSO et al., 2013; VELOSO; MENDES, 2014). Este é composto pelas etapas iniciais de caracterização da infraestrutura de captação (Figura 2), seguida da sua quantificação. Os métodos sugeridos na NBR 15527 (ABNT, 2007) foram adotados para estimativa dos volumes de reservatório, conforme o Quadro 1.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Consumo da água - setor produtivo e abastecimento humano

Em São João da Ponta, quanto à população residente, no município são 5.970 habitantes (IBGE, 2017) dos quais 80,4% compõem a população rural e 19,6% a urbana. O IDH de São João da Ponta é de 0,583, sendo classificado como baixo, conforme PNUD (2014). O universo pesquisado na sede municipal foi de 53,7% de mulheres e 46,3% de homens; predominantemente na faixa adulta (36-65 anos, 63,4%). Neste universo, 26,8% representam profissionais autônomos, 22% como prestadores de serviços domésticos e 17,1% pescadores. As mulheres, em sua maioria, são donas de casa e trabalham no roçado, é perceptível como algumas delas se destacam na liderança comunitária. O número de habitantes residente é dominante de 3 a 4 pessoas.

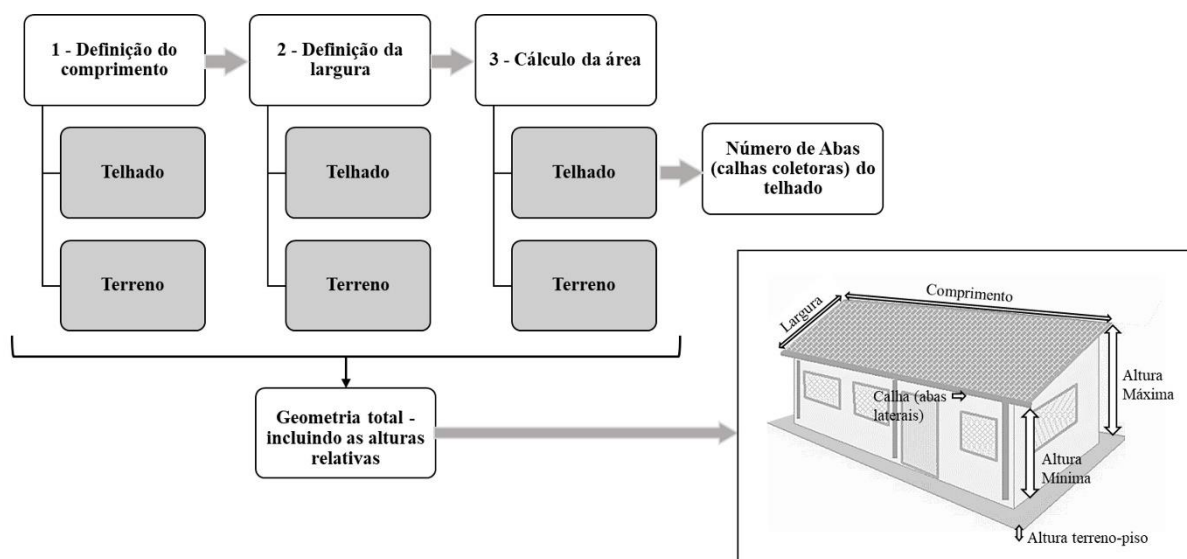


Figura 2. Caracterização da geometria de captação. **Fonte:** Elaborada pelos autores.

Quadro 1. Métodos e formulação adotados.

Método de Rippl ou método das massas	
<p>Criado em 1883 geralmente super-dimensiona o reservatório, mas é bom usá-lo para verificar o limite superior do volume do reservatório de acumulação de águas de chuvas. Neste trabalho, o dimensionamento foi feito utilizando-se séries históricas de precipitação em base mensal. Este supõe que o reservatório no início está cheio e que a retirada de água do reservatório é suposta constante. O método de Rippl não leva em conta a evaporação da água. O dimensionamento por esse método inicia-se pelos cálculos do volume de água pluvial no reservatório no tempo t e do volume de água pluvial no tempo t. $S(t)$ é o volume de água pluvial no reservatório no tempo t (L); $D(t)$ é a demanda ou consumo de água pluvial no tempo t (L); $Q(t)$ é o volume de água pluvial no tempo t (L); C é o coeficiente de escoamento superficial (adotado como 0,80, segundo recomendações da NBR 15527); P é a precipitação média no tempo t (mm); e A é a área de captação em projeção no terreno (m^2). A capacidade do reservatório de água pluvial é $V = \sum S(t)$, somente para valores $S(t) > 0$; onde V é o volume do reservatório.</p>	<p>Equação 1 $S(t) = D(t) - Q(t)$</p> <p>Equação 2 $Q(t) = C \times P \times A$</p>
Método Prático Brasileiro ou Método Azevedo Neto	
<p>Utiliza uma série de precipitação de forma anual relacionando com a quantidade de meses com pouca chuva ou seca. É definido por 4,2% do produto entre o volume ideal do reservatório, o volume de chuva coletada pelo telhado e o número de meses com pouca chuva ou seca. Desta forma, o método indica o volume de água aproveitável sendo o volume de água do reservatório. Onde P é a precipitação média anual, em mm; T é o número de meses de pouca chuva ou seca; A é a área de coleta, em m^2; V é o volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, em litros (L).</p>	<p>Equação 3 $V = 0,042 \times P \times A \times T$</p>
Método Prático Inglês	
<p>Trabalha apenas com a precipitação média de chuva anual e com a área de captação da residência. Assim, despreza variáveis como a demanda de água, sendo o volume obtido independente deste. Trata-se de uma metodologia muito simples que considera o volume ideal de armazenamento como sendo 5% do volume de água coletado no telhado. Onde V é o volume de água pluvial, ou o volume do reservatório de água pluvial (m^3); P é a precipitação média anual (mm); e A é a área de captação em projeção no terreno (m^2).</p>	<p>Equação 4 $V = 0,05 \times P \times A$</p>

Fonte: Tomaz (2003), ABNT (2007), Flores et al. (2012), Veloso et al (2013) e Veloso e Mendes (2014).

A produção familiar dos habitantes é baseada principalmente na pesca, na roça e na criação de pequenos animais. Possuem muitas árvores frutíferas, onde destaca-se a extração de: açaí, cupuaçu, manga, taperebá, dentre outras. Além de espécies nativas da flora paraense. A horta é feita em consórcios com o milho e a mandioca. Algumas famílias conseguem vender o excedente para complementação da renda. Alguns produtos, podem ser trocados por peixe ou outros produtos, dependendo da situação. Na época do plantio, geralmente, a roça é feita em mutirão com a participação de membros de várias famílias, que vão se revezando.

Cada família possui pelo menos uma casa de farinha e a produção, quase sempre, é para o consumo interno. Além disto, o desmatamento para fazer carvão, ou outros utensílios de madeira, é cada vez maior. O censo agropecuário municipal (IBGE, 2015) mostra que as principais lavouras permanentes e temporárias executadas em São João da Ponta são principalmente: Abacaxi - 17 ha; Arroz - 6 ha; Coco - 8; Mandioca - 400 ha; Melancia - 2 ha; Feijão - 15 ha; Milho - 15 ha; Maracujá - 10 ha; Pimenta do reino - 13 ha. A prática da atividade de agricultura corresponde a aproximadamente 486 hectares do município.

Para determinar a quantidade de água necessária para o desenvolvimento da atividade agrícola, foram adotados os principais produtos (lavouras temporárias e permanentes) da

região. A Tabela 1 descreve somente o processo de agregação da água, ou seja, a quantidade de água bruta necessária para o cultivo independentemente a procedência da mesma, isto implica na quantidade média de água (em litros) necessária à produção de uma unidade de peso (quilograma ou litro) de produto (total de 12.699 m³/ha). Este valor pode ser alterado para mais ou para menos em função das condições de produção. Considerando a distribuição pluviométrica local (estações pluviométricas proximais de Castanhal, Vigia e Curuçá) observa-se que a região apresenta índices pluviométricos (Tabela 2) que garantem um bom suprimento de água no período chuvoso, fazendo com que os produtores precisem de outras fontes somente no menos chuvoso.

Os preços reduzidos da terra e a produtividade apenas um pouco mais alta, torna as pastagens de média e larga escalas mais lucrativas na Amazônia do que em outras regiões do Brasil (RIVERO et al., 2009; FARIAS et al., 2017). Em São João da Ponta destacam-se principalmente a criação de bovinos, caprinos, suínos e aves (IBGE, 2015). Para se conhecer e/ou determinar a quantidade de água que é necessária na pecuária, foi necessário a utilização de dados médios de volume de água requerida para tal produção; uma vez que, os valores de quantidade de água variam segundo a idade e peso de cada animal, entre outras variáveis (Tabela 3).

Tabela 1. Consumo de água para a produção agrícola de São João da Ponta.

Produção Agrícola	Total de hectares produzidos	Produção por Hectares (kg/ha)	Quantidade de Água (l/kg)	Volume de água para produção (m ³ /ha)
Arroz	6	500	2500	1250
Feijão	15	800	5053	4042,4
Milho	15	600	1750	1050
Mandioca	400	10000	2	20
Melancia	2	15000	235	352,5
Maracujá	10	8000	748	5984

Fonte: IBGE (2015); Mekonnen e Hoekstra (2011).

Tabela 2. Distribuição mensal da precipitação pluviométrica adotada.

Precipitação Pluviométrica (mm)	Castanhal	Vigia	Curuçá	Média mensal do período
Jan	251,63	193,12	178,31	207,69
Fev	266,74	254,89	310,13	277,25
Mar	443,72	608,91	683,61	578,75
Abr	345,54	525,67	508,91	460,04
Mai	224,09	321,76	292,35	279,40
Jun	193,62	224,14	196,33	204,69
Jul	209,29	195,60	211,85	205,58
Ago	85,26	91,16	61,39	79,27
Set	42,36	27,16	15,37	28,30
Out	37,05	19,21	3,32	19,86
Nov	88,71	27,74	8,99	41,82
Dez	122,79	112,77	48,60	94,72
Acumulado anual (mm)	2310,80	2602,12	2519,16	
Média do acumulado anual (mm)	2477,36			

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 3. Consumo de água para a produção Pecuária de São João da Ponta.

Produção Pecuária	Quantidade de Animais	Água Requerida para a produção	Produção em São João da Ponta
Bovino - efetivo dos rebanhos	541 Cabeças	450 litros dia ⁻¹ por 10 cabeças	24345 litros dia ⁻¹ cabeças
Caprino - efetivo dos rebanhos	15 Cabeças	8,0 litros dia ⁻¹	120 litros dia ⁻¹
Equino - efetivo dos rebanhos	102 Cabeças	43 litros dia ⁻¹	4386 litros dia ⁻¹
Galináceos efetivo de rebanhos	23200 Cabeças	15 litros dia ⁻¹ por 100 cabeças	3480 litros dia ⁻¹
Leite de vaca	2 Mil litros	4 litros dia ⁻¹ de água	8000 litros dia ⁻¹
Ovino - efetivo dos rebanhos	41 Cabeças	3,8 litros dia ⁻¹	155,8 litros dia ⁻¹
Suíno efetivo dos rebanhos	32 Cabeças	5 litros dia ⁻¹ por Cabeças	157 litros dia ⁻¹

Fonte: (IBGE, 2015); FAO (2013).

Os dados de consumo de água por atividade, indicam um valor aproximado de 40.644 m³/dia. De fato, na criação de animais, a demanda de água é expressivamente muito alta, além disto gera resíduos orgânicos que podem comprometer outros usos da água. Segundo as entrevistas feitas com a comunidade, os fazendeiros utilizam a água dos rios e igarapés para a manutenção de seus animais e que pelo geral essas mesmas fontes hídricas são utilizadas para o lazer das populações que moram perto dos corpos de água.

O município de São João da Ponta tem 24 comunidades com sistemas de solução alternativa coletiva de abastecimento (SAA) de água, modalidade de abastecimento coletivo com captação subterrânea, com canalização e rede de distribuição. No caso da sede municipal o sistema de abastecimento é associado a um poço de 43 m de profundidade. Com base nos levantamentos de campo junto a sede municipal de São João da Ponta, pode-se observar como é percebida a qualidade da água que consomem (avaliação organolética), que pode ser identificada pelos sentidos humanos - cor, odor, textura, sabor. Os resultados indicam que 51,2% consideram a água proveniente da torneira de boa qualidade no geral; 46,34 % de qualidade regular; e 2,4% admitem que a qualidade da água da torneira é ruim porque não tem nenhum tipo de tratamento antes de ser distribuída.

A maioria considera a água da torneira é de boa qualidade quanto ao sabor (97,56%) e o odor (100%); e 65,9% quanto a cor. Apesar da boa percepção sobre a qualidade da água consumida, é necessário questionar se esta deve-se ao fato deles estarem acostumados as características desta água. Visser et al. (2011) afirmam que o uso de água sem tratamento, contaminada por dejetos humanos é considerado uma forma frequente de contaminação por alguns parasitos intestinais, como por exemplo pela *E. histolytica* e a *G. lamblia*; A contaminação ocorre não somente através da

ingestão de água contaminada, mas também através do banho, na higiene pessoal ou por alimentos contaminados.

Quanto a água residual ou de esgoto, pode-se dizer de todos os domicílios apresentam banheiro ou sanitário, as águas residuais são vertidas em fossas sépticas (com profundidades aproximada de 2,5 a 3 metros), por não haver sistema de coleta de esgoto. Todas as águas coletadas pelas galerias pluviais, tem uma carga de matéria orgânica e/ou nutrientes alta proveniente principalmente dos resíduos domésticos. Em uma análise geral do município de São João da Ponta, faz-se necessário que as autoridades competentes enfoquem em implementar e/ou desenvolver medidas que permitam que o município conte com um sistema de saneamento adequado, além de fomentar a educação ambiental. Daniel e Cabral (2011) e Fortes et al. (2020) afirmam que na atualidade ainda há municípios com grandes dificuldades de acesso ao saneamento adequado, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Um grave problema para a qualidade da água é a descarga, sem nenhum tratamento, de esgoto domiciliar em rios e represas que abastecem as cidades e irrigam as plantações.

Segundo o conceito de conflitos apresentado por Soares e Lira (2016), a questão hídrica pode se enquadrar na categoria de conflitos públicos, que são aqueles que ocorrem em função das negociações para alocação de água, na tentativa de se harmonizar desenvolvimento socioeconômico, proteção ambiental e criação de empregos. Logo, de acordo com o percebido pelo universo amostrado não há conflito, apenas o reconhecimento que existe a influência das categorias produtivas na qualidade das águas, e mesmo assim somente nos cursos superficiais, onde a poluição não é “vista”, como no caso dos poços, ela não existiria.

A pesquisa de percepção observou, para o universo adotado (20 residências na comunidade de Jacarequara, segundo informações dos gestores da RESEX), que domina a ideia que a principal causa da poluição hídrica está no lançamento de resíduos e no esgoto. Já no referente as nascentes, predomina a associação com o desmatamento e as atividades e a criação de animais. Outro resultado que demonstra como é percebida a questão hídrica, foi que cerca de 97,6% não consideram que nenhuma das fontes citadas (agricultura, criação de animais, esgotos, lixo, fossa, posto de combustível, outros) afetam a qualidade da água dos poços.

A frequência irregular do serviço de abastecimento nas comunidades, foi um fator destacado. A comunidade utiliza alternadamente a água de poço e fornecida pela rede pública. A utilização da água de chuva como forma de abastecimento ajudaria a reduzir esta dependência, principalmente para o uso doméstico não potável.

Aproveitamento de água chuva

De forma específica foi escolhida a comunidade de Jacarequara para o levantamento potencial de aproveitamento da água da chuva, pela localização na RESEX, dada sua proximidade com São João da Ponta. Foram adotados os procedimentos do Grupo de Pesquisas Aproveitamento de Água da Chuva na Amazônia da Universidade Federal do Pará (UFPA), através do Núcleo de Meio

Ambiente (NUMA) em parceria com o Instituto de Tecnologia (ITEC) (FLORES et al., 2012; VELOSO et al., 2013; VELOSO; MENDES, 2014).

A comunidade Jacarequara tem seu abastecimento de água realizado pela rede pública, alternado com um sistema de distribuição a partir de poço associado a uma caixa d'água com aproximadamente 2000 litros. As análises realizadas pela Secretaria de Saúde (em 2014, 2015 e 2016) feitas na caixa da água que abastece a comunidade, em uma cacimba e em um poço Amazonas (poços de profundidade rasa, geralmente inferior a 20 m, com abertura superior com raio de 1 m), tiveram cerca de 83% das amostras com Coliformes Totais e 37% com *Escherichia Cole*. Indicando que o sistema de abastecimento, no formato de Solução Alternativa Coletiva (SAC), não atende ao Anexo I da Portaria MS nº 2.914/2011 (e Portaria GM/MS Nº 888/2021).

A medição das áreas dos telhados foi feita considerando as medidas realizadas em campo de comprimento e largura dos telhados, e complementadas pelas estimativas realizadas a partir da imagem de satélite extraída do Google Earth, sendo os valores obtidos apresentados na Tabela 4. O erro médio foi de 1,00% entre a área estimada em *campo* e a imagem de satélite. Este valor foi considerado satisfatório. De posse dos dados obtidos foi possível estimar o volume de água que poderia ser captado e a capacidade de suprir a demanda.

Na avaliação da distribuição da precipitação no município de São João da Ponta, obteve-se a média do acumulado anual de 2477,36 mm (considerando uma série histórica de 1995 a 2015). Com trimestre mais chuvoso de março a maio; e menos chuvoso de setembro a novembro. Quando necessário, segundo os dimensionamentos usados nos diferentes métodos, esses dados foram usados no formato de médias mensais ou acumulados anuais (Tabela 2).

Tabela 4. Localização e medida dos telhados.

Pontos	Latitude (S)			Longitude (W)			Comprimento (m)	Largura (m)	Área de captação (m ²)
	Grau	Min	Seg.	Grau	Min.	Seg.			
PTN 01	0	51	45,9	47	55	51,3	6,80	5,90	40,12
PTN 011	0	51	44,94	47	55	48,95	8,04	7,39	59,42
PTN 012	0	51	45,85	47	55	46,07	9,27	7,57	70,17
PTN 02	0	51	43,96	47	55	50,95	12,00	7,00	84,00
PTN 03	0	51	48,1	47	55	49,1	17,00	6,80	115,60
PTN 031	0	51	48,41	47	55	47,37	16,51	8,08	133,40
PTN 04	0	51	49,47	47	55	46,52	12,50	6,90	86,25
PTN 05	0	51	49,75	47	55	43,93	7,00	6,00	42,00

Fonte: Elaborada pelos autores.

A demanda mensal considerou o consumo médio residencial de 13,4 m³/mês/econ. (Consumo médio de água por economia - m³/mês/econ.), com base nos valores estimados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (ano 2010) para o município de São João da Ponta; sendo a quota *per capita* de 146 l/hab./dia. Os dados obtidos por pesquisa de campo foram: 30,5 dias/mês médios de

consumo de água; 4,06 pessoas/residência; e 40% do valor do consumo destinado a usos não potáveis. Foi adotado como referência o valor de demanda por água de 86,76 m³/ano (ou 7,23 m³/mês = 0,4 x [0.146 m³/hab./dia x 4,06 pessoas/residência x 30,5 dias/mês]).

O dimensionamento pelo Método de Rippl (Tabela 5) indica que o total de água fornecida pela chuva (média de janeiro a dezembro) é de 156,23 m³/ano, maior que o volume total da demanda (86,76 m³/ano). Logo, volume estimado de chuva é suficiente para abastecer a comunidade de Jacarequara, sendo o reservatório estimado com um volume mínimo de 19,50 m³. A Tabela 6 apresenta de forma comparativa os métodos analisados.

Tabela 5. Dimensionamento do reservatório pelo Método de Rippl.

Mês	Chuva Média Mensal (mm)	Vol. (m ³) de chuva mensal	Diferença dos volumes (m ³)	Diferença acumulada (m ³)
Janeiro	207,69	13,10	-5,87	
Fevereiro	277,25	17,48	-10,25	
Março	578,75	36,50	-29,27	
Abril	460,04	29,01	-21,78	
Maio	279,40	17,62	-10,39	
Junho	204,69	12,91	-5,68	
Julho	205,58	12,96	-5,73	
Agosto	79,27	5,00	2,23	2,23
Setembro	28,30	1,78	5,45	7,68
Outubro	19,86	1,25	5,98	13,65
Novembro	41,82	2,64	4,59	18,25
Dezembro	94,72	5,97	1,26	19,50
Média mensal	206,45			
Total anual	2477,36	156,23		

• Demanda Mensal (m³) = 7,23; Demanda Mensal Total (m³) = 86,76; Área de Captação (m²) = 78,83; Coeficiente Runoff = 0,8; Interceptação (mm) = 2.

• Vol. de chuva mensal (Rippl) - volumes mensais disponíveis da água de chuva. É obtido multiplicando-se a “Chuva Média Mensal (mm)” pela “Área de Captação (m²)” e pelo “Coeficiente Runoff” e dividindo-se por 1000 para que o resultado do volume seja em metros cúbicos.

• Diferença dos vols. (Rippl) - diferenças entre os volumes da demanda e os volumes de chuva mensais. O sinal negativo indica que há excesso de água e o sinal positivo indica que o volume de demanda, nos meses correspondentes supera o volume de água disponível.

• Diferença acumulada (Rippl) - Nesta coluna estão as diferenças acumuladas, considerando somente os valores positivos. Para preencher esta coluna foi admitida a hipótese inicial de o reservatório estar cheia. Os valores negativos não foram computados, pois, correspondem a meses em que há excesso de água (volume disponível superando a demanda).

Fonte: Elaborada pelos autores.

Considerando o valor de referência de demanda por água de 7,23 m³/mês, esta foi no geral atendida, apenas com a pior situação associada às menores áreas de telhado. De maneira geral, constatou-se que os diversos métodos de dimensionamento apresentaram grande dispersão nos resultados, que pode ser avaliada pela diferença conceitual dos métodos (por exemplo, o Método de Rippl leva em consideração a distribuição pluviométrica média mensal e o Método Prático Inglês o acumulado médio anual).

A área de captação, onde ocorre toda a coleta da água pluvial, é um ponto crítico para o dimensionamento correto do sistema, pois, a partir dela é determinada a água possível de ser captada e aproveitada. O método de Rippl foi o único que não mostrou a coerência de quanto maior a área, maior a captação.

Tabela 6. Capacidades dos reservatórios dimensionados pelos diferentes métodos para a comunidade Jacarequara em São João da Ponta.

Método/Área de captação (m ²)	Volume captado (m ³ /mês)					
	40,12	52,27	70,17	78,83	115,60	133,40
Rippl	7,25	21,20	18,55	19,50	13,37	12,09
Azevedo Neto	12,52	16,32	21,90	24,61	36,08	41,64
Prático Inglês	4,97	6,47	8,69	9,76	14,32	16,52

Fonte: Elaborada pelos autores.

Rupp et al. (2011) constataram que o método Rippl superdimensiona os volumes dos reservatórios; o método Azevedo Neto possibilita estimar o volume dos reservatórios de água pluvial de forma ampla, pois suas equações exigem somente os valores de precipitação média anual, número de meses com pouca chuva ou seca e área de captação em projeção; no caso do método Prático Inglês, são necessários somente os valores de precipitação média anual e da área de captação em projeção, sendo possível dimensionar os reservatórios; outro fator destacado pelos autores é que para os métodos Azevedo Neto e Prático Inglês, quanto mais alta for a precipitação da cidade, maior será o volume do reservatório.

Para Minikowski e Maia (2009) e Cook e Bakker (2012) o funcionamento de um sistema de aproveitamento de água de chuva depende da quantidade de água que pode ser captada e utilizada para o atendimento da demanda, estando em função das características pluviométricas da região, da área impermeável de captação e do volume do reservatório de armazenamento; onde a análise da demanda a ser atendida deve ser mensurada de forma adequada para possibilitar o menor gasto com a implantação do sistema e melhor aproveitamento da água captada e armazenada.

A adoção da água de chuva como uma fonte alternativa com qualidade razoável principalmente para uso não-potável, como lavagem de calçadas e irrigação de jardins; também ajuda a diminuir o volume consumido de água tratada, gerando também economia no sistema de tratamento e na conta de água do usuário favorecendo uma melhoria dos indicadores locais de qualidade ambiental e dos recursos hídricos (VIEIRA et al., 2013).

Logo, é necessária a calibração com testes de campo, para validação de qual método melhor se adequa a situação local. A segurança hídrica, neste contexto, admite que a concepção de sistemas de captação de água de chuvas em áreas rurais, especialmente no contexto da RESEX de São João da Ponta, deve ter uma abordagem diferente de áreas urbanas, uma vez que nestas, a água pluvial pode ser a única fonte acessível e o dimensionamento do sistema de captação utiliza o princípio de coletar e armazenar a maior quantidade de água durante o período de chuva para uso nos períodos de maior restrição.

Segurança hídrica aplicada a RESEX de São João da Ponta

Considerando o conjunto dos dados obtidos, tanto com relação ao município de São João da Ponta, quanto àqueles observados no âmbito da RESEX; foi possível discutir a necessidade de observar critérios de segurança hídrica, destacando os seguintes pontos: (1) Oferta de água para consumo humano em qualidade; (2) Disponibilidade de água para as práticas agropecuárias e extrativistas sem comprometimento com a qualidade da água; e (3) Uso racional da água, com a viabilidade do aproveitamento da água da chuva.

De forma geral, na região são adotados como critérios vinculados ao consumo de água no setor produtivo: 12.699 m³/ha (produção agrícola), 40.644 m³/dia (criação de animais); e demanda social de 146 l/hab./dia. Mesmo considerando o índice pluviométrico da região (2477,36 mm/ano) observa-se que há uma demanda de consumo que justifica a discussão de segurança hídrica preventiva, principalmente pelo acesso à água em qualidade e quantidade apropriadas.

Santos (2016) apresenta o tema da segurança hídrica em quatro enfoques principais: as preocupações quanto à quantidade e à disponibilidade de água; as discussões sobre as vulnerabilidades associadas à água; as discussões sobre as necessidades humanas associadas às águas (incluindo o acesso à água potável, a segurança alimentar e demais elementos associados ao desenvolvimento humano); e o acesso à água a custo acessível, de maneira que possa prover uma vida limpa, saudável e produtiva enquanto também assegure que o ambiente natural seja protegido e aperfeiçoado.

O caso da RESEX se aplica principalmente na discussão sobre acesso, segurança alimentar e custo econômico vinculado a uma água com qualidade para o consumo humano. Nogueira (2017) destaca que o acesso à água permite a inserção em um ciclo de integração à economia formal e à vida social, reduzindo os índices de pobreza e, conseqüentemente, as desigualdades.

Garcia e Cleps Junior (2012) destacam que em áreas rurais, como da comunidade de Jacarequara, o desenvolvimento de propostas agroecológicas constituem alternativas favoráveis à preservação ambiental, com o surgimento de alternativas que valorizam a agricultura familiar; esse conjunto de fatores leva a definição da gestão da água como instrumento de melhoria dos sistemas produtivos, ou seja, fortalecem o propósito da busca pela segurança hídrica que é pressuposto básico para a segurança alimentar.

O aproveitamento da água da chuva se insere principalmente no contexto de sistemas sustentáveis que facilitem o acesso à água para consumos menos exigentes e o uso racional da água potável, principalmente para o consumo humano. Gomes e Heller (2016) e Hagemann e Gastaldini (2016) destacam que o aproveitamento de água de chuva tem apresentado impactos positivos na saúde humana, evidenciando que esse impacto poderia ser ampliado caso cuidados adicionais, sobretudo relacionados a melhores práticas higiênicas e de manuseio da água, fossem mais estimulados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados, pode-se constatar a existência de uma comunidade exposta a riscos, onde os fatores de maior intervenção foram: as atividades agrícolas (pela interrupção de cursos de água, utilização de agrotóxicos e de outras substâncias que interferem na qualidade das águas); a interferência de animais nas nascentes dos igarapés; e as condições de saneamento ambiental, destacando a precariedade do sistema de abastecimento de água e de controle da qualidade da água servida.

Os elementos de segurança hídrica de maior destaque são vinculados a segurança alimentar, o acesso a água para consumo humano e destinado a usos não potáveis. Neste caso, o sistema de aproveitamento de água pluvial pode ser utilizado como uma fonte alternativa de água, não devendo substituir o sistema público de abastecimento, sendo destinado ao atendimento das demandas não potáveis de água.

Destaca-se que fatores como educação ambiental, manejo agrícola e políticas de gestão ambiental e dos recursos hídricos são necessárias para garantia da oferta de água em qualidade adequada, controle do desperdício e de perdas, além do amplo atendimento da demanda. Porém, estes mecanismos dependem de políticas públicas mais ativas no setor de saneamento básico e de meio ambiente, definindo diretrizes para a expansão do setor produtivo no município em consonância com as demandas sociais e de potencial de aproveitamento da Resex, que deve passar também a constituir um foco para as ações de gestão municipal.

A ideia de segurança hídrica e alimentar deve ser fortalecida para o combate a propagação de doenças de vinculação hídrica e resultantes do manejo inadequado de alimentos e produtos.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Prefeitura Municipal de São João da Ponta, Conselho Gestor da RESEX Marinha de São João da Ponta e a Organização dos Estados Americanos (OEA).

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Concepção: Jhanier Salas Cuesta, Aline Maria Meiguins de Lima e Marcia Aparecida da Silva Pimentel. **Metodologia:** Aline Maria Meiguins de Lima, Marcia Aparecida da Silva Pimentel, Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes e Ricardo Angelim da Silva. **Análise formal:** Jhanier Salas Cuesta e Aline Maria Meiguins de Lima. **Pesquisa:** Jhanier Salas Cuesta. **Recursos:** Aline Maria Meiguins de Lima e Marcia Aparecida da Silva Pimentel. **Preparação de dados:** Jhanier Salas Cuesta. **Escrita do artigo:** Jhanier Salas Cuesta e Aline Maria Meiguins de Lima. **Revisão:** Aline Maria Meiguins de Lima. **Supervisão:** Aline Maria Meiguins de Lima e Marcia Aparecida da Silva Pimentel. **Aquisição de financiamento:** Aline Maria Meiguins de Lima e Marcia Aparecida da Silva Pimentel. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15527:** Água de chuva. 2007.
- AMANAJÁS, J. C.; BRAGA, C. C. Padrões espaço-temporal pluviométricos na Amazônia Oriental utilizando análise multivariada. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, n. 4, p. 423-434, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862012000400006>
- BAKKER, K.; MORINVILLE, C. The governance dimensions of water security: a review. **Philosophical Transactions of the Royal Society A**, v. 371: 20130116, 2018. <https://doi.org/10.1098/rsta.2013.0116>
- BARBIERI, E.; MARQUEZ, H. L. A.; CAMPOLIM, M. B.; SALVARANI, P. I. Avaliação dos Impactos ambientais e socioeconômicos da aquicultura na região estuarina-lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 14, n. 3, p. 385-398, 2014. <http://dx.doi.org/10.5894/rgci486>.
- BEGOSSI, A.; SALIVONCHYK, S. V.; HALLWASS, G.; HANAZAKI, N.; LOPES, P. F. M.; SILVANO, R. A. M.; DUMARESQ, D.; PITTOCK, J. Fish consumption on the Amazon: a review of biodiversity, hydropower and food security issues. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, n. 2, p. 345-357, 2019. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.186572>
- BICHUETI, R. S.; GOMES, C. M.; KRUGLIANSKAS, I.; KNEIPP, J. M.; ROSA, L. A. B. Strategic Implications of Water Usage: An Analysis in Brazilian Mining Industries. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 9, n. 1, p. 57-69, 2014. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242014000100005>
- COOK, C.; BAKKER, K. Water security: Debating an emerging paradigm. **Global Environmental Changes**, v. 22, p. 94-102, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.10.011>

DANIEL, M. H. B.; CABRAL, A. R. A. Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua) e os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM). **Caderno de Saúde Coletiva**, v. 19, n. 4, p. 487-9, 2011.

FAO. Institute for Water, Environment & Health. **Water Security & the Global Water Agenda**. A UN-Water Analytical Brief. Global Water Agend. United Nations University, 2013.

FARIAS, H. A. B.; RIVERO, S. L. M.; DINIZ, M. J. T. Negative incentives and sustainability in the Amazonian logging industry. **Nova Economia**, v. 27, n. 3, p. 363-391, 2017. <https://doi.org/10.1590/0103-6351/2735>.

FERREIRA, M. B. P.; NASCIMENTO, C. P.; RIBEIRO, L. Proposta de ecoturismo para desenvolvimento sustentável na Amazônia: estudo no município de São João da Ponta, PA. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 15, n. 35, p. 113-131, 2019.

FERREIRA, Y. C. S. M. L.; SOBRINHO, M. V.; VASCONCELOS, A. M. A. Cogestão em Reserva Extrativista na Amazônia: inovação social para sustentabilidade? o caso da RESEX Terra Grande do Pracuúba, Estado do Pará. **P2P & Inovação**, v. 3, n. 1., p. 92-109, 2017. <http://doi.org/10.21721/p2p.2016v3n1.p91-109>

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta Amazônica**, v. 28, n. 2, p. 101-126, 1998.

FLORES, R. A.; MENDES, R. L. R.; OLIVEIRA, D. R. C; COSTA, T. C. D.; VELOSO, N. S. L. Potencial de captação de água de chuva para abastecimento: o caso da cidade de Belém (PA, Brasil). **Estudos Tecnológicos**, v. 8, p. 69-80, 2012. <https://doi.org/10.4013/ete.2012.82.04>

FORTES, A. C. C.; BARROCAS, P. R. G.; KLIGERMAN, D. C. A vigilância da qualidade da água e o papel da informação na garantia do acesso. **Saúde em Debate**, v. 43, n. spe3, p. 20-34, 2019. <https://doi.org/10.1590/0103-11042019s302>.

GARCIA, J. C.; CLEPS JUNIOR, J. (In)segurança hídrica e o desafio de produzir sem acesso à água em assentamentos de reforma agrária do município de Uberlândia-MG. **Agrária**, n. 16, p. 63-94, 2012. <https://doi.org/10.11606/issn.1808-1150.v0i16p63-94>

GIACOMIN, G. S.; OHNUMA, A. A. Análise de resultados de pegada hídrica por países e produtos específicos. **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1562-1572, 2012.

GOMES, U. A. F.; HELLER, L. Acesso à água proporcionado pelo Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais: combate à seca ou ruptura da vulnerabilidade?. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 623-633, 2016. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522016128417>.

HAGEMANN, S. E.; GASTALDINI, M. C. C. Variação da qualidade da água de chuva com a precipitação: aplicação à cidade de Santa Maria - RS. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21, n. 3, p. 525-536, 2016. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.011615010>.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K. Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. **Water Resources Management**, v. 21, n. 1, p. 35-48, 2007. <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9039-x>

IBGE. **Atualização dos dados do Censo 2010**. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Disponível em: www.ibge.gov.br. 2015.

IBGE. **IBGE Cidades**. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. 2017.

Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Publicado no D.O.U de 19 de julho de 2000.

LIMA, J. A.; DAMBROS, M. V. R.; ANTÔNIO, M. A. P. M.; JOHANNES G. J.; MARCHETTO, M. Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 291-298, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522011000300012>

LIRA, T. M.; CHAVES, M. P. S. R. Comunidades ribeirinhas na Amazônia: organização sociocultural e política. **Interações**, v. 17, n. 1, p. 66-76, 2016. <http://dx.doi.org/10.20435/1518-70122016107>

LOPES, A. P. G.; SILVA Jr., D. P.; MIRANDA, D. A. Análise crítica de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial: estudo comparativo dos municípios de Belo Horizonte (MG), Recife (PE) e Rio Branco (AC). **Revista: PETRA**, v. 1, n. 2, p. 219-238, 2015. <http://dx.doi.org/10.18226/23185279.v4iss2p87>

MARTINS, M. F.; CÂNDIDO, G. A. Modelo de avaliação do nível de sustentabilidade urbana: proposta para as cidades brasileiras. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 7, n. 3, p. 397-410, 2015. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.007.003.AO09>.

MARTINS, W. M. O.; MARTINS, L. M. O. Ribeirinhos e recursos vegetais em agroecossistemas na Amazônia Sul Ocidental, Cruzeiro do Sul, Acre. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14; p. 2112-2120, 2012.

MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 15, n. 5, p. 1577-1600, 2011. <https://doi.org/10.5194/hess-15-1577-2011>

MINIKOWSKI, M.; MAIA, A. G. Sistemas de aproveitamento de água de chuva no município de Irati (PR). **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 7, n. 2, p. 181-188, 2009.

NASCIMENTO, E. D.; MAIA, C. M. M.; ARAÚJO, M. F. F. Contaminação da água de reservatórios do semiárido potiguar por bactérias de importância médica. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 2, p. 414-427, 2016. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1801>.

NASCIMENTO, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142012000100005>.

NOGUEIRA, D. Segurança hídrica, adaptação e gênero: o caso das cisternas para captação de água de chuva no semiárido brasileiro. **Sustentabilidade em Debate**, v. 8, n. 3, p. 22-36, 2017. <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v8n3.2017.26544>

OEL, P. R. V.; HOEKSTRA, A. Y. Towards quantification of the water footprint of paper: A first estimate of its consumptive component. **Water Resource Management**, v. 11, p. 9942- 9949, 2012. <https://doi.org/10.1007/s11269-011-9942-7>

PHILIPPI, L. S.; VACCARI, K. P.; PETERS, M. R.; GONÇALVES, R. F. Aproveitamento da Água de Chuva. *In*: GONÇALVES, R. F. **Uso racional da água em edificações**. Vitória: PROSAB, p. 73-152, 2006.

PIMENTEL, M. A. S. Comunidades tradicionais em reservas extrativistas marinhas no estado do Pará: Conflitos e resistências. **Ambientes**, v. 1, n. 1, p. 191-218, 2019.

PNUD. Human Development Report 2014 Team: **Sustaining Human Progress: Reducing Vulnerabilities and Building Resilience** (United Nations Development Programme) Communications Development Incorporated, Washington DC, USA, 2014, 28p.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: Uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia**, v. 19, n. 1, p. 41-66, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0103-63512009000100003>.

RUPP, R. F.; MUNARIM, U.; GHISI, E. Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial. **Revista Ambiente Construído**, v. 11, n. 4, p. 47-64, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212011000400005>

SANTOS, B. B. M. Water security in the metropolitan region of Rio de Janeiro: contributions to the debate. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 1, p. 103-120, 2016. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc150132r1v1912016>

SCHABARUM, J. C.; TRICHES, R. M. Aquisição de Produtos da Agricultura Familiar em Municípios Paranaenses: análise dos produtos comercializados e dos preços praticados. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 1, p. 49-62, 2019. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-947>

SILVA, A. F. S.; LIMA, C. A.; QUEIROZ, J. J. F.; JÁCOME, P. R. L. A.; JÁCOME JÚNIOR, A. T. Análise bacteriológica das águas de irrigação de horticulturas. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 2, p. 428-438, 2016. <https://doi.org/10.4136/ambiente-agua.1798>

SILVA, Í. R. C.; CARDOSO, R. D. C. V.; GÓES, J. Â. W.; DRUZIAN, J. I.; JÚNIOR, P. O. V.; ANDRADE, A. C. B. Food safety in cassava "flour houses" of Copioba Valley, Bahia, Brazil: Diagnosis and contribution to geographical indication. **Food Control**, v. 72, p. 92-104, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.07.03490570103>.

SILVA, M. M. P.; OLIVEIRA, L. A. DE, DINIZ, C. R.; CEBALLOS, B. S. O. Educação Ambiental para o uso sustentável de água de cisternas em comunidades rurais da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, n. 1, p. 122-136, 2006.

SILVA, R. G. C. Espaço, sociedade e natureza em Rondônia. **Revista GeoAmazônia**, n. 2, v. 01, p. 144 - 165, 2014. <http://dx.doi.org/10.17551/2358-1778/geoamazonia.n2v1p144-165>

SILVA, V. P. R.; ALEIXO, D. O.; DANTAS NETO, J.; MARACAJÁ, K. F. B.; ARAÚJO, L. E. Uma medida de sustentabilidade ambiental: pegada hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 100-105, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000100014>

SOARES, J. A.; LIRA, W. S. Métodos de Análise de Conflitos e Apoio a Tomada de Decisão Envolvendo a Utilização de Recursos Naturais. **Qualitas**, v. 17, n. 3, p. 123-137, 2016. <http://dx.doi.org/10.18391/req.v17i3.3133>

SOUZA, E. B.; KAYANO, M. T.; AMBRIZZI, T. The regional precipitation over the eastern Amazon/northeast Brazil modulated by tropical Pacific and Atlantic SST anomalies on weekly timescale. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 19, n. 2, p. 113-122, 2004.

SOUZA, E. B.; LOPES, M. N. G.; ROCHA, E. J. P.; SOUZA, J. R. S.; CUNHA, A. C.; SILVA, R. R.; FERREIRA, D. B. S.; SANTOS, D. M.; CARMO, A. M. C.; SOUSA, J. R. A.; GUIMARÃES, P. L.; MOTA, M. A. S.; MAKINO, M.; SENNA, R. C.; SOUSA, A. M. L.; MOTA, G. V.; KUHN, P. A. F.; SOUZA, P. F. S.; VITORINO, M. I. Precipitação sazonal sobre a Amazônia oriental no período chuvoso: observações e simulações regionais com o RegCM3. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, n. 2, p. 111-124, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862009000200001>

TEIXEIRA, T. H.; NOTTINGHAM, M. C.; FERREIRA NETO, J. A.; ESTRELA, L. M. B.; SANTOS, B. V. S.; FIGUEREDO, N. A. A diversidade produtiva em Reservas Extrativistas na Amazônia: entre a invisibilidade e a multifuncionalidade. **Desenvolvimento & Meio Ambiente**, v. 48, p. 164-183, 2018. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v48i0.58805>

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva**. São Paulo: Navegar, 2003, 183 p.

VELOSO, N. S. L.; ANDRADE, C. C. G.; MENDES, R. L. R.; SOBRINHO, M. V.; COSTA, T. C. D.; OLIVEIRA, D. R. C. A pós-graduação e a sustentabilidade do abastecimento de comunidades ribeirinhas na Amazônia por meio de água de chuva: da concepção à ação. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 10, p. 761-791, 2013. <http://dx.doi.org/10.21713/2358-2332.2013.v10.421>

VELOSO, N. 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. <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v19n1.p229-242>

VIEIRA, N. L.; QUEIROZ, T. M.; FAGUNDES, M. C.; DALLACORT, R. Potential of utilization of rain water excess for irrigation of green roofs in Mato Grosso, Brasil. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 4, p. 857-864, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162013000400024>

VISSER, S.; GIATTI, L. L.; CHAVES DE CARVALHO, L. R.; GUERREIRO, J. C. H. Estudo da associação entre fatores socioambientais e prevalência de parasitose

intestinal em área periférica da cidade de Manaus, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 8, p. 3481-3492, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232011000900016>

VIVACQUA, M. Reservas Extrativistas Marinho-Costeiras: reflexões sobre o estágio pré-implementação. **Ambiente & Sociedade**, v. 21, e00323, 2018. <http://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0103r4vu1811ao>



Revista Geonorte, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus-Brasil. Obra licenciada sob Creative Commons Atribuição 3.0