



Universidade Federal do Pará
Museu Paraense Emílio Goeldi
Embrapa Amazônia Oriental
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

Dissertação de Mestrado

JHANIER SALAS CUESTA

**AVALIAÇÃO DOS USOS MÚLTIPLOS DAS ÁGUAS E
VIABILIDADE DE APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA
NA RESERVA EXTRATIVISTA DE SÃO JOÃO DA PONTA,
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOCAJUBA-PA**

Belém
2017

JHANIER SALAS CUESTA

**AVALIAÇÃO DOS USOS MÚLTIPLOS DAS ÁGUAS E VIABILIDADE DE
APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA NA RESERVA EXTRATIVISTA DE SÃO
JOÃO DA PONTA, BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOCAJUBA-PA**

Dissertação de Mestrado apresentada para o Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Pará, para a obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Usos da água e Dinâmica Socioambiental.

Orientadora: Prof. Dr^a Aline Maria Meiguins de Lima

Belém
2017

Dados Internacionais de Catalogação de Publicação (CIP)
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPa

Jhanier, Salas Cuesta, 1987-

Avaliação dos usos múltiplos das águas e viabilidade de aproveitamento da água da chuva na Reserva Extrativista de São João da Ponta, bacia hidrográfica do rio Mocajuba-PA / Jhanier Salas Cuesta. – 2017.

89 f. : il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientadora: Aline Maria Meiguins de Lima

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Belém, 2017.

1. Água - Uso – São João da Ponta (PA). 2. Águas pluviais - São João da Ponta (PA). 3. Água – Captação - São João da Ponta – (PA). I. Título.

CDD 22. ed. 333.910098115

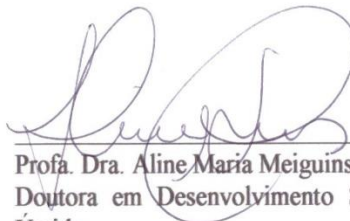
JHANIER SALAS CUESTA

**AVALIAÇÃO DOS USOS MÚLTIPLOS DAS ÁGUAS E DO APROVEITAMENTO
DA ÁGUA DA CHUVA, NA ÁREA DA RESEX DE SÃO JOÃO DA PONTA, BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO MOCAJUBA-PA**

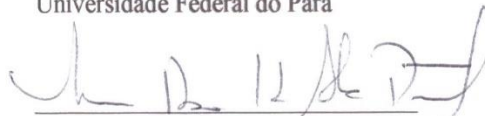
Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em parceria com o Museu Paraense Emílio Goeldi e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Oriental, como requisito para obtenção do título de Mestra em Ciências Ambientais. Área em Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia.

Data de aprovação: 17/02/2017

Banca Examinadora:



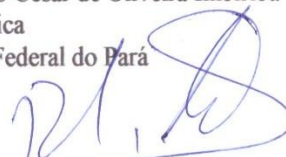
Prof. Dra. Aline Maria Meiguins de Lima - Orientadora
Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico
Úmido
Universidade Federal do Pará



Prof. Dra. Marcia Aparecida da Silva Pimentel -
Membro
Doutora em Geografia
Universidade Federal do Pará



Prof. Dr. Breno Cesar de Oliveira Imbiriba - Membro
Doutor em Física
Universidade Federal do Pará



Prof. Dr. Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes- Membro
Doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico
Úmido
Universidade Federal do Pará

Dedicada. Ao Alan Matias, meu filho.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me guiar na caminhada, por cuidar da minha vida e por me conceder a graça de realizar este sonho. Agradeço a Deus pela sua presença e pelos dons concedidos, e por todas as pessoas especiais que colocou em minha vida.

A toda minha família, pelo ajuda e apoio incondicional. Os amos

A todos os amigos que ganhei durante minha estadia em este belho pais chamado Brasil que me ajudaram e que tornaram os momentos difíceis melhores, com toda a alegria e apoio.

A todos os professores que contribuíram para o nosso aprendizado com tanta dedicação e que sempre estiveram dispostos a nos ajudar, sempre muito solícitos.

A minha orientadora, **Aline Meiguins** pelos ensinamentos e orientação, sempre com muita paciência e dedicação. E por todo o apoio e amizade, o qual contribuiu para o meu crescimento acadêmico, profissional e pessoal.

A minha querida professora **Iracilda Sampaio**, pelo apoio incondicional e amizade infinita.

A professora Marcia Pimentel, que convidou a gente ao trabalhar a RESEX de São João da Ponta quando eu nem mesmo conhecia o município.

A Yapur Dumit Gomes pelas contribuições a meu trabalho

Aos homens e mulheres da RESEX Marinha de São João da Ponta, pela receptividade, apoio, simplicidade e tantos conhecimentos transmitidos nessa jornada.

Aos membros da banca examinadora, por aceitarem o convite e pelas valiosas contribuições e discussões a versão final deste trabalho.

Ao grupo de investigação HIDROPAISAGEM e aos seguintes órgãos e seus respectivos funcionários, pelo apoio institucional, financeiro e/ou logístico: PPGCA, CAPES, PAEC.

Obrigada !!!!!

RESUMO

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. As atividades antrópicas não sustentáveis, como a pecuária e agricultura, além do lançamento de efluentes residuais nos corpos de água podem causar alteração nas características físicas, químicas, biológicas e microbiológicas das águas, limitando seus usos. Este trabalho tem como objetivo Avaliar os usos múltiplos das águas e a viabilidade de aproveitamento da água da chuva na área da Reserva Extrativista de São João da Ponta, pertencente a bacia hidrográfica do rio Mocajuba-Pa, considerando as demandas e aspectos locais de suprimento de água para consumo humano. Para isto, foi executada uma metodologia teórico-prática onde se trabalho dados secundários pertencentes ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade e Secretaria Municipal de Saúde, Vigilância e Controle de São João da Ponta. Na 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 e na comunidade de Jacarequara. Os dados foram organizados em uma base de dados quantitativos para caracterização do consumo de água. Com esta informação pode-se evidenciar que em quanto a vulnerabilidade social, 76% da população do município de São João da Ponta ainda se encontra na faixa de vulnerável à pobreza. Ademais se pode perceber que o consumo médio per capita por habitante é 146 l/hab./dia. O consumo de água na agricultura é de aproximadamente 12698,9 m³/há; na pecuária a soma do efetivo bovino e galináceo (maiores quantidades na região) demanda em média 28 m³/dia por animal. Além da quantidade de água utilizada para estas atividades econômicas, o problema ainda é maior pelo uso por parte dos fazendeiros da 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. A outra problemática relatada deve-se principalmente à utilização de veneno proveniente de uma planta tóxica, conhecida por “timbó”; utilizado pelos pescadores, gerando assim a contaminação dos corpos de água e morte da fauna aquática, onde é vertido este produto. Além disto, foram analisados os parâmetros físico-químicos e microbiológicos

da água consumida em São João da Ponta por meio de dados cedidos pela Secretaria Municipal de Saúde, Vigilância e Controle, onde pode-se evidenciar que cerca de 83% das amostras apresentam Coliformes Totais; e 36,8% *Escherichia Cole*. Segundo a informação dos laudos técnicos sede municipal pode-se identificar que das 35 mostras, 94,29% delas concluem como resultado final insatisfatório. Na avaliação do aproveitamento da água da chuva, observou-se o quantitativo das chuvas na região de estudo. Para tanto, foram adotadas as estações de Castanhal, Vigia e Curuçá, monitoradas pela Agencia Nacional de Agua (ANA). De forma complementar foram comparadas das estimativas regionais obtidas a partir de 43 estações pluviométricas da ANA (período 1985-2014) geradas pelo Laboratório de Estudos e Modelagem Hidroambientais, para 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 através do Núcleo de Meio Ambiente em parceria com o Instituto de Tecnologia. Os métodos sugeridos na NBR 15527 foram adotados para estimativa dos volumes de reservatório: (a) Método de Rippl, (b) Método Prático Brasileiro ou Método Azevedo Neto, (c) Método Prático Alemão, (d) Método Prático Inglês e o (e) Método Prático Australiano. Com toda esse informação se pode observar a região apresenta índices pluviométricos que garantem um bom suprimento de água no período chuvoso e menos chuvoso para o consumo humano e alguns atividades econômicas. Para o tratamento dos dados foi implementado o método multicritério, Multipol, esta ferramenta ajuda na comparação das diferentes ações dos problemas relacionadas ao usos da água, em função de critérios e políticas múltiplos. Evidenciando que as políticas/ações de educação ambiental, manejo agrícola e políticas de gestão ambiental e dos recursos hídricos são necessárias para manutenção de um cenário Azul, onde seria garantida a oferta de água em qualidade adequada, controle do desperdício e de perdas, amplo atendimento da demanda.

Palavras chaves: Usos da Água. Água chuva. São João da Ponta. Multipol.

ABSTRACT

The supply of water with quality, quantity, continuity and reasonable cost are necessary to ensure the benefits for human health, especially in riverside and rural communities. Unsustainable anthropogenic activities, such as livestock farming and agriculture, release of polluted effluents into water bodies that may cause changes in the physical, chemical, biological and microbiological characteristics of water, consequently limiting its use. The objective of this work is to evaluate the multiple uses of water and the feasibility of using rainwater in the São João da Ponta Extractive Reserve area, belonging to the Mocajuba-Pa river basin, considering the demand and the local conditions of water supply. A theoretical and practical methodology was implemented using secondary data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), National Information System on Sanitation (SNIS), Secretariat of State for Environment and Sustainability (SEMAS) and Municipal Secretary of Health, Surveillance and Control of São João da Ponta. For the construction of the primary database, interviews were carried out at the Municipality of São João da Ponta, at the Municipal Health, Surveillance and Control Secretariat and the Municipal Environment Secretariat, and forms were applied in the municipal headquarters of São João da Ponta and in the community of Jacarequara. The data was organized in a quantitative database to characterize the water consumption. From this information, it was evidenced that 76% of the population in the municipality of São João da Ponta is in a situation of poverty vulnerability. The average water consumption per capita resulted in 146 liters per day. The water consumption in agriculture is approximately 12698.9 m³/ha, and livestock demands on average 28 m³ / day per animal. Along the amount of water used for these economic activities, a greater problem is that farmers use water from nearby rivers and streams, which are the same bodies of water used for leisure by the local population. Another persistent problem is the fishermen's use of poison from a toxic plant, known as "timbó", which is a source of water contamination and cause of death for aquatic fauna. In addition, the physico-chemical and microbiological parameters of the water consumed in São João da Ponta were analyzed through data provided by the Municipal Health, Surveillance and Control Department, where it can be seen that approximately 83% of the samples have presence of Total Coliforms and 36.8% of E. Coli bacteria. According to information from the technical reports from the municipal headquarters, of 35 water samples collected, 94.29% were identified as unsatisfactory in the final result. An evaluation of rainwater utilization was also carried out; where the

amount of rainfall in the study region was evaluated using information from rain gauges at Castanhal, Vigia and Curuçá monitored by the National Water Agency, In a complementary way, the regional estimates obtained from 43 ANA pluviometric stations (period 1985-2014) generated by the Laboratory of Hydroenvironmental Studies and Modeling. The roof measurements were taken considering the procedures adopted by the Water Utilization Research Group Of the Rainfall in the Amazon of the Federal University of Pará, through the Environmental Nucleus (NUMA) in partnership with the Institute of Technology. For the water tank sizing, five (5) methods recommended in the NBR 15527 were considered: (a) Rippl method, (b) Brazilian Practical Method or Azevedo Neto Method, (c) German Practical Method, (d) Practical Method English and the (e) Australian Practical Method. With all this information, it can be observed the region presents a rainfall index that guarantees good water supply for human consumption and some economic activities. For the processing of the data, the multi-criteria method Multipol was implemented. This tool helped in the comparison of the different actions for problems related to the water uses, considering multiple criteria and policies. It was evidenced that policies/actions of environmental education, agricultural management and environmental and water resources management policies are necessary to maintain a Blue scenario, in where water supply with adequate quality, loss control, and with ample access is guaranteed.

Key words: Water uses. Rainwater Harvesting. Multipol. São João da Ponta.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1- Principais doenças e rota de transmissão comum.....	21
Quadro 2- Descrição dos processos de tratamento da água em uma ETA.....	21
Figura 1- Localização da bacia hidrográfica do rio Mocajuba.....	28
Figura 2- Fluxograma metodológico adotado.....	29
Figura 3- Dados Demografia de São João da Ponta.....	37
Figura 4- Índice de Desenvolvimento Humano em São João da Ponta.....	38
Figura 5- Vulnerabilidade social e renda em São João da Ponta.....	38
Figura 6- Perfil observado do universo amostrado.....	40
Figura 7- Sistemas de cultivos no São João da Ponta.....	41
Figura 8- Principais produtos agrícolas em São João da Ponta.....	42
Figura 9. Principais Produtos Pecuária em São João da Ponta.....	45
Figura 10. Valor mensal pago pelo programa Bolsa Família.....	47
Figura 11- (a) Ilustração da localização dos pontos de coleta da Secretaria de Saúde. (b) Análise microbiológica da água: sede municipal de São João da Ponta.....	48
Figura 12- Percepção da qualidade de água da torneira: (a) quanto à qualidade em geral; (b) sabor; (c) odor; (d) cor.....	51
Figura 13- (a) e (b) Lançamento de águas residuais pelas residências. (c) e (d) depósito a céu aberto.....	53
Figura 14- Percepção sobre: (a) Causas da poluição hídrica; (b) Fatores que interferem na qualidade das nascentes.....	55
Figura 15- Localização das residências amostradas.....	58
Figura 16- Precipitação (mm) climatológica sazonal observada: (a) Dezembro-Janeiro- Fevereiro, DJF; (b) Março-Abril-Maio, MAM; (c) Espacialização das regiões homogêneas e histogramas da distribuição temporal da chuva por regiões homogêneas. (d) Estações adotadas de referência para estimativa da chuva no município de São João da Ponta.....	60
Figura 17- Distribuição regional da precipitação pluviométrica.....	61
Figura 18- Volumes dimensionados por área de captação pelos diferentes métodos...	65
Figura 19- Fase de entrada dos dados: Critérios, Ações, Políticas e Cenários.....	69
Figura 20- Matrizes de avaliação.....	71
Figura 21-. Relação: atores x políticas/ações.....	71

figura 22- Cenários proposto x políticas/ações: Políticas de saneamento básico (SB);
Ações de monitoramento continuado da qualidade das águas (QA); Políticas
de Gestão ambiental e dos recursos hídricos (GARH); Ações de educação
ambiental (EA); Ações de manejo agrícola (MJAgr).....72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Exemplos de parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos que constam na Resolução CONAMA, nº 375/2005, para formas de uso associadas a Classe 2.....	20
Tabela 2- Consumo de água para a produção agrícola de São João da Ponta.	43
Tabela 3-Distribuição mensal da precipitação pluviométrica adotada.	44
Tabela 4- Consumo de água para a produção Pecuária de São João da Ponta.....	46
Tabela 5- Base do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, ano 2010.....	72
Tabela 6- Localização e medida dos telhados.	59
Tabela 7- Dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl.....	62
Tabela 8- Resultado segundo o Método Prático Australiano.	64
Tabela 9- Capacidade comparativa dos reservatórios dimensionados pelos diferentes métodos.....	64
Tabela 10- Capacidades dos reservatórios dimensionados pelos diferentes métodos para a comunidade Jacarequara em São João da Ponta.....	66
Tabela 11- Elementos analisados.	70

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	16
1.1-Formas de consumo da água	17
1.1.1- Formas de captação de água para uso direto – consumo humano.....	17
1.1.2- Indicadores ambientais e parâmetros de qualidade das águas.....	19
1.1.3- Captação de água para uso no setor produtivo - rural	23
1.2-Potencial de aproveitamento de água da chuva	24
1.3-Reserva extrativista	26
2- PROBLEMA	27
3- HIPÓTESE	27
4- OBJETIVOS	27
4.1-Geral.....	27
4.2-Específicos	27
5- ÁREA DE ESTUDO	28
6- MATERIAIS E MÉTODO.....	29
6.1-Levantamento das informações primárias e secundárias sobre o município de São João da Ponta,Pa.	30
6.2-Characterização geral do Município de São João da Ponta, Pa.	31
6.3-Avaliação do aproveitamento da água da chuva na Comunidade de Jacarequara pertence ao Município de São João da Ponta, Pa.....	32
6.4-Tratamento dos dados e/ou análise multicritério (MULTIPOL).....	34
7- RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
7.1-Usos múltiplos das águas em são João da Ponta: potenciais e limitações....	36
7.1.1- Vulnerabilidade socioeconômica	36

7.1.2- Perfil dos usuários de água	39
7.1.3- Sistema de abastecimento de água – consumo humano	47
7.1.4- Água residual ou de esgoto	53
7.1.5- Principais possíveis geradores de conflitos pelo uso da água	54
7.2-Aproveitamento de água chuva	57
7.2.1- Perfil da comunidade de Jacarequara	57
7.2.2- Avaliação do perfil de telhados para a captação da água da chuva.....	58
7.2.3- Avaliação da precipitação pluviométrica.....	59
7.2.4- Estimativa da demanda hídrica	62
7.2.5- Método de Rippl ou método das massas	62
7.2.6- Método Prático Azevedo Neto, Método Prático Alemão, Método Prático Inglês e Método Prático Australiano.....	63
7.3-Aplicação da análise MULTIPOL	68
8- CONCLUSÃO	74
REFERÊNCIAS	76
ANEXOS	83
ANEXO A - FORMULÁRIO - (A) ÁGUA PARA ABASTECIMENTO HUMANO E PROBLEMAS AMBIENTAIS RELACIONADOS AO CONSUMO DE ÁGUA E CONDIÇÕES DE SANEAMENTO	84
ANEXO B - FORMULÁRIO ESPECÍFICO DESENVOLVIDO PELO GRUPO DE PESQUISAS APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NA AMAZÔNIA (GPAC)	88
ANEXO C- VOLUMES DOS RESERVATORIOS	90

1 INTRODUÇÃO

A medida que a população e seu padrão de vida aumentam, ocorre um desequilíbrio entre a oferta e a demanda dos recursos hídricos existentes, que acabam se tornando, em algumas regiões, escassos para abastecer o contínuo desenvolvimento e crescimento econômico da sociedade (CYTED, 2003).

Giatti e Cutolo (2012) complementam esse argumento, afirmando que existe, ainda, a problemática da má distribuição da água na Terra, tanto no espaço quanto no tempo. Tal comportamento pode ser notado, por exemplo, pela existência de desertos em um mesmo continente, detentores de baixos índices de umidade, e de florestas tropicais caracterizadas por elevada umidade.

No Brasil, a bacia hidrográfica do rio Amazonas detém cerca de 71% da vazão nacional; e embora a Amazônia tenha esta quantidade de água, a maioria das comunidades urbanas e rurais não têm acesso aos serviços básicos de infraestrutura, como o abastecimento de água tratada (SILVA, 2006).

Atividades antrópicas que ocorrem na bacia Amazônica de forma não sustentáveis, como a pecuária e agricultura não manejada, além do lançamento de efluentes (águas residuais provenientes de diversas atividades); podem causar alteração nas características físicas, químicas, biológicas e microbiológicas da água, limitando seus usos (PHILIPPI et al., 2006).

Anteriormente, devido à menor demanda pelos recursos hídricos, as necessidades de uso da água podiam ser facilmente atendidas pelas disponibilidades naturais. Hoje a situação é diferente, uma vez que a oferta de água se encontra, em alguns locais do país, menor que a demanda. Com a finalidade de evitar possíveis conflitos entre os diversos demandantes de água e de proporcionar um gerenciamento mais democrático das águas do Brasil, a Lei 9.433 (1997) estabeleceu, em seus fundamentos, que a gestão desse recurso natural deve proporcionar o seu uso múltiplo.

Entende-se por uso múltiplo o ato de conciliar as diversas atividades humanas relacionadas aos recursos hídricos, de tal forma que as mesmas possam coexistir de maneira harmônica sem que nenhuma prevaleça sobre as demais e, principalmente, sem que o meio ambiente venha a ser prejudicado em detrimento de outros usos (BICHUETI et al., 2014). Ou seja que, não é mais possível que um corpo d'água tenha a finalidade apenas de geração de energia elétrica, de diluição de efluentes ou mesmo de lazer.

Devido ao aumento demográfico e grau de poluição de alguns corpos de água, o aproveitamento da água da chuva, por exemplo, é uma técnica bastante difundida em regiões com sérios problemas de escassez ou baixa qualidade de água; podendo se converter em uma alternativa em locais com ineficiência ou ausência de serviço de abastecimento (VELOSO; MENDES, 2014).

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 a avaliação dos usos múltiplos das águas e sua sustentabilidade em três comunidades da reserva extrativista de São João da Ponta, da bacia hidrográfica do rio Mocajuba-Pa. considerando suas demandas e aspectos locais de suprimento de água para consumo humano.

1.1 Formas de consumo da água

As comunidades dos povos ribeirinhos da Amazônia apresentam baixas condições de saneamento, destacando as grandes desigualdades existentes em termos de acesso aos serviços básicos, como o abastecimento de água tratada nas áreas urbanas e rurais da região; tais argumentos são refletidos pôr a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizada em 2008, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), o qual revelou que a Região Amazônica Brasileira apresenta a maior déficit nacional em termos de abastecimento de água.

Veloso e Mendes (2014) afirmam que os ribeirinhos da Amazônia ainda sofrem com a escassez de água apropriada ao consumo humano, seja pela ausência de sistema de água na maior parte de suas comunidades ou pela sazonalidade hídrica da região, agravada principalmente no período de vazante ou seca dos rios. Uma alternativa muito utilizada para minimizar a falta de água de mananciais de superfície é o uso da água de chuva.

1.1.1 Formas de captação de água para uso direto – consumo humano

Mendes (2005) ressalta a importância da formulação de critérios no processo de seleção de tecnologia para sistemas de abastecimento de água que tenham como princípio fundamentais as diferentes opções tecnológicas, a proteção das fontes de

abastecimento da água e os custos de construção, operação e manutenção dos sistemas de tratamento da água.

As fontes de água superficiais são os rios, igarapés, lagos e barragens. Estas se caracterizam por ter rápidas mudanças de qualidade em função das condições de escoamento e da carga orgânica (e inorgânica) que é diretamente lançada, seja de forma natural ou antrópica (NASCIMENTO et al., 2016). As comunidades que se abastecem e utilizam este tipo de água, sem qualquer tipo de tratamento estão mais expostas a contrair doenças e a uma piora da qualidade de vida.

Para Iritani e Ezaki (2012) as águas subterrâneas tem certas vantagens, como o menor custo de investimento, menor prazo de execução, menor custo operacional, parcelamento dos investimentos (perfurações conforme aumento da demanda) e menor impactos ambientais dentre outros; suas desvantagens estão na dificuldade de locação devido ao não conhecimento do arcabouço geológico, possibilidade de erro de perfuração do poço, presença de elementos de difícil tratamento, etc.

A alternativa de captação para uso da água das chuvas, 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).

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 (TOMAZ, 2003).

Podem-se citar outros aspectos positivos no uso dos sistemas de aproveitamento de água pluvial: utilização de estruturas existentes na edificação (telhado, lajes e rampas); baixo impacto ambiental; água com qualidade aceitável (devendo atender os parâmetros estabelecidos na (Portaria MS 2914/2011) para vários fins, com pouco ou nenhum tratamento; aumento da segurança hídrica para atender o crescimento populacional ou as áreas deficientes de abastecimento; redução dos investimentos na captação da água em mananciais cada vez mais distantes das concentrações urbanas para atender a demanda diária e a de pico; redução dos custos energéticos de transporte e dos custos de tratamento; e melhor distribuição da carga de água pluvial imposta ao sistema de drenagem (LIMA et al., 2011).

Philippi et al. (2006) indica que independentemente do tipo de captação, a qualidade da água varia com a localização geográfica do ponto de amostragem; com as condições meteorológicas; com a presença ou não de vegetação e com a carga poluidora. Alguns autores acrescentam que a contaminação da água pode ocorrer em quaisquer partes constituintes do sistema de aproveitamento.

Vicente et al. (1993) e Rojas et al. (2000) afirmam que a razão fundamental da desinfecção da água é diminuir o risco de infecção pelas doenças de transição hídrica por organismos patógenos que estão ou podem estar presentes nas fontes de água ou que durante o processo de transporte ou armazenamento.

1.1.2 Indicadores ambientais e parâmetros de qualidade das águas

Os indicadores são instrumentos fundamentais para avaliar e monitorar o processo de desenvolvimento adotado, de modo a subsidiar o resultado das políticas públicas no âmbito das localidades através de um conjunto de informações periodicamente avaliadas, permitindo a adoção de práticas voltadas ao desenvolvimento sustentável (FLORES, 2002; MARTINS, 2015, MARCHAND, 2014).

Quando um indicador é construído a partir de um único parâmetro ou variável, ele pertence à categoria dos indicadores simples. Do contrário, trata-se de um indicador composto quando intervém diferentes parâmetros, variáveis ou sub-indicadores (GUIMARÃES, 2009).

Nesse contexto, qualquer variável, e conseqüentemente qualquer indicador, tem uma significância própria. A mais importante característica do indicador, quando comparado com os outros tipos ou formas de informação, é a sua relevância para a política e para o processo de tomada de decisão. Assim, para ser representativo, o indicador tem que ser considerado importante tanto por quem toma decisões quanto pelo público (VAN BELLEN, 2003).

Segundo Van Bellen (2003) os indicadores devem ser observados a partir de suas funções, que são: avaliar condições e tendências; efetuar a comparação entre lugares e situações; avaliar condições e tendências em relação às metas e objetivos; prover informações de advertência; e antecipar futuras condições e tendências.

O objetivo principal dos indicadores é o de agregar e quantificar informações de uma maneira que sua significância fique mais aparente. Os indicadores simplificam as informações sobre fenômenos complexos tentando, com isso, melhorar o processo de comunicação.

Em termos de qualidade da água os parâmetros que avaliam as suas condições de estado são representados por características intrínsecas, geralmente mensuráveis, de natureza química, física e microbiológica. Estas se mantêm dentro de certos limites que viabilizam os usos da água (Resolução CONAMA n.º 375/2005). Os limites estabelecidos fixam valores para os padrões de diferentes classes de um corpo receptor (Tabela 1).

Tabela 1- Exemplos de parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos que constam na Resolução CONAMA, nº 375/2005, para formas de uso associadas a Classe 2.

Parâmetros	Classe 2
Coliformes totais (UFC/100ml)	5.000
Coliformes fecais (UFC/100ml)	1.000
Cor aparente (mg Pt/L e UH)	75
DBO 5 dias	20°C até 5 mg/L O ₂
Nitratos (mg N/L)	10
Nitrito (mg de N/L)	1
Oxigênio dissolvido (mg de O ₂ /L)	>5
pH	6,0 – 9,0
Sabor/odor	Não objetável
Sólidos dissolvidos (mg/L)	500
Sulfatos (mg SO ₄ ⁻² /L)	250
Turbidez	Até 100 UNT

Fonte: Resolução COMANA (2005)

Na avaliação dos critérios de qualidade da água para um propósito particular, deve-se associar o uso que será dado, sua origem, relação com os pontos de lançamento de efluentes domésticos (LIMA et al., 2001) e com outras fontes de contaminação, tais como: indústrias, disposição de resíduos sólidos (aterros, lixões), deposição de detritos e restos de materiais diversos.

O destino das emissões dos contaminantes nos corpos d'água depende não somente da quantidade de substância emitida, mas também das características e dos processos de transporte, dispersão e transformação (biodegradação, hidrólise, fotólise) que ocorrem dentro de um corpo receptor. O estudo destas características é importante para evitar danos diretos ao ser humano, como a vinculação de doenças por meio da água (Quadro 1).

Quadro 1- Principais doenças e rota de transmissão comum.

Doenças	Organismos causadores	Rota de transmissão
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	Homens-fezes-água e alimentos-homens
Tifoidea, paratifoidea	<i>Salmonella typhi</i> , <i>Salmonella paratyphi</i>	Homens-fezes-água e alimentos-homens
Disenteria Bacilar	<i>Shigella</i>	Homens-fezes(moscas) alimentos-(água)-homens
Disenteria Amibiana	<i>Entamoeba histolytica</i> , Vírus da hepatite A	Homens-fezes(moscas) alimentos-(água)-homens
Hepatites Infecciosa	Vírus da hepatite A	Homens-fezes-(água)-alimentos-homens
Enfermidades Diarreicas	<i>Shigella</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Escherichia coli</i> , parasitas	Homens-fezes(moscas) alimentos-(água)-homens

Fonte: CYTED (2003)

Independentemente dos agentes que afetam a qualidade da água para consumo humano, é necessário ter em conta os riscos causados pela não proteção das fontes naturais de água (mananciais), seu inadequado manejo durante o processo de tratamento e a qualidade da rede de distribuição (ROJAS et al., 2002).

As formas de tratamento de água representam um conjunto de procedimentos físicos e químicos aplicados para garantia das condições adequadas para o consumo humano (Quadro 2).

Quadro 2- Descrição dos processos de tratamento da água em uma ETA.

Processo	Descrição do processo
Coagulação	Quando a água na sua forma natural (bruta) entra na ETA, ela recebe, nos tanques, uma determinada quantidade de sulfato de alumínio. Esta substância serve para aglomerar (juntar) partículas sólidas que se encontram na água como, por exemplo, a argila.
Floculação	Em tanques de concreto com a água em movimento, as partículas sólidas se aglutinam em flocos maiores.
Decantação	Em outros tanques, por ação da gravidade, os flocos com as impurezas e partículas ficam depositadas no fundo dos tanques, separando-se da água.
Filtração	A água passa por filtros formados por carvão, areia e pedras de diversos tamanhos. Nesta etapa, as impurezas de tamanho pequeno ficam retidas no filtro.
Desinfecção	É aplicado na água cloro ou ozônio para eliminar microrganismos causadores de doenças.
Fluoretação	É aplicado flúor na água para prevenir a formação de cárie dentária em crianças.
Correção de PH	É aplicada na água uma certa quantidade de cal hidratada ou carbonato de sódio. Esse procedimento serve para corrigir o PH da água e preservar a rede de encanamentos de distribuição.

Fonte: CESAN (2013).

Além de isso existem outros tipos de processos para o tratamento das água nas comunidades rural, como os filtros de areias (BERTONCINI, 2008), baseia-se na aplicação de água sobre leito de areia, no qual o líquido é tratado por meio de processos físicos, e biológicos.

Segundo Nascimento et al. (2012) os filtros de areia caracterizam-se por apresenta a capacidade de remoção de microrganismos, toxinas produzidas por cianobactérias, agroquímicos e matéria orgânica natural, além de apresentar um baixo custo de construção e manutenção e simplicidade de operação.

É um processo de tratamento que não requer a adoção de coagulante, trabalha com taxas de filtração baixas e utiliza meio filtrante de granulometria fina; estas levam a um maior tempo de detenção da água sobre o meio filtrante e no seu interior, o que favorece uma intensa atividade biológica no filtro lento e garante a produção de água com qualidade apropriada para uma desinfecção efetiva (BERNARDO et al., 1999).

No processo de desinfecção das águas para consumo humano existem diversos métodos como são a desinfecção térmica. As altas temperaturas têm um efeito marcado sobre todos os tipos de microrganismos (PATERNIANI; ROSTON, 2003).

A Desinfecção por Radiação Solar (SODIS – Solar Water Desinfection) é uma metodologia simples de tratamento de água que utiliza a radiação solar UV-A e a temperatura para inativar os patógenos que causam diarreia; onde são utilizadas garrafas *pet* transparentes cheias d'água, colocadas ao sol, sendo usado um termômetro para indicar que a água chegou a temperatura de 50°C e permaneceu neste nível ou acima dele por pelo menos uma hora em dias de verão e nos dias de inverno, quatro a oito horas; pode-se pintar metade da garrafa da cor preta como uma espécie de estímulo, pois o preto fosco absorve mais o calor.

Outra forma que pode ser adotada por comunidades Amazônicas é o refletor solar, que consiste de um coletor em uma caixa com moldura de alumínio e tampa de vidro. O coletor contém tubos de cobre pintadas de preto, soldados a dois outros tubos que armazenam água no processo de aquecimento (MENDEZ; BARRAL, 2010).

Alguns destes tanques são divididos para permitir a troca de calor entre a entrada de água fria e sair da água quente (OPS, 2005), dentre os refletores solares mais comuns e fácies de instalar estão: os solares e o termo sifão de aquecimento de água (circuito de convecção ou aquecimento solar passivo, onde o calor da radiação solar é absorvido por tubos negros, provocando um aumento na temperatura da água dentro do coletor),

onde grupos familiares convencionais podem produzir cerca de 15 litros e maiores, cerca de 1 m³ de água em cerca de 3-4 horas de operação ao meio-dia.

Na desinfecção química o cloro tem sido empregada como desinfetante primário na maioria das estações que tratam da água superficial ou subterrânea, tanto como pré-desinfetante como pós desinfetante (OPS, 2005). Outros desinfetantes químicos considerados alternativos são: o hipoclorito de sódio (NaClO), ou de cálcio (Ca(ClO)₂); o ozônio(O₃); o dióxido de cloro (Cl₂); o permanganato de potássio (KMnO₄); e outros agentes em fase de pesquisa e desenvolvimento, como sais de prata, sais de cobre, detergentes etc. (MEYER, 1994).

1.1.3 Captação de água para uso no setor produtivo - rural

A Organização das Nações Unidas (ONU, 2003) indica que aproximadamente 70% de toda a água potável disponível no mundo é utilizada para irrigação, valor este que tende a crescer a uma taxa duas vezes maior do que o crescimento da população ao longo no último século.

No Brasil, o índice de consumo de água nessa atividade chega a 72%, com uma área irrigável de aproximadamente 29,6 milhões de hectares. A irrigação é feita, em grandes partes, segundo os métodos menos eficientes: 53% por inundação e 38% por aspersão. Apenas uma pequena parcela das plantações em Brasil utiliza irrigação por gotejamento o qual requer menos quantidade de água (ANA).

A prática agrícola envolve cargas de poluentes associadas a agrotóxicos, esterco animais e fertilizantes; sendo que o uso da água contaminada na irrigação pode comprometer a lavoura, via fitotoxicidade, ocasionar problemas de saúde na população consumidora, nos animais e nos próprios agricultores que fazem uso direto da água (SILVA et al., 2016).

O desempenho de múltiplas atividades nas áreas rurais, inevitavelmente, resulta em frequentes conflitos ambientais e sociais os quais, somados às práticas de desenvolvimento da agricultura, podem ocasionar perda de propriedades e investimentos (PACHECO, 2006).

No processo de criação de animais, a água é um dos recursos naturais mais fundamentais, sendo utilizada na produção de alimentos e insumos, e na higienização das instalações de animais, assim como no abate e no processamento dos produtos (FAO, 2005); portanto, a dependência hídrica é elevada (SILVA et al., 2006).

A pecuária contribui entre outras coisas para a poluição das águas, eutrofização (proliferação de biomassa vegetal devido à grande presença de nutrientes) e alterações da estrutura física (leito e margens) dos canais (pelo pisoteio de animais) (FAO, 2007).

Segundo a Agência Nacional de Água (ANA) no Brasil, como a maioria dos rebanhos de gado não é confinada, não existem sistemas de coleta e distribuição e os animais utilizam a água de rios ou açudes. Já no caso das grandes criações de porcos e frango, o abastecimento é constante e necessita de instalações específicas. Cerca de 93% do consumo animal são devidos ao rebanho bovino.

Entre outro uso da água no setor produtivo está a pesca e aquicultura. Na bacia Amazônica, os rios de água clara, brancas e pretas e suas planícies de inundação abrigam cerca de 1.300 espécies de peixes (30% das espécies de peixes de rios do mundo), sendo a maior parte endêmica. A diversidade de peixes no cerrado e no pantanal também é alta, estima-se, que existem aproximadamente cerca de 780 espécies nesses biomas (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

A sustentabilidade e o potencial de geração de renda e inclusão social da aquicultura dependem, dentro outros fatores, do acesso à águas com qualidade adequada para o crescimento e posterior mercado de consumo dos organismos cultivados. No entanto, os impactos ambientais decorrentes são preocupantes, em função da destruição de ecossistemas como os manguezais, da grande quantidade de nutrientes lançados na água, do aumento de sedimentos nos corpos de água e da “poluição genética”, causada por cruzamento entre as espécies cultivadas e nativas (BARBIERI et al., 2014).

1.2 Potencial de aproveitamento de água da chuva

A água é utilizada em todo o mundo para diversas finalidades, como o abastecimento de cidades e usos domésticos, a geração de energia, a irrigação, a navegação e a aquicultura (TOMAZ, 2003).

Devido ao aumento demográfico e o grau de poluição de alguns corpos de água, o aproveitamento da água da chuva, por exemplo, é uma técnica bastante difundida em regiões com sérios problemas de escassez ou baixa qualidade de água; podendo se converter em uma alternativa em locais com ineficiência ou ausência de serviço de abastecimento (CYTED, 2003; VELOSO; MENDES, 2014).

A utilização da água da chuva para diferentes usos, é uma prática ambiental e economicamente relevante, tendo em conta a grande demanda recurso sobre bacias

hidrográficas, o alto grau de contaminação das fontes de superfície e custos elevados para a água potável.

O termo segurança hídrica segundo a Declaração Ministerial do 2º Fórum Mundial da Água (2000) implica que cada pessoa deve ter acesso à água potável suficiente a um custo acessível para levar uma vida saudável e produtiva, e que a população vulnerável seja protegida contra os riscos relacionados à água. Para o Institute for Water, Environment e Health (2013) o termo segurança hídrica se associa diretamente com as categorias segurança alimentar, segurança energética e ambiental, sendo a base para o desenvolvimento dessas.

A alternativa de captação para uso da água das chuvas, consiste de um modelo de manejo da água precipitada, com vistas a garantir a segurança hídrica em locais com limitações de acesso a água em qualidade e quantidade, em que se empregam superfícies impermeáveis, tais como, telhados, lajes, calçadas, entre outras como superfícies de captação (SILVA et al., 2006).

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 (TOMAZ, 2003; VELOSO et al., 2013).

O aumento da segurança hídrica visa atender o crescimento populacional ou as áreas deficientes de abastecimento com (BAKIR, 2001; COOK; BAKKER, 2012): a redução dos investimentos na captação da água em mananciais cada vez mais distantes das concentrações urbanas; redução dos custos energéticos de transporte e dos custos de tratamento; e melhor distribuição da carga de água pluvial imposta ao sistema de drenagem.

A região Norte possui 45% da área territorial brasileira, 69% de toda a água disponível e somente 8% da população nacional, enquanto a região Sudeste acomoda 43% da população e 6% da água disponível no país, semelhante a região Nordeste que tem 28% da população, mas conta com somente 3% da água disponível.

No caso da região Norte, em função dos índices pluviométricos existentes, o aproveitamento da água da chuva possui uma lógica simples e de fácil compreensão por adotar superfícies impermeáveis (telhados, lajes, calçadas, entre outras) como superfícies de captação. Como barreira sanitária, há o descarte do primeiro fluxo de água

(lavador do telhado), depois o armazenamento em reservatório(s) e posteriormente a distribuição (LEAL et al., 2014).

De acordo com May (2004) a viabilidade do sistema de aproveitamento de águas pluviais depende de três fatores: precipitação, área de captação e demanda. O reservatório de água da chuva é o componente mais dispendioso do sistema e deve ser dimensionado de acordo com as necessidades do usuário e com a disponibilidade pluviométrica, de modo que o sistema seja viável economicamente.

Desta forma, 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).

1.3 Reserva extrativista

Segundo o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) as Reservas Extrativistas são áreas utilizadas por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte (Instrução Normativa nº 03, de 18 de setembro de 2007).

Sua criação visa a proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, assegurando o uso sustentável dos recursos naturais da unidade. As populações que vivem nessas unidades possuem contrato de concessão de direito real de uso, tendo em vista que a área é de domínio público (CALLE et al., 2014).

No Brasil, a Reserva Extrativista é gerida por um conselho deliberativo, presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes de órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e das populações tradicionais residentes na área, conforme se dispuser em regulamento e no ato de criação da unidade.

O município de São João da Ponta apresenta uma reserva extrativista marinha, composta por um manguezal ligado aos estuários do rio Mojuim e Mocajuba, que o circundam. A influência da RESEX, se reflete nas principais formas do uso da terra, ligados, sobretudo, a pesca, com ênfase na coleta de caranguejo e também a agricultura (TELES et., al 2014).

A Reserva Extrativista de São João da Ponta (3.203,24 ha), no Município de São João da Ponta, no Estado do Pará, 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.

2 PROBLEMA

As atividades antropogênicas na área da Reserva Extrativista de São João da Ponta, localizada na bacia hidrográfica do rio Mocajuba-Pa. implicam em quais usos múltiplos das águas, para o atendimento as necessidades sociais e econômicas da comunidade local?

3 HIPÓTESE

- As populações da Reserva Extrativista de São João da Ponta, rural e urbanas residentes, demandam por condições de suprimento de água para consumo humano que não são atendidas pela infraestrutura existente.
- Existem atividades econômicas que podem interferir na qualidade e quantidade de água disponíveis para atendimento das demandas atuais.
- A água da chuva pode ser uma alternativa de abastecimento local para atendimento das demandas.

4 OBJETIVOS

4.1 Geral

Avaliar os usos múltiplos das águas e a viabilidade de aproveitamento da água da chuva na área da Reserva Extrativista de São João da Ponta, pertencente a bacia hidrográfica do rio Mocajuba-Pa.

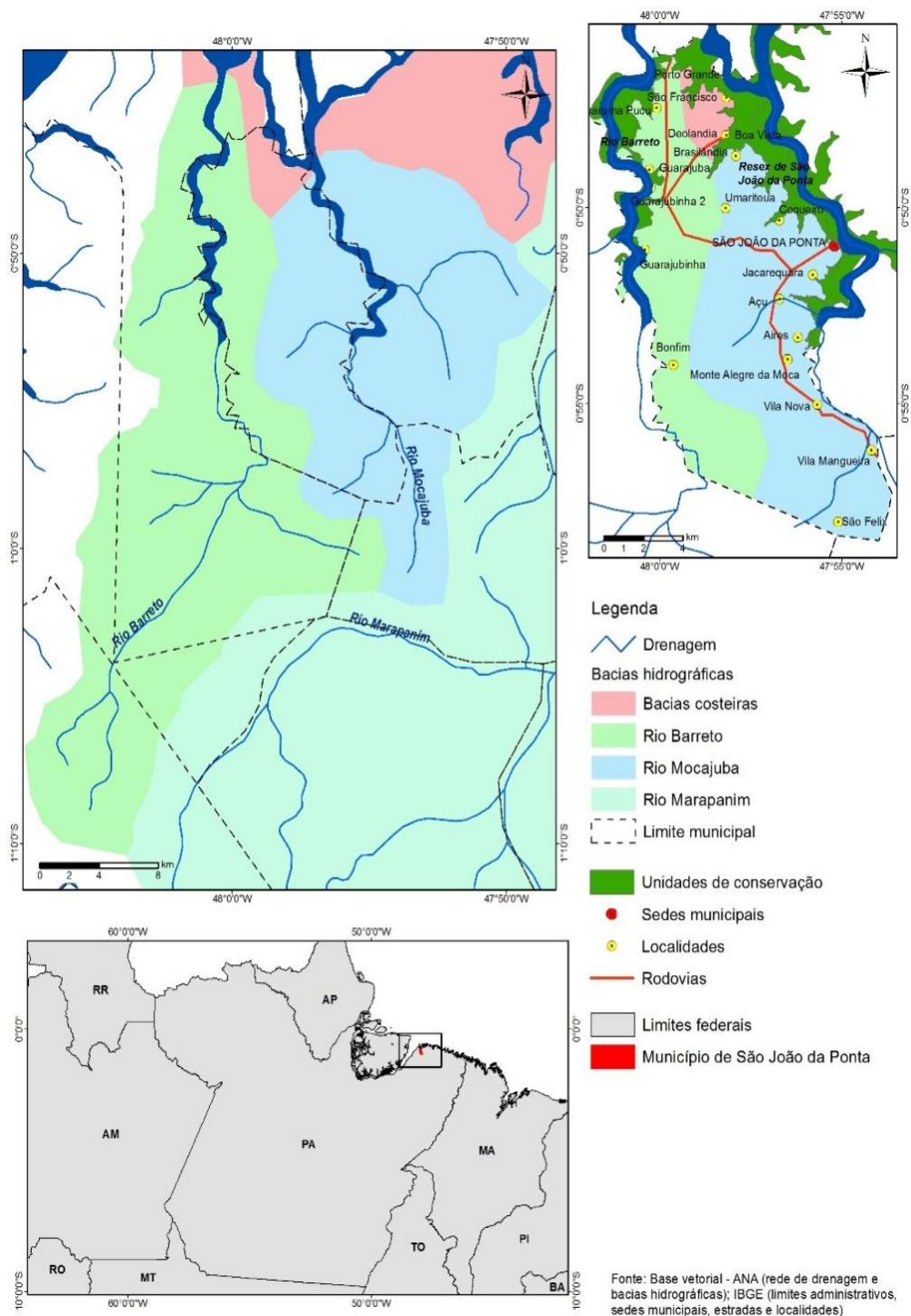
4.2 Específicos

- Identificar as formas de uso das águas
- Avaliar o potencial de uso da água pluvial para consumo humano.
- Avaliar as características socioambientais quem mais interferem na sustentabilidade hídrica da bacia hidrográfica do rio Mocajuba-Pa.

5 ÁREA DE ESTUDO

O município de São João da Ponta está localizado na mesorregião do nordeste paraense e microrregião do salgado, abrangendo uma área territorial de 195,9 km², distante 120 km em linha reta da cidade de Belém (Figura 1).

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Mocajuba.

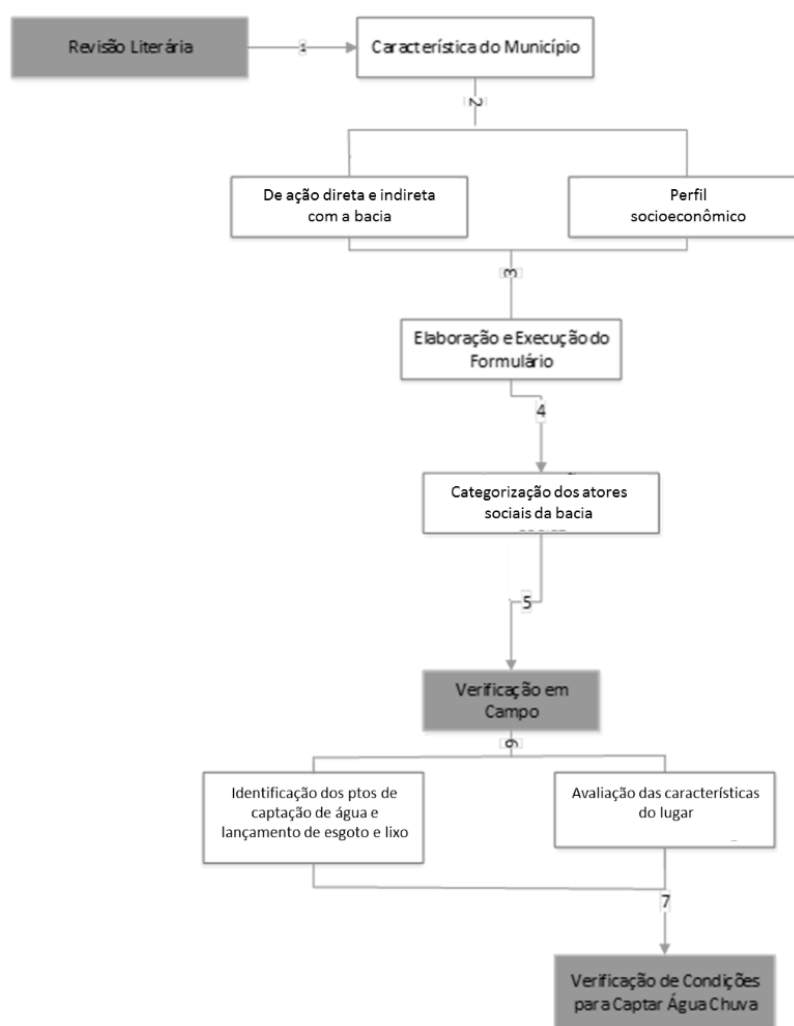


O município tem localização central a 00°50'59" S e 47°55'12"W, com altitude de 34 m em relação ao nível do mar; limita-se ao norte e oeste com o município de São Caetano de Odivelas, ao sul com os municípios de Terra Alta e São Caetano de Odivelas, e a leste com os municípios de Terra Alta e Curuçá. Seu principal acesso se dá pela rodovia PA-136 (Rodovia Castanhal - Curuçá) e PA-375. A população estimada em 2015 é de 5.795 hab com uma densidade demográfica de 26,8 hab/km² (ICMBio, 2010; IBGE, 2015).

6 MATERIAIS E MÉTODO

No alcance dos objetivos propostos foi executada uma metodologia teórico-prática dividida em quatro etapas principais (Figura 2).

Figura 2. Fluxograma metodológico adotado.



6.1 Levantamento das informações primárias e secundárias sobre o município de São João da Ponta, Pa

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 e na comunidade de Jacarequara (onde foram amostradas 41 residências do total de 268 indicadas pelo IBGE, escolhidas considerando a distribuição espacial na cidade e a disponibilidade de participação).

Os formulários constaram de perguntas abertas e fechadas divididas em 04 grupos (ANEXO 1):

- A) Água para abastecimento humano
- B) Problemas ambientais relacionados ao consumo de água e condições de saneamento.
- C) Uso da água e as atividades rurais – este item foi detalhado no universo que se identificou atuante na atividade
- D) Principais conflitos no uso da água

A comunidade de Jacarequara 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 (ANEXO 2).

Além disto, foram analisados os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água consumida em São João da Ponta por meio de dados cedidos pela Secretaria Municipal de Saúde, Vigilância e Controle. Foram avaliadas as seguintes coletas:

a) Comunidade de Jacarequara:

- Caixa da água: 07/07/2014, 22/06/2015, 23/07/2015, 17/09/2015, 04/04/2016
- Poços rasos: 20/10/2014; 22/06/2015; 04/04/2016
- Nascente: 04/07/2016

b) Sede municipal de São João da Ponta:

- Caixa da água:	07/07/2014, 20/10/2014, 09/06/2015, 08/07/2015, 04/07/2016
- Estabelecimento de Saúde:	07/07/2014, 21/03/2014, 20/10/2014, 09/06/2015, 08/07/2015, 04/04/2016
- Poços (Ruas):	
Poço 1 - Rodriguez do Santo:	07/07/2014, 20/03/2015, 09/06/2015
Poço 2 - Rodriguez do Santo:	20/03/2015, 09/06/2015
Poço 3 - Rodriguez do Santo:	07/07/2014, 30/09/2014, 20/03/2015
Poço 1 - Magalhães Barata:	07/07/2014, 09/06/2015
Poço 2 - Magalhães Barata:	20/10/2014, 09/06/2015
Poço 3 - Magalhães Barata:	09/06/2015
Poço 1 - São João Batista:	07/07/2014, 20/03/2015, 09/06/2015
Poço 2 - São João Batista:	20/10/2014, 09/06/2015
Poço 3 - São João Batista:	09/06/2015
Poço 1 - 27 de Dezembro:	09/06/2015
Poço 2 - 27 de Dezembro:	09/06/2015
Poço 1 - Tv. Constituição:	07/07/2014, 20/03/2015, 09/06/2015

6.2 Caracterização geral do Município de São João da Ponta, Pa

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.

6.3 Avaliação do aproveitamento da água da chuva na Comunidade de Jacarequara pertence ao Município de São João da Ponta, Pa

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 Água (ANA). De forma complementar foram comparadas das estimativas regionais obtidas a partir de 43 estações pluviométricas da ANA (período 1985-2014) geradas pelo Laboratório de Estudos e Modelagem Hidroambientais.

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) (MENDES et al., 2012; VELLOSO et al., 2012; VELLOSO; MENDES, 2014).

Os métodos sugeridos na NBR 15527 (ABNT, 2007) foram adotados para estimativa dos volumes de reservatório:

(a) Método de Rippl ou método das massas: foi criado em 1883 geralmente superdimensiona o reservatório, mas é bom usá-lo para verificar o limite superior do volume do reservatório de acumulação de águas de chuvas. Neste método pode-se usar as séries históricas mensais (mais comum) ou diárias.

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 (TOMAZ, 2003).

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 , segundo as equações 01 e 02:

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad \text{eq. 01}$$

$$Q(t) = C \times P \times A \quad \text{eq. 02}$$

Para $S(t)$ 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 (m²).

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.

(b) Método Prático Brasileiro ou Método Azevedo Neto: este 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, conforme a equação 03:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad \text{eq. 03}$$

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).

(c) Método Prático Alemão: trata-se de um método empírico onde se toma o menor valor do volume do reservatório (V), ou seja, 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável, conforme a equação 04:

$$V(\text{adotado}) = \text{mínimo}(V; D) \times 0,06 \quad \text{eq. 04}$$

Onde V é o valor numérico do volume aproveitável de água de chuva anual, expresso em L; e D é o valor numérico da demanda de água não potável, expresso em L.

(d) Método Prático Inglês: 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 (eq. 05):

$$V = 0,05 \times P \times A \quad \text{eq. 05}$$

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).

(e) Método Prático Australiano: este método se diferencia por produzir resultados mais criteriosos devido à realização de um pequeno balanço entre as variáveis utilizadas.

Utiliza uma análise entre a chuva total do mês em conjunto com a demanda também mensal para equacionar o melhor volume do reservatório.

Ocorre a correção do volume de água coletado pela área de captação, e o volume final a obter-se é definido através de tentativas. Para a análise crítica deste volume, o método recomenda a verificação de valores de confiança para as quantidades de meses em que houve o atendimento deste volume para a demanda exigida. Segundo a NBR 15527 (ABNT, 2007), deve-se utilizar a seguinte equação (eq. 06):

$$Q = A \times C \times (P - I) \quad \text{eq. 06}$$

Onde C é o coeficiente de escoamento superficial, geralmente 0,80; P é a precipitação média mensal, em mm; I é a interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, geralmente 2 mm; A é a área de coleta, em m²; Q é o volume mensal produzindo pela chuva, em m³.

O cálculo do volume do reservatório é realizado por tentativas, até que sejam utilizados valores otimizados de confiança e volume do reservatório (eq. 07):

$$V_t = V(t-1) + Q_t - D_t \quad \text{eq. 07}$$

Onde Q_t é o volume mensal produzido pela chuva no mês t; V_t é o volume de água que está no tanque no fim do mês t, em m³; V(t-1) é o volume de água que está no tanque no início do mês t, em m³; D_t é a demanda mensal, em m³.

Para o primeiro mês considera-se o reservatório vazio. Quando (V(t-1) + Q_t - D_t) < 0, então o V_t = 0. A confiança é avaliada por (eq. 08):

$$Pr = N(r)/N \quad \text{eq. 08}$$

Onde P(r) é a falha; N(r) é o número de meses em que o reservatório não atendeu à demanda, isto é, quando V_t = 0; e N é o número de meses considerado (geralmente 12 meses). Confiança = (1 - Pr). A norma recomenda Confiança entre 0,9 e 0,99.

6.4 Tratamento dos dados e/ou análise multicritério (MULTIPOL)

Segundo Godet (2001) o método multicritério, MULTIPOL (MULTIcritère et POLitique), visa a comparar diferentes ações ou soluções de um problema em função de critérios e políticas múltiplos. Este emprega a análise via matriz de comparação, onde são atribuídos pesos relativos.

As etapas do processo são:

- 1) Se estabelecem os principais critérios a serem ponderados: neste trabalho foram escolhidos com base na seguinte pergunta – *Quais elementos não favorecem a oferta hídrica em qualidade e quantidade e que podem ter reflexos na RESEX e na sede*

municipal de São João da Ponta? Os pesos atribuídos foram: 5 - muito pouco favorecem, 4 - pouco favorecem; 3 - favorecem de forma parcial; 2 - favorecem; 1 - potencialmente favorecem.

Os critérios adotados foram:

- Vulnerabilidade socioeconômica - meio rural: por interagir diretamente com os sistemas hídricos locais (superficiais e subterrâneos); influenciar na qualidade das águas em função das práticas agrícolas e de criação de animais. Sendo relevante pelo fato da população rural estimada ser de 80,42%.
- Vulnerabilidade socioeconômica - meio urbano: representa a maior consumidora do serviço de abastecimento de água público. É potencialmente geradora de resíduos. E concentra a atividade de bens e serviços. A população urbana estimada para o município é de 19,58%.
- Vulnerabilidade social: marcada por 76% da população ainda se encontrar na faixa de vulnerável à pobreza.
- Consumo médio per capita de água (l/hab/dia): de 146 l/hab/dia, próximo ao limite médio estabelecido pela SABESP (2012) de 150 l/hab/dia.
- Perdas na rede de distribuição de água: o Índice de perdas por ligação é de 55,32 l/dia/lig.
- % de consumo de água: o Índice de consumo de água é de cerca de 90%.
- Atendimento urbano de água no município: o Índice de atendimento urbano de água é de 60,5%.
- Consumo de água na agricultura: considera como condicionantes o volume de água estimado para produção e as características climáticas locais. O principal produto agrícola (mandioca) consome 2 l/kg de água, ou seja, 20 m³/ha para a produção. Sendo a média mensal do trimestre menos chuvoso (setembro, outubro, novembro) de 30 mm de chuva.
- Consumo de água na pecuária: considera como condicionantes o volume de água estimado para produção e as características climáticas locais. A soma do efetivo bovino e galináceo (maiores quantidades na região) demanda em média 28 m³/dia por animal.
- Atendimento total de água no município: o Índice de atendimento total de água, cerca de 36%.
- Estimativa de abastecimento de água da chuva: admitindo o valor de referência de demanda por água de 7,23 m³/mês.

- 2) São indicados os atores envolvidos: neste caso, a população urbana representada pela sede municipal, a população rural e as representações da RESEX.
- 3) São indicadas as ações políticas/ações associadas a resolução da pergunta que estabeleceu os critérios: neste caso, adotou-se as políticas de saneamento básico, gestão ambiental e dos recursos hídricos, ações de monitoramento continuado da qualidade das águas, de educação ambiental e de manejo agrícola.
- 4) Definição de cenários: VERMELHO - consumo sem controle, ausência de padrão de qualidade da água ofertada, ausência de controle do desperdício e de perdas. Insuficiente atendimento da demanda; AMARELO - consumo irregular, com oferta de água em qualidade precária, falta de controle do desperdício e de perdas. Parcial atendimento da demanda; AZUL - consumo regular, com oferta de água em qualidade adequada, controle do desperdício e de perdas. Amplo atendimento da demanda.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

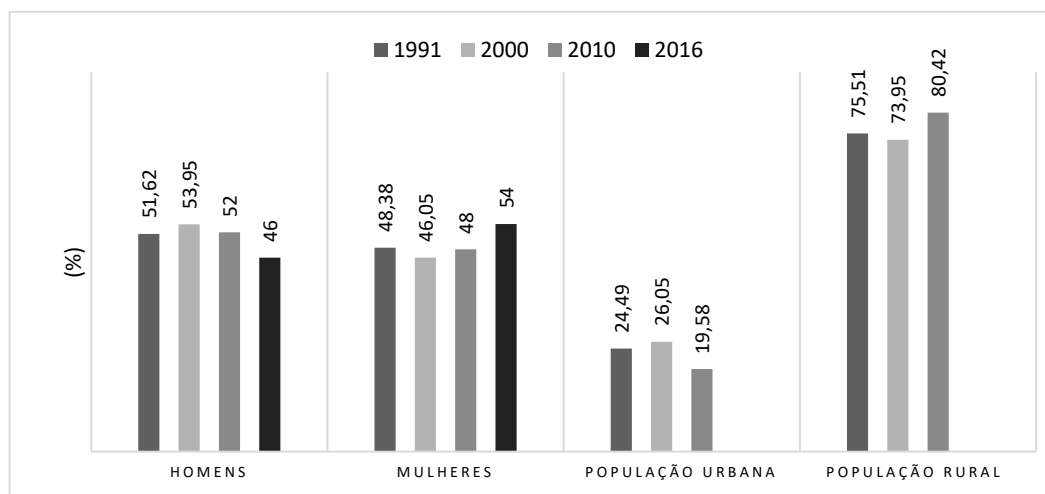
7.1 Usos múltiplos das águas em São João da Ponta: potenciais e limitações

7.1.1 Vulnerabilidade socioeconômica

Segundo Stacciarini (2013) a vulnerabilidade refere-se a uma predisposição individual para apresentar resultados negativos no desenvolvimento. A vulnerabilidade aumenta a probabilidade de um resultado negativo ocorrer na presença de um fator de risco; e para avaliá-la se tem em conta alguns indicadores como a mortalidade infantil, *renda per capita*, o percentagem de pessoas exposta à pobreza entre outros (GOMES; PEREIRA, 2005).

No caso de São João da Ponta se pode dizer que em quanto à população residente na atualidade no município são 5.265 hab. dos quais 4.234 pessoas são população rural (80,4%) e 1.031 pessoas são população urbana (19,6%). Observa-se a manutenção das maiores percentagens na área rural do município, o que reforça a necessidade de discutir o acesso a águas destas comunidades (Figura 3).

Figura 3. Dados Demografia de São João da Ponta.

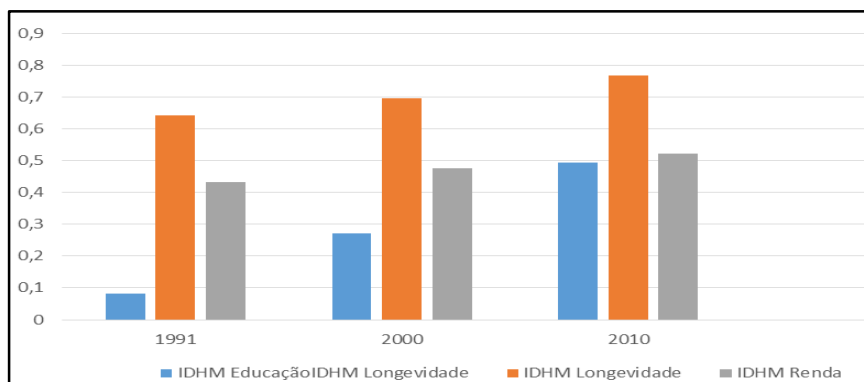


Fonte: Adaptado de ATLAS (2013).

O IDH de São João da Ponta é de 0,583, sendo classificado como baixo, conforme PNUD (2012): Alto para IDH for $\geq 0,8$; médio se de 0,79 a 0,59; e baixo se for $\leq 0,59$. A Figura 4 ilustra a evolução de 1991 a 2010. Segundo esses dados o município passou de 0,282, em 1991, para 0,583, em 2010, isso implica em uma taxa de crescimento de 106,74% para o município.

A dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação, seguida por Longevidade e por Renda. Não foi observado no mesmo quadro comparativo, uma evolução quanto se analisa o Índice de Gini. Conforme Jakobsson et al. (2004) uma boa situação socioeconômica, centrada no setor de serviços, mostra-se associada à melhor qualidade de vida, o que representaria uma necessidade de melhor evolução dos índices do município.

Figura 4- Índice de Desenvolvimento Humano em São João da Ponta.

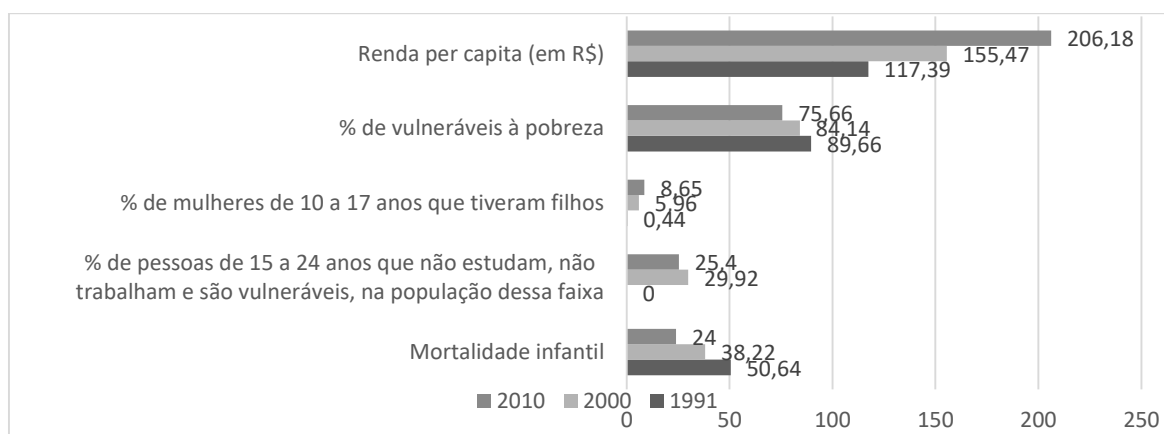


Classificação - GINI (2010)		1991	2000	2010
109	São João da Ponta	...	0,6727	0,5377
Classificação - IDHM (2010)				
72	São João da Ponta	0,282	0,448	0,583
Censo IBGE (2010)				
Posição	Município	PIB (R\$ 1.000)	PIB Per Capita (R\$)	
143	São João da Ponta	22,314	4.093,57	
PIB-Setor	Agropecuário	Indústria	Serviços	Total
São João da Ponta	3.267,76	1.993,71	15.189,92	20.451,39

Fonte: Adaptado de ATLAS (2013).

A Figura 5 evidencia o desenvolvimento da região, onde há uma diminuição do índice de pobreza ou proporção de pessoas pobres, esta diminuição se deve principalmente ao aumento e/ou crescimento da renda domiciliar *per capita* de São João da Ponta nas últimas duas décadas.

Figura 5- Vulnerabilidade social e renda em São João da Ponta.



Fonte: Adaptado de ATLAS (2013).

7.1.2 Perfil dos usuários de água

a) Situação da sede municipal de São João da Ponta

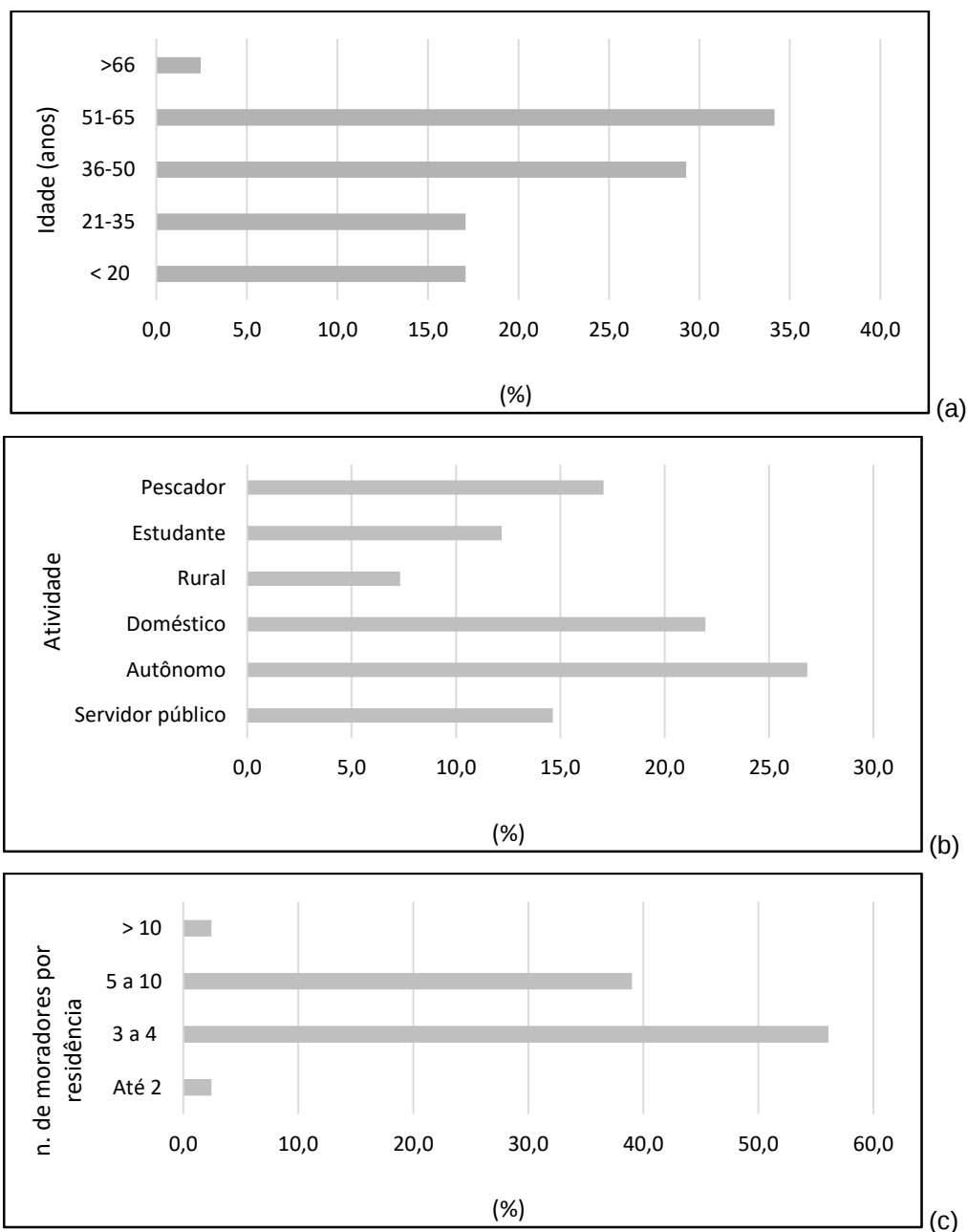
O universo pesquisado foi de 53,7% de mulheres e 46,3% de homens; predominantemente na faixa adulta (36-65 anos, 63,4%). Neste universo, 26,8% representam profissionais autônomos, 22% como prestadores de serviços domésticos e 17,1% pescadores (Figura 6).

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.

Em relação à infraestrutura, grande parte das casas são de alvenaria e o piso geralmente é de cimento ou cerâmica (lajota). A energia elétrica é bem distribuída, mas os telefones públicos são escassos, o uso de celulares é comum. O transporte coletivo é difícil, com intervalo de muitas horas entre um ônibus e outro; também apresentam escassez de farmácias no local, só tem uma para todo o município.

Por outro lado a maioria dos habitantes tem como aliada ao conhecimento sobre ervas medicinais e faz remédios para dor de cabeça, gastrite, osteoporose, pedra dos rins, anemia, dentre outras males sejam retirados do próprio quintal, de hortas plantadas ou da fauna e flora existente. A exceção é dada por alguns idosos que fazem uso de medicamentos para doenças crônicas os medicamentos nos postos de saúde, e por outras situações especiais.

Figura 6. Perfil observado do universo amostrado.



Fonte: Autor.

A sede é quase todo é asfaltada, conta com a cobertura total de abastecimento de água não potável, ou seja, não tem nenhuns tipo de tratamento, que ajude a diminuir os problemas de qualidade que possa conter a água.

O município apresenta sistema de coleta de resíduos sólidos, administrado pela prefeitura municipal. Eles realizam a coleta uma vez por semana. Estes são depositados em um local a céu aberto e sem tratamento.

b) Consumo de água na produção na agricultura

A produção familiar dos habitantes é baseada principalmente na pesca, na roça e na criação de pequenos animais. Possuem muitas árvores frutíferas como o açaí, cupuaçu, mangueira, tapereba etc. Além de espécies nativas da flora paraense (Figura 7).

A horta é feita em consórcios com o milho e a mandioca, em outros a produção é mais variada. 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.

Figura 7. Sistemas de cultivos no São João da Ponta.



(a)

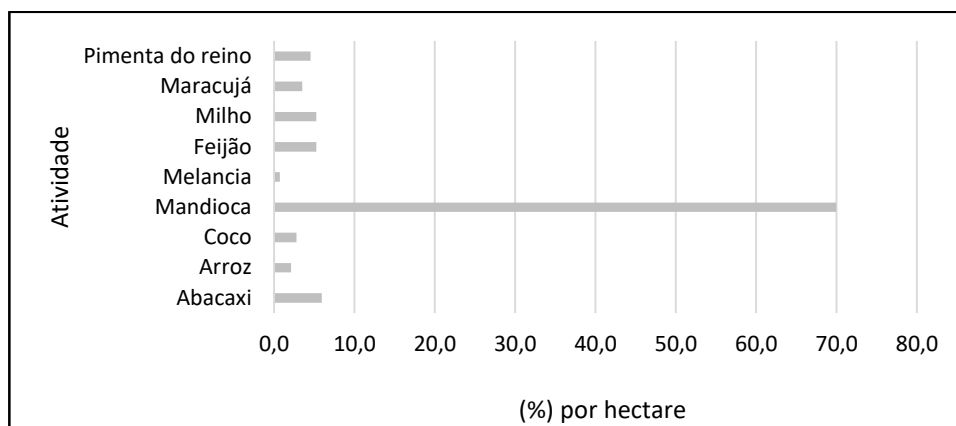


(b)

Fonte: Autor

O censo agrônômico municipal (IBGE, 2014) mostra que as principais lavouras permanente e temporárias executadas em São João da Ponta são principalmente: Abacaxi - 17 ha; Arroz - 6 ha; Coco - 8; Mandioca - 200 ha; Melancia - 2 ha; Feijão - 15 ha; Milho - 15 ha; Maracujá - 10 ha; Pimenta do reino -13 ha (Figura 8).

Figura 8. Principais produtos agrícolas em São João da Ponta.



Fonte: IBGE (2014)

Segundo o IBGE (2014) a prática da atividade de agricultura corresponde a aproximadamente 486 hectares do município. Onde para cada um dos cultivo é necessária a utilização de água.

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2003) aproximadamente 70% de toda a água potável disponível no mundo é utilizada para agricultura, valor este que tende a crescer a uma taxa duas vezes maior do que o crescimento da população ao longo no último século. No Brasil, o índice de consumo de água nessa atividade chega a 72%, com uma área irrigável de aproximadamente 29,6 milhões de hectares.

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 2 descreve somente o processo de agregação da água, ou seja, só é a quantidade de água bruta necessária para o cultivo independentemente a procedência da mesma.

Tabela 2. 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)	Autor	Volume de água para produção (m³/ha)
Lavouras temporarias					
Arroz	6	500	2500	Pegada hídrica	1250
Feijão	15	800	5053		4042,4
Milho	15	600	1750		1050
Mandioca	400	10000	2	Caraballo et al. (2000)	20
Melancia	2	15000	235	Pegada hídrica	352,5
Lavouras permanetes					
Maracujá	10	8000	748	Mekonnen e Hoekstra (2011)	5984

Fonte: Autor

A Tabela 1 ilustra a quantidade média de água (em litros) necessária à produção de uma unidade de peso (quilograma ou litro) de produto. Este valor pode ser alterado para mais ou para menos em função das condições de produção. Para a obtenção da quantidade de água que se precisa em cada produção foi feito o seguinte cálculo, para a produção de maracujá, por exemplo:

$$1 \frac{\text{Kg}}{\text{ha}} \text{ de maracuja necessita de } 748 \frac{\text{Litros}}{\text{Kg}}$$

$$\text{Em São João da Ponta a produção é de } \frac{8000 \text{Kg}}{\text{ha}}$$

$$\frac{1 \text{ kg/ha}}{8000 \text{ kg/ha}} = \frac{748 \text{ Litros/kg}}{x \text{ Litros/ha}}$$

Logo, são necessários 5984000 Litros de água por hectare

$$\text{ou } 5984 \frac{\text{m}^3 \cdot \text{kg}}{\text{ha}}$$

Considerando a distribuição pluviométrica local (estações pluviométricas proximais de Castanhal, Vigia e Curuçá) observa-se que a região apresenta índices pluviométricos (Tabela 3) que garantem um bom suprimento de água no período chuvoso, fazendo com que os produtores precisem de outras fontes somente no menos chuvoso.

Tabela 3. Distribuição mensal da precipitação pluviométrica adotada.

Precipitação Pluviométrica	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
Castanhal	251,63	266,74	443,72	345,54	224,09	193,62	209,29
Vigia	193,12	254,89	608,91	525,67	321,76	224,14	195,60
Curuçá	178,31	310,13	683,61	508,91	292,35	196,33	211,85
Média mensal do período	207,69	277,25	578,75	460,04	279,40	204,69	205,58

Precipitação Pluviométrica	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Acumulado anual
Castanhal	85,26	42,36	37,05	88,71	122,79	2310,80
Vigia	91,16	27,16	19,21	27,74	112,77	2602,12
Curuçá	61,39	15,37	3,32	8,99	48,60	2519,16
Média mensal do período	79,27	28,30	19,86	41,82	94,72	
Média do acumulado anual						2477,36

No reconhecimento de campo e segundo as entrevistas junto aos agricultores da região observou-se a utilização dos produtos químicos, que segundo estes, são utilizados por pessoas experientes que conhecem as quantidades exatas de aplicação do produto.

Embora os agrotóxicos auxiliem na produção agrícola, estes podem causar doenças e intoxicações se forem utilizados sem os cuidados necessários, como os equipamentos de proteção individual (MORAGAS, 2005; BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

De acordo com Jardim et al. (2009) os biocidas constituem um grupo de compostos orgânicos utilizados no controle de insetos, de fungos, pragas nas lavouras. Entretanto, devido exatamente à sua difícil degradação natural, são encontrados ainda resíduos no solo e na água e, por isso, os pesticidas organoclorados, por exemplo, são incluídos na legislação para análise obrigatória em águas de abastecimento. Por isso, é de vital importância a conscientização da população, principalmente dos agricultores, acerca das implicações da utilização dos agrotóxicos.

A outra problemática relatada deve-se principalmente à utilização de veneno proveniente de uma planta tóxica, conhecida por “timbó”; utilizado pelos pescadores, gerando assim a contaminação dos corpos de água e morte da fauna aquática, onde é vertido este produto.

De acordo com os moradores, a prática de esmagar e mergulhar a planta na água para matar os peixes é normalmente utilizada por alguns da região, para facilitar a pesca. Esse veneno mata todos os peixes, do grande ao pequeno, são poucos que sobrevivem, normalmente os que estão acima do lugar do envenenamento.

A utilização de esta raiz é muito polêmica, apesar desta técnica ser muito utilizada pelos indígenas, sendo considerada um costume ancestral e/ou cultural indígena; algumas pesquisas afirmam que existem muitos questionamentos acerca do cipó timbó,

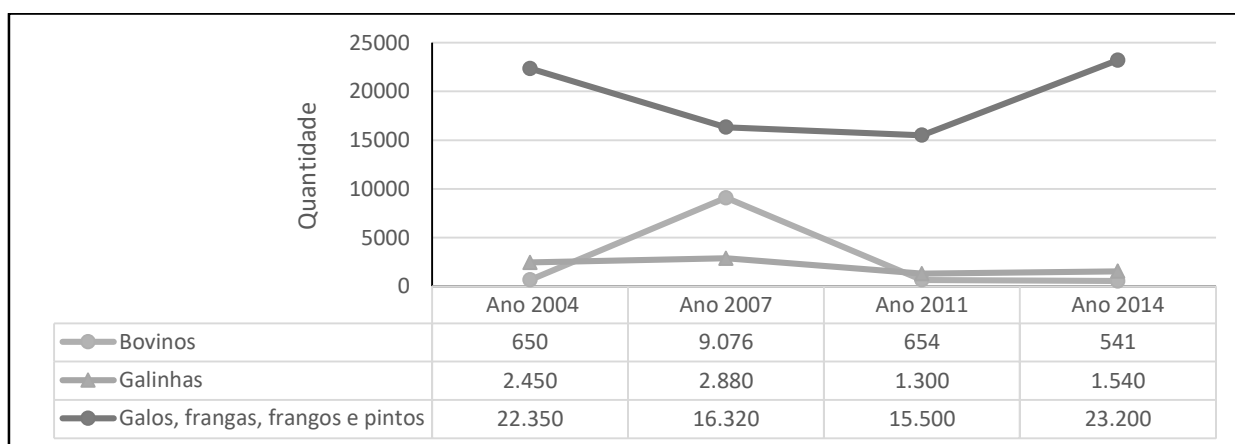
algumas divergem no sentido de considerá-lo tóxico e causador de moléstias aos seres humanos e peixes, mas todas afirmam no mínimo que o peixe fica atordoado.

Quanto ao ser humano, é necessário evidenciar que existem poucas informações a respeito, muitos afirmam, não causa mal algum, outros, que pode causar diarreia e prejudicar a visão quando em contato com os olhos. Afirma-se também que ela pode causar outros danos à saúde humana, tal como a doença de Parkinson, todavia, também existem contestações nesse sentido (MARIANI et al., 2013).

c) Consumo de água na produção pecuária

Os preços mais baixos da terra e a produtividade um pouco mais alta tornam as pastagens de média e larga escalas mais lucrativas na Amazônia do que em outras regiões do Brasil (MARGULIS, 2003; ARIMA et al. 2005; RIVERO et al., 2009). Em São João da Ponta destacam-se principalmente a criação de (IBGE, 2014): bovinos, caprinos, suínos e galinhas (Figura 9).

Figura 9. Principais Produtos Pecuária em São João da Ponta



Fonte: IBGE (2014).

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 variável (Tabela 4).

Contabilizando-se a quantidade de água para a atividade, pode-se dizer que são utilizadas aproximadamente 40.6438 m³ de água por 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 especialmente os decorrentes da suinocultura (MORAGAS, 2005).

Segunda as entrevistas feitas à 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.

Tabela 4. Consumo de água para a produção Pecuária de São João da Ponta.

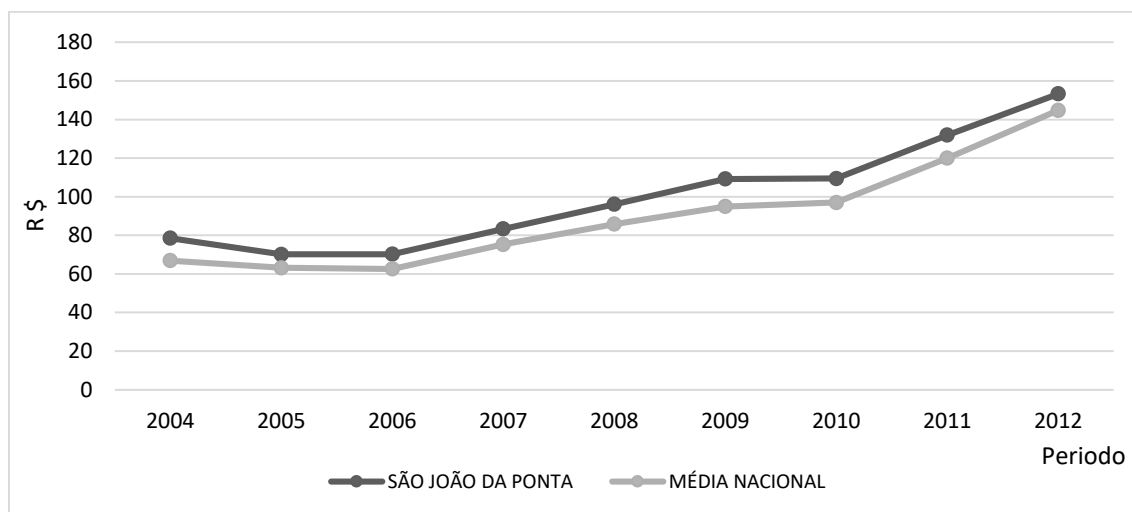
Produção Pecuária	Quantidade de Animais	Água Requerida para a produção	Produção em São João da Ponta	Autor
Bovino - efetivo dos rebanhos	541 Cabeças	450 litros dia ⁻¹ por 10 cabeças	24345 litros dia ⁻¹ cabeças	FAO (2013)
Caprino - efetivo dos rebanhos	15 Cabeças	8,0 litros dia ⁻¹	120 litros dia ⁻¹	FAO (2013)
Equino - efetivo dos rebanhos	102 Cabeças	43 litros dia ⁻¹	4386 litros dia ⁻¹	Pegada hídrica
Galináceos efetivo de rebanhos	23200 Cabeças	15 litros dia ⁻¹ por 100 cabeças	3480 litros dia ⁻¹	FAO (2013) Pegada hídrica
Leite de vaca	2 Mil litros	4 litros dia ⁻¹ de agua	8000 litros dia ⁻¹	
Ovino - efetivo dos rebanhos	41 Cabeças	3,8 litros dia ⁻¹	155,8 litros dia ⁻¹	FAO (2013)
Suíno efetivo dos rebanhos	32 Cabeças	5 litros dia ⁻¹ por Cabeças	157 litros dia ⁻¹	EMBRAPA

Fonte: Autor

Considerando as principais atividades econômicas da região e o índice de pobreza, pode-se notar que existe uma discrepância, já que a produção tanto na agricultura como na pecuária não demonstram uma evolução que justifique a redução do índice de pobreza.

O ideal seria que a maior produtividade econômica e menor índice de pobreza. Uma das possíveis causas pode ser o programa do governo brasileiro chamado “Bolsa Família”, que fornece benefícios econômicos e/ou ingressos adicionais a cidadão (Figura 10). Este foi progressivo na região de 2004 a 2012.

Figura 10. Valor mensal pago pelo programa Bolsa Família.



Fonte: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) Programa – Assistência Social (2014).

7.1.3 Sistema de abastecimento de água – consumo humano

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.

Na caracterização da qualidade de água na sede municipal de São João da Ponta foram avaliadas as análises microbiológicas realizadas pela Secretaria de Saúde do município.

Embora a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 recomende realizar o monitoramento a traves de análise físico-químicas e microbiológicas mensalmente, o monitoramento é realizado em apenas alguns meses, considerando o período de 2014, 2015 e 2016.

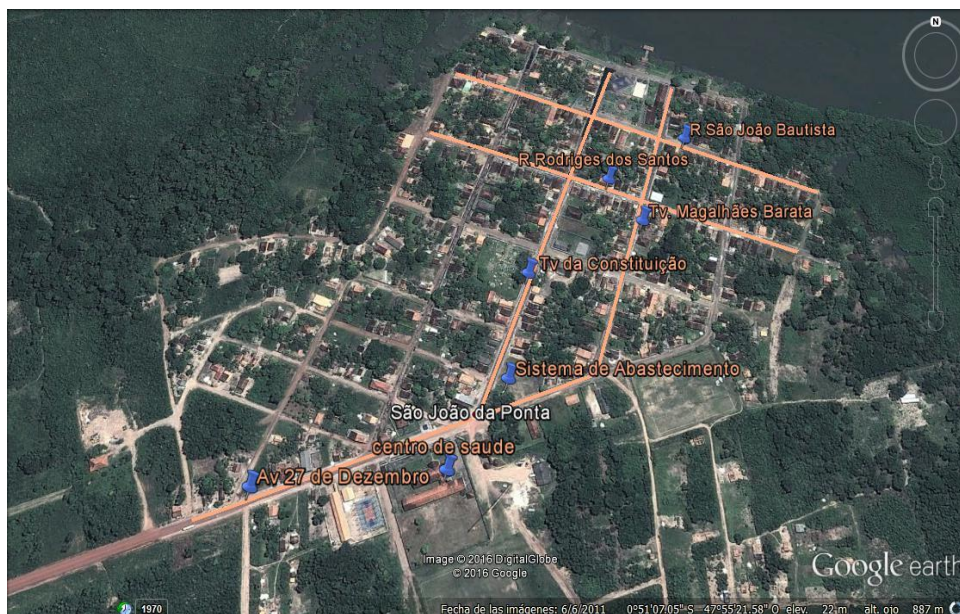
Além de fazer a coleta da amostra, a Secretaria é encargada de inspecionar a lavagem da caixas de água, armazenamento e distribuição em cada uma das casas. Nas entrevistas que forem realizadas, os encargados de realizar a amostragem afirmaram que:

As amostras são coletadas em sacolas plásticas descartáveis, com capacidade de 100 ml, esterilizados, e com pastilha de tiosulfato de sódio. Estas são enviadas ao Laboratório Central do Estado de Pará, onde é realizada a

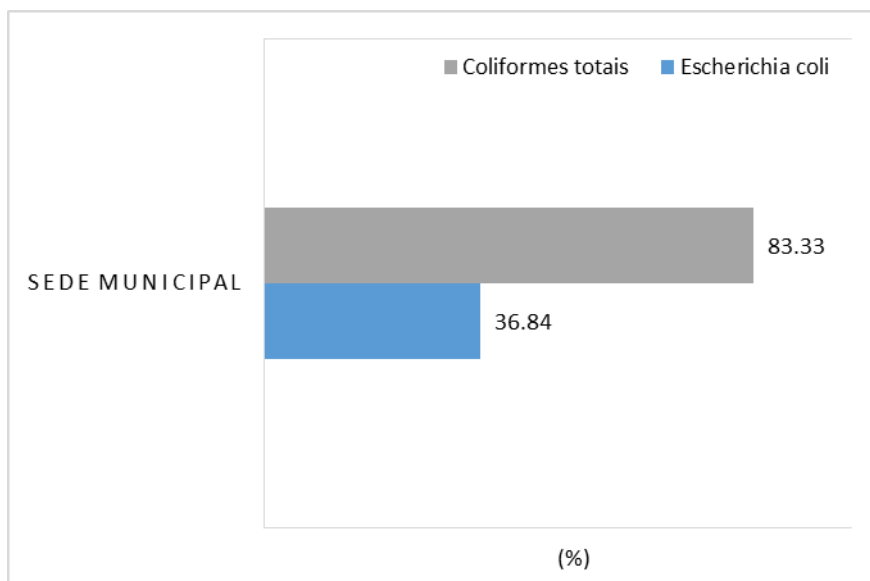
análise microbiológica através do Teste de presença/ausência método do substrato cromogênio.

Os locais de coleta na sede municipal são: Caixa da água principal, Estabelecimento de Saúde e poços de água das ruas Rodriguez do Santo, São João Batista, Tv. Magalhaes Baratas, Tv. Constituição e Av. 27 De Dezembro (Figura 11a). Estes correspondem a poços de boca larga, artesianos, poços rasos e cacimbas.

Figura 11. (a) Ilustração da localização dos pontos de coleta da Secretaria de Saúde. (b) Análise microbiológica da água: sede municipal de São João da Ponta.



(a)



Fonte: Autor

(b)

Após a coleta das amostras são encaminhadas ao Laboratório Central do Estado. Em cumprimento do Artigo 41 do Capítulo VI da Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde os parâmetros feitos são: turbidez, cloro livre; coliformes totais e *escherichia coli*.

Segundo os resultados obtidos (Figura 11b) pode-se evidenciar que cerca de 83% das amostras apresentam Coliformes Totais; e 36,8% *Escherichia Cole*. Segundo a informação dos laudos técnicos sede municipal pode-se identificar que das 35 mostras, 94,29% delas concluem como resultado final insatisfatório.

Nos casos onde o resultado foi satisfatório (5,71%), a análise de cloro residual foi equivocada, pois na realidade foi analisado o cloro livre, devendo ser admitida a água como insatisfatória para o consumo humano. Na avaliação do parâmetro de Turbidez, 100% dos resultados foram menores que o valor máximo permitido (5 uT) pela Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.

Segundo o Ministério de Saúde (2014), no estado do Pará, dos 3.804 de sistemas de abastecimento tipo Solução Alternativa Coletiva (SAC), em 3.069 (81%) é feita a distribuição de água sem nem tipo de tratamento. Logo, estes sistemas não atendem o Art. 24 do Capítulo IV da Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, que estabelece a obrigatoriedade para toda água destinada ao consumo humano e fornecida coletivamente, passar por um processo de desinfecção ou cloração.

Conforme FUNASA (2014) a carência de tratamento da água é influenciada por muitos fatores, tais como: ausência do poder público, desconhecimento da legislação, precariedade do sistema de água, falta de conhecimento das tecnologias existentes, deficiência ou falta de pessoal qualificado, custo dos materiais e dos produtos de desinfecção, entre outros aspectos.

Outro problema que apresenta o SAC de São João da Ponta é que este não atende o Anexo I da Portaria MS nº 2.914/2011, que admite-se a presença de coliformes totais em apenas 1 amostra mensal para sistemas ou soluções coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes, observando-se as datas em que forem realizadas as amostragens, estas sempre apresentavam mais do 97% com presença de Coliformes fecais.

A água para consumo humano não deve ter presença de *Escherichia coli*. Por todos os problemas relatados, se faz necessária a análise de outros parâmetros físicos, químicos e microbiológicos (ex. cor, temperatura, pH, cloraminas, cianobactérias e cianotoxinas), de acordo com exigências da Portaria, visando a garantia da qualidade e segurança da água para consumo humano.

Para diminuir a problemática e/ou melhorar a qualidade de água que está em São João da Ponta, a Secretaria de saúde, oferece a seus habitantes uma solução de Hipoclorito de Sódio de 2,5% a qual segundo suas especificação recomenda-se só 2 gotinhas em 1 litro de água.

A desinfecção tem como função básica a inativação dos micro-organismos patogênicos, realizada por intermédio de agentes físicos e ou químicos; é uma operação unitária obrigatória, pois somente ela inativa qualquer tipo existente e previne o crescimento microbiológico nas redes de distribuição (FUNASA, 2014).

Segundo Libânio (2010), o objetivo primordial do uso do cloro em sistemas de abastecimento de água é a desinfecção. Contudo, devido ao seu alto poder oxidante, sua aplicação nos processos de tratamento tem servido a propósitos diversos como controle do sabor e odor, prevenção de crescimento de algas, remoção de ferro e manganês, remoção de cor e controle do desenvolvimento de biofilmes em tubulações.

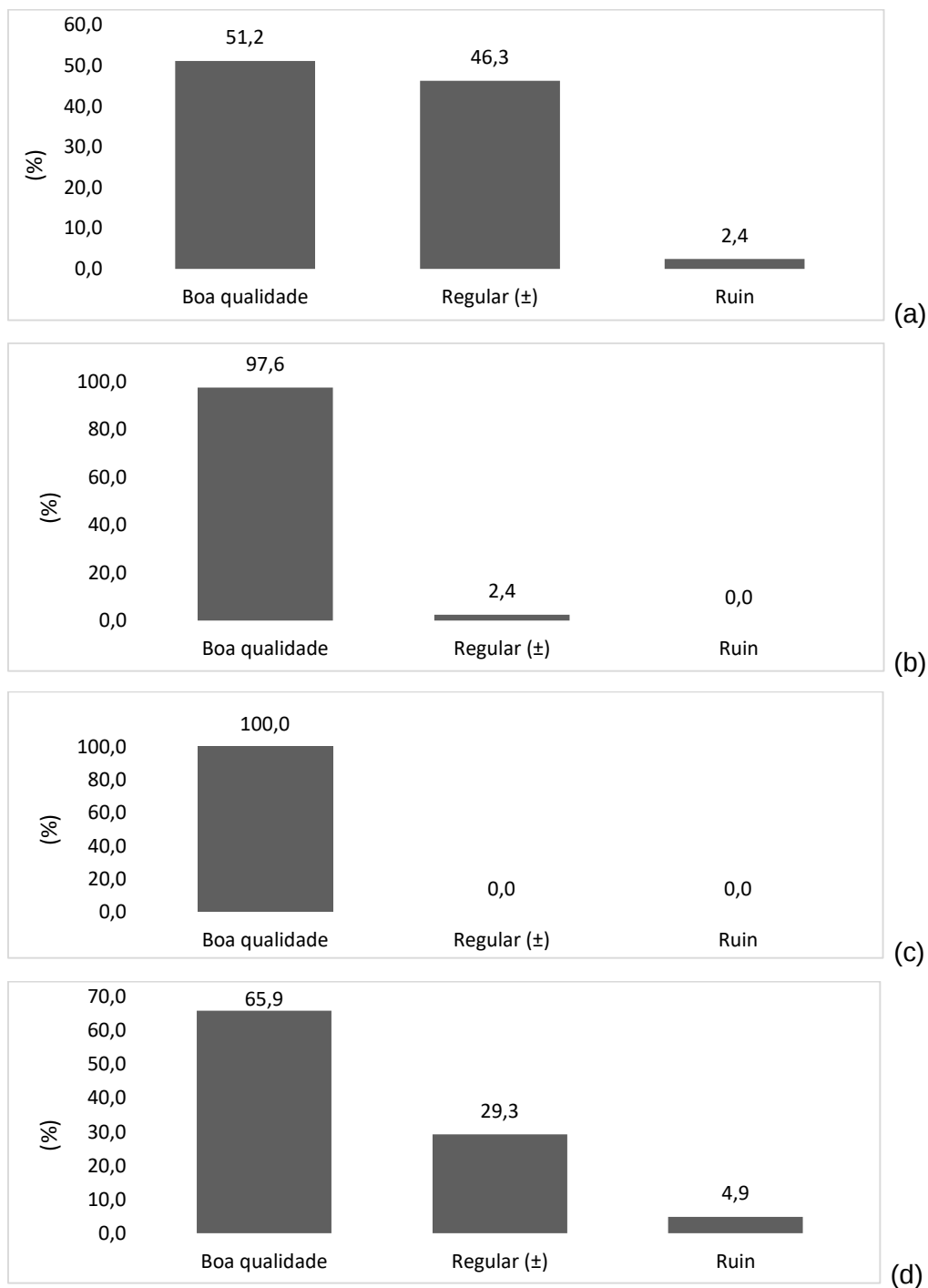
a) *Análise organoléptico da água*

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 organoléptica), que pode ser identificada pelos sentidos humanos - cor, odor, textura, sabor (Figura 12).

Para a execução deste foi feito uma série de perguntas fechadas, com uma única resposta. A Figura 12 indica 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 (97,56%; 100%) considera que o sabor da água da torneira é de boa qualidade quanto ao sabor e o odor; 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. Uma vez que, as análises físico-químicos e microbiológicos indicaram condições desfavoráveis.

Figura 12. Percepção da qualidade de água da torneira: (a) quanto à qualidade em geral; (b) sabor; (c) odor; (d) cor.



Fonte: Autor

b) Doenças transmitidas pelo consumo de água

Os levantamentos de campo junto a sede municipal de São João da Ponta indicaram que 87,80% ainda não sofreram nenhum tipo de doença pelo consumo de

água; apenas 12,20% admitem haver tido alguns tipo de doença pelo consumo de água inadequada.

A totalidade dos entrevistados indicou que já teve ou apresentou doenças, como dor de barriga e diarreia, nos últimos 6 meses; além de febre, náusea, vômitos, entre outros sintomas de enfermidades pelo uso de água inadequada. Mesmo assim, a totalidade não consideram que o consumo de sua água provoca alguma doença.

Conforme observado não é percebida a relação entre doenças comumente associadas ao uso da água e a qualidade desta; segundo o informe técnico da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo os sintomas das doenças relacionadas à ingestão de água contaminadas são:

Diarreia líquida, náusea, vômitos, cólicas abdominais, e febre em alguns casos. A doença dura de um dia a uma semana, em geral três dias. Entre aquelas que se manifestam com diarreia aguda estão as enteroviroses causadas mais frequentemente pelo rotavírus e norovírus, as parasitoses por Cryptosporidium e Giardia, e as causadas por bactérias como Campylobacter, Escherichia coli, Shigella e Vibrio cholerae (cólera). Essas bactérias podem causar quadros mais graves e até óbito, principalmente em crianças, gestantes, idosos e pessoas imunocomprometidas, com danos e complicações em outros órgãos. Entre as Salmonellas, a de maior importância relacionada à água é a febre tifóide, causada pela Salmonella Typhi, veiculada por água ou alimentos contaminados com esgoto (por ex., verduras e frutas rasteiras) e também, por alimentos preparados por mãos sujas ou mal lavadas de portadores (pessoas que tiveram a infecção e permanecem contaminadas, sem sintomas). Provoca transtornos abdominais (cólicas, diarreia e constipação) e febre alta, e nos casos mais graves, várias complicações que podem levar ao óbito.

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 via de contaminação ocorre não só através da ingestão de água contaminada, mas também através do banho, na higiene pessoal ou por alimentos contaminados.

7.1.4 Água residual ou de esgoto

Na componente da 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 (Figura 13).

Figura 13. (a) e (b) Lançamento de águas residuais pelas residências. (c) e (d) depósito a céu aberto.



Fonte: Autor

Essa situação está em descumprimento da Resolução Conama nº 430, de 13 de maio de 2011 a qual dispõe sobre as condições e os padrões de lançamento de efluentes, além de estabelecer que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões orgânicos e inorgânicos, e às exigências legais.

Este também determina que os responsáveis pelas fontes poluidoras dos recursos hídricos deverão realizar o auto monitoramento para controle e acompanhamento periódico dos efluentes lançados nos corpos receptores (BRASIL, 2011). Destaca-se que pelos registros municipais 100% da coleta de lixo é realizada na sede municipal. Porém, estes resíduos são jogados em um depósito a céu aberto, sem tratamento, podendo ocasionar contaminação, proliferação de roedores e diversos agentes transmissores de doenças contagiosas.

O problema é maior por que perto a este lixão a céu aberto passa um Igarapé pertencente na comunidade de Açú em onde alguns agricultores e resto dos habitantes interagem direto com esta fonte hídrica aparentemente contaminada.

Fazendo um 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) 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.

No Brasil, segundo o Ministério das Cidades, cerca de 60 milhões de brasileiros (9,6 milhões de domicílios urbanos) não são atendidos pela rede de coleta de esgoto e, destes, aproximadamente 15 milhões (3,4 milhões de domicílios) não têm acesso à água encanada. Ainda mais alarmante é a informação de que, quando coletado, apenas 25% do esgoto é tratado, sendo o restante despejado “in natura”, ou seja, sem nenhum tipo de tratamento, nos rios ou no mar (BRASIL, 2015).

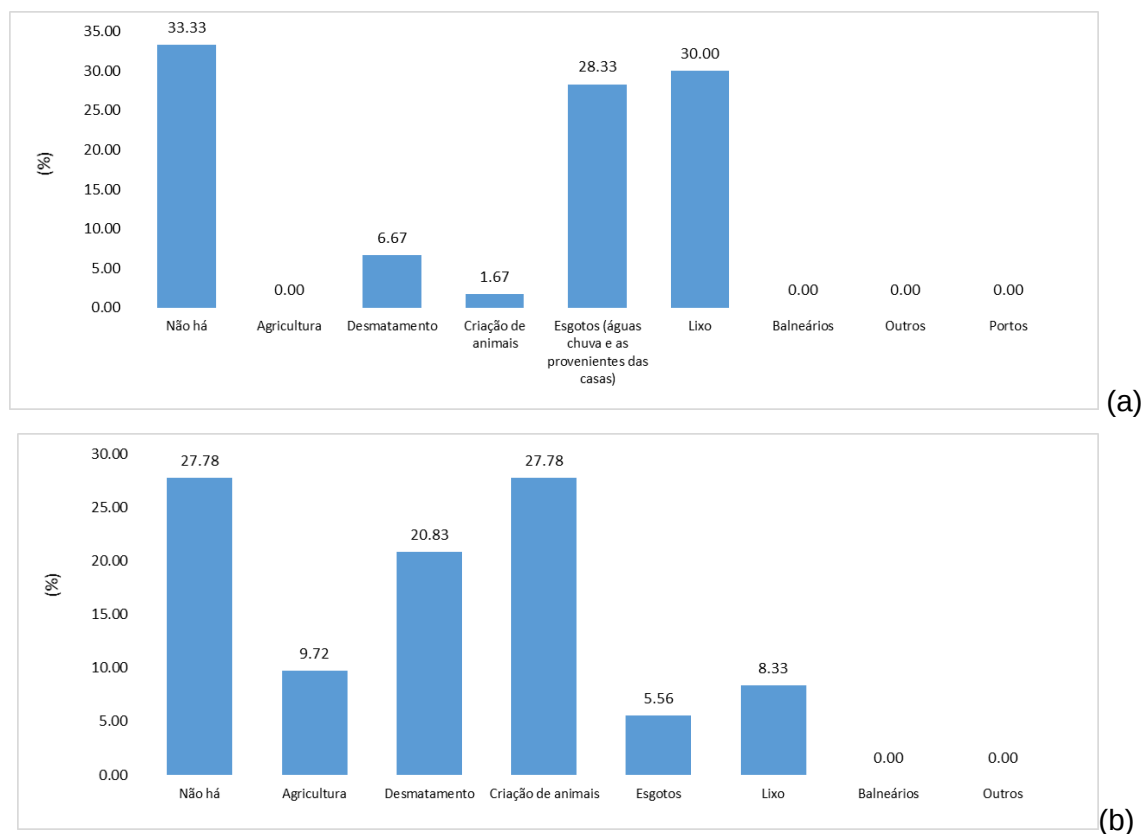
7.1.5 Principais possíveis geradores de conflitos pelo uso da água

A pesquisa de percepção observou que, para o universo adotado, domina a ideia que a principal causa da poluição hídrica está no lançamento de resíduos e no esgoto (Figura 14a). Já no referente as nascentes predomina a associação com o desmatamento e as atividades e a criação de animais (Figura 14b).

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.

Figura 14. Percepção sobre: (a) Causas da poluição hídrica; (b) Fatores que interferem na qualidade das nascentes.



Fonte: Autor

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.

Outro fator indicado é a acomodação a frequência irregular do serviço de abastecimento nas comunidades, que utilizam alternadamente a água de poço e fornecida pela rede pública. Fator este que poderia ter a contribuição do processo de

captação da água da chuva para uso doméstico não potável, fatos estes comprovados pelos números apresentados pelo Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS.

Tabela 5. Base do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, ano 2010.

Código do Município	150746
Município: São João da Ponta	
Ano de Referência	2010
Prestadores: [15074611] Prefeitura Municipal de São João da Ponta - PMSJP	
Serviços	Água
IN001_AE - Densidade de economias de água por ligação (econ./lig.)	1
IN009_AE - Índice de hidrometração (percentual)	100
IN010_AE - Índice de micromedicação relativo ao volume disponibilizado (percentual)	87,03
IN014_AE - Consumo micromedido por economia (m³/mês/econ.)	13,1
IN017_AE - Consumo de água faturado por economia (m³/mês/econ.)	17,1
IN020_AE - Extensão da rede de água por ligação (m/lig.)	12,8
IN022_AE - Consumo médio per capita de água (l/hab./dia)	146
IN023_AE - Índice de atendimento urbano de água (percentual)	60,5
IN025_AE - Volume de água disponibilizado por economia (m³/mês/econ.)	15
IN028_AE - Índice de faturamento de água (percentual)	113,68
IN043_AE - Participação das economias residenciais de água no total das economias de água (percentual)	100
IN044_AE - Índice de micromedicação relativo ao consumo (percentual)	98
IN049_AE - Índice de perdas na distribuição (percentual)	11,19
IN050_AE - Índice bruto de perdas lineares (m³/dia/Km)	4,32
IN051_AE - Índice de perdas por ligação (l/dia/lig.)	55,32
IN052_AE - Índice de consumo de água (percentual)	88,81
IN053_AE - Consumo médio de água por economia (m³/mês/econ.)	13,4
IN055_AE - Índice de atendimento total de água (percentual)	35,63

Fonte: SNIS (2010)

Segundo os dados apresentados pelo Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento, o município de São João da Ponta, tem problemas de acesso a água que devem ser atendido pelas autoridades competentes e assim poder minimizar os problemas de abastecimento de água que apresenta a comunidade.

7.2 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 e 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) (MENDES et al., 2012; VELLOSO et al., 2012; VELLOSO; MENDES, 2014).

7.2.1 Perfil da comunidade de Jacarequara

A comunidade Jacarequara apresenta cerca de 20 residências. No momento do levantamento de campo, muitas estavam fechadas por seus proprietários estarem em São João da Ponta a trabalho ou por representarem dupla moradia e estes se encontrarem ausente. Disto, conseguiu-se apenas entrevistar os moradores de 8 residências distribuídas ao longo da comunidade, mas que representavam pessoas atuantes na mesma.

O grupo amostral foi constituído por 75% de pessoas entre 21 e 50 anos; com igualdade de representação entre homens e mulheres; sendo 75% associados a atividades domésticas e rurais; e 50% com um número de moradores que variava de 5 a 10 pessoas.

As residências são predominantemente de alvenaria, com cozinha e banheiro internos, telhado com telha de cerâmica e piso da residência de cerâmica ou cimento.

Na comunidade de Jacarequara seu abastecimento é 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, foram feitas na caixa da água que abastece a comunidade, em uma cacimba e em um poço amazonas. Estas indicaram presença de Coliformes fecais em todos os pontos de coleta. E *E. Coli* na cacimba da comunidade e no poço amazonas.

Do universo avaliado, 75% não realiza tratamento e o reduzido número que executa, o faz com hipoclorito. Eles desconhecem sistemas de aproveitamento de água de chuva, mas 50% já coletaram pelo menos uma vez para uso doméstico, indicando que o principal elemento de percepção é o sabor diferenciado. O mesmo percentual gostaria de poder adotar a água da chuva como alternativa de consumo e estaria

disposto a realizar limpeza no telhado, calhas e reservatório, necessitando porém de orientação para isto, por desconhecer os procedimentos.

7.2.2 Avaliação do perfil de telhados para a captação da água da chuva

No levantamento de campo, utilizando GPS e as imagens do Google Earth, foram identificados tipos de residência que representassem o universo amostral da comunidade, para caracterização dos telhados (Figura 15).

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.

Figura 15. Localização das residências amostradas.



Tabela 6. Localização e medida dos telhados.

Pontos	Latitude (N/S)			Longitude (E/W)			Comprimento (m)	Largura (m)	Área (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: Autor

O erro médio foi de 1,0013% entre a área estimada em *loco* e a partir da 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 se este pode suprir a demanda a ser atendida.

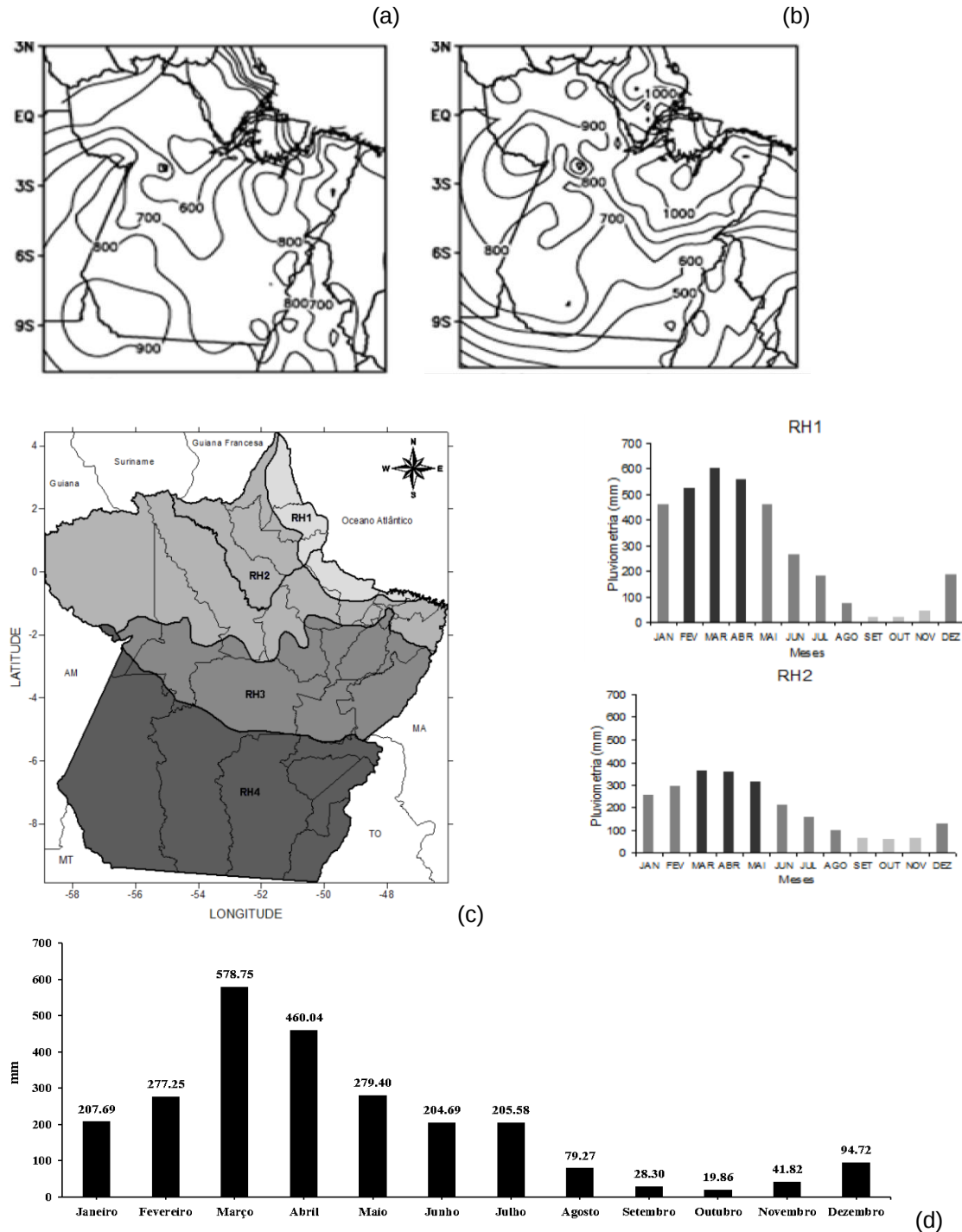
7.2.3 Avaliação da precipitação pluviométrica

Segundo a classificação de Köppen é do tipo *Am* e *Af*, caracterizado por apresentar-se 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, com 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). (Figura 16).

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.

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 20 anos, 1995 a 2015). (Figura 17)

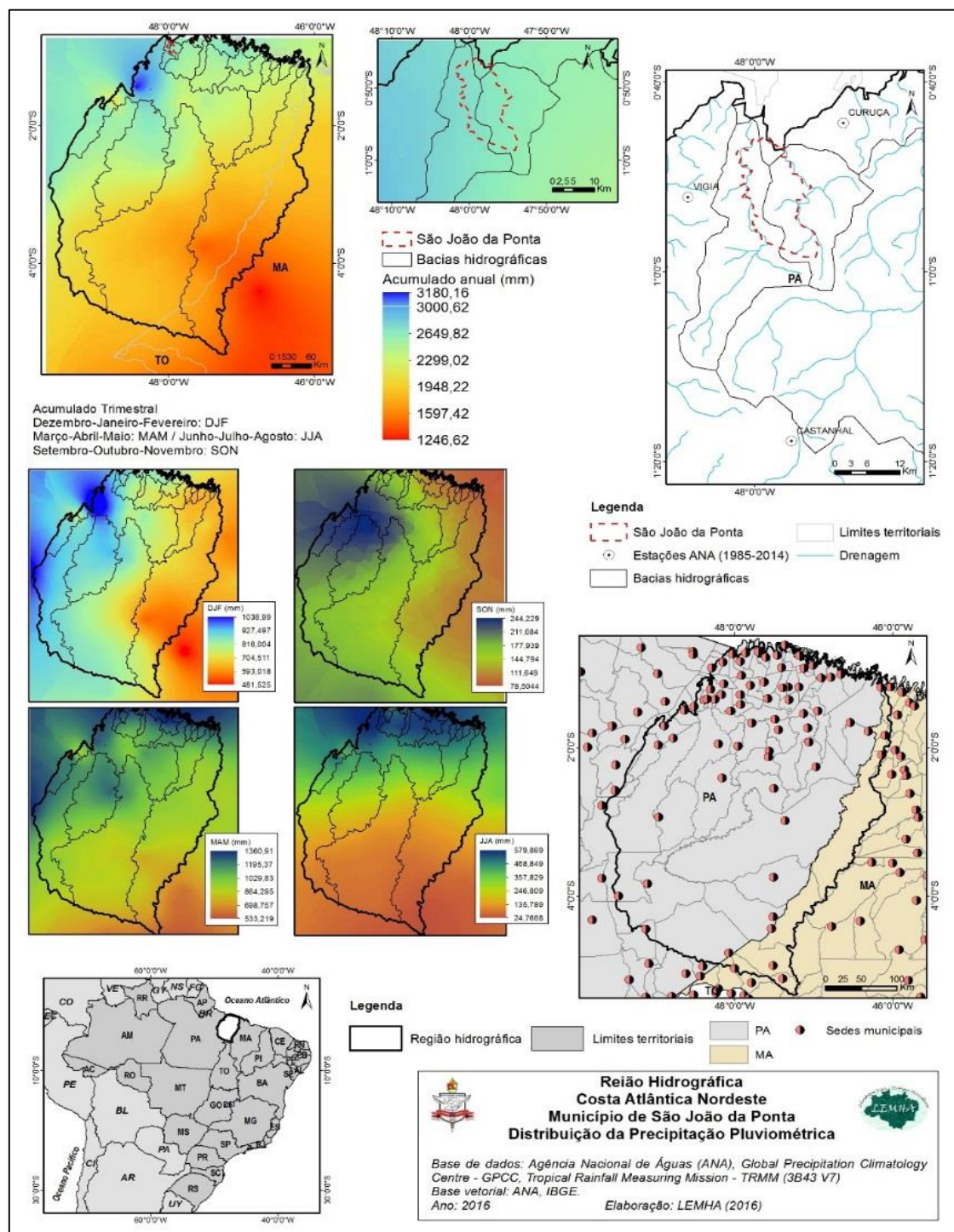
Figura 16. Precipitação (mm) climatológica sazonal observada: (a) Dezembro-Janeiro-Fevereiro, DJF; (b) Março-Abril-Maio, MAM; (c) Espacialização das regiões homogêneas e histogramas da distribuição temporal da chuva por regiões homogêneas. (d) Estações adotadas de referência para estimativa da chuva no município de São João da Ponta.



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

Fonte: (a), (b), (c) Souza et al. (2009); Amanajás e Braga (2012). (d) Autor.

Figura 17. Distribuição regional da precipitação pluviométrica.



Com trimestre mais chuvoso de março a maio; e menos chuvoso de setembro a novembro (Figura 16d). Quando necessário, segundo os dimensionamentos usados nos diferentes métodos, esses dados foram usados no formato de médias mensais ou acumulados anuais.

7.2.4 Estimativa da demanda hídrica

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.

Foi adotado como referência o valor de demanda por água de 7,23 m³/mês. 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. Os levantamentos de campo indicaram como dimensões de telhados mais comuns (m²): 40,12; 52,27; 70,17; 78,83; 115,60; e 133,40.

7.2.5 Método de Rippl ou método das massas

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*, expressos na Tabela 5.

Tabela 7. Dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl.

Mês	Chuva Média Mensal (mm)	Demanda Mensal (m ³)	Área de Captação (m ²)	Coefficiente Runoff	Vol. de chuva mensal	Diferença dos vol. (m ³)	Diferença acumulada (m ³)	bs.
Janeiro	207,69	7,23	78,83	0,8	13,10	-5,87		E
Fevereiro	277,25	7,23	78,83	0,8	17,48	-10,25		E
Março	578,75	7,23	78,83	0,8	36,50	-29,27		E
Abril	460,04	7,23	78,83	0,8	29,01	-21,78		E
Mai	279,40	7,23	78,83	0,8	17,62	-10,39		E
Junho	204,69	7,23	78,83	0,8	12,91	-5,68		E
Julho	205,58	7,23	78,83	0,8	12,96	-5,73		E
Agosto	79,27	7,23	78,83	0,8	5,00	2,23	2,23	D
Setembro	28,30	7,23	78,83	0,8	1,78	5,45	7,68	D
Outubro	19,86	7,23	78,83	0,8	1,25	5,98	13,65	D
Novembro	41,82	7,23	78,83	0,8	2,64	4,59	18,25	D
Dezembro	94,72	7,23	78,83	0,8	5,97	1,26	19,50	D
Total	2477,36	86,76			156,23			

Fonte: Autor

- E: água escoando pelo extravasor.
- D: nível de água baixando.
- Vol. de chuva mensal - nesta coluna estão os 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 vol. - nesta coluna estão as 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 - 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). Começa-se com a soma pelos valores positivos, prosseguindo-se até a diferença se anule, desprezando-se todos os valores negativos seguintes, recomeçando-se a soma quando aparecer o primeiro valor positivo.

O total do volume 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). O volume estimado de chuva dá para abastecer a comunidade de Jacarequara, sendo o reservatório estimado com um volume mínimo de 19,50 m³.

7.2.6 Método Prático Azevedo Neto, Método Prático Alemão, Método Prático Inglês e Método Prático Australiano

O Método Prático Azevedo Neto adotou as seguintes variáveis: P - Precipitação média anual (mm); N - Quantidade de meses de pouca chuva ou seca; A - Área de coleta em projeção (m²); e V - Volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório (L).

O Método Prático Alemão considerou: V - volume aproveitável de água de chuva anual; D - demanda anual da água não potável; e V - volume de água do reservatório. O Método Prático Inglês, trata-se do país simplificado por admitir apenas: P - precipitação média anual; A - área de coleta, em metros quadrados; e V - volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna.

O Método Prático Australiano apresenta um conjunto maior de variáveis, cujo resultado é apresentado na Tabela 6. Indicando que o volume do reservatório de aproveitamento de água de chuva seria de 88,08 m³.

A Tabela 7 traz o resultado comparativo dos métodos associados aos principais valores de telhados observados. A Figura 18 apresenta os diferentes métodos na relação volume x área de coleta. Observa-se que no método de Rippl os volumes dos reservatórios são indiretamente independente da área de coleta.

Tabela 8. Resultado segundo o Método Prático Australiano.

Mês	Chuva Média Mensal (mm)	Demanda Mensal (m³)	Área (m²)	Coefficiente Runoff	Interceptação (mm)	Vol. De chuva	Volume do reservatório
Janeiro	207,69	7,23	78,83	0,8	2	12,97	5,74
Fevereiro	277,25	7,23	78,83	0,8	2	17,36	15,87
Março	578,75	7,23	78,83	0,8	2	36,37	45,01
Abril	460,04	7,23	78,83	0,8	2	28,89	66,67
Mai	279,40	7,23	78,83	0,8	2	17,49	76,93
Junho	204,69	7,23	78,83	0,8	2	12,78	82,48
Julho	205,58	7,23	78,83	0,8	2	12,84	88,09
Agosto	79,27	7,23	78,83	0,8	2	4,87	85,74
Setembro	28,30	7,23	78,83	0,8	2	1,66	80,16
Outubro	19,86	7,23	78,83	0,8	2	1,13	74,06
Novembro	41,82	7,23	78,83	0,8	2	2,51	69,34
Dezembro	94,72	7,23	78,83	0,8	2	5,85	67,96
Total	2477,36	86,76					

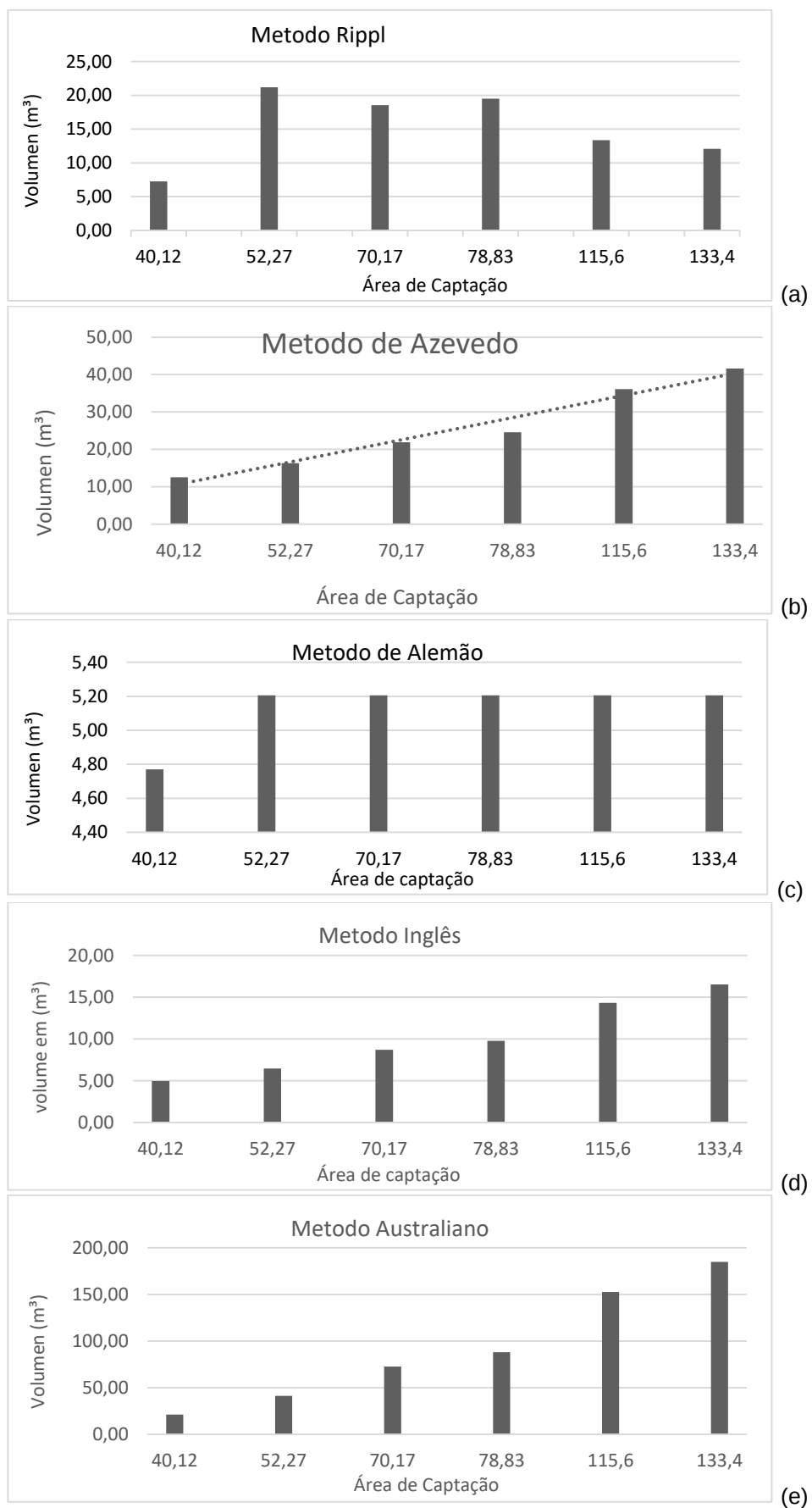
Fonte: Autor

Tabela 9. Capacidade comparativa dos reservatórios dimensionados pelos diferentes métodos.

Método	Capacidade do reservatório (m³)	Área (m²)	Método	Capacidade do reservatório (m³)	Área (m²)
Rippl	7,25	40,12	Rippl	19,50	78,83
Azevedo	12,52		Azevedo	24,61	
Alemão	4,77		Alemão	5,21	
Inglês	4,97		Inglês	9,76	
Australiano	21,40		Australiano	88,09	
Rippl	21,20	52,27	Rippl	13,37	115,60
Azevedo	16,32		Azevedo	36,08	
Alemão	5,21		Alemão	5,21	
Inglês	6,47		Inglês	14,32	
Australiano	41,37		Australiano	152,79	
Rippl	18,55	70,17	Rippl	12,09	133,40
Azevedo	21,90		Azevedo	41,64	
Alemão	5,21		Alemão	5,21	
Inglês	8,69		Inglês	16,52	
Australiano	72,86		Australiano	185,13	

Fonte: Autor

Figura 18. Volumes dimensionados por área de captação pelos diferentes métodos.



Fonte: Autor

O método Azevedo Neto mostra que existe uma relação entre as áreas e do volume do reservatório, ou seja, são diretamente proporcionais entre si, para todos os casos.

O Método Prático Alemão considera apenas os valores de água pluvial anual ou a da demanda anual de água pluvial, desconsiderando a área de captação. Deste modo, o volume do reservatório será o menor resultado entre 6% do volume anual de consumo ou 6 % do volume de precipitação. Por se tratar de uma metodologia empírica, o mesmo não se preocupa com a eficiência do sistema. Só em uma evento (área= 40,12 m³) a demanda foi maior que a precipitação anual. Portanto, não houve muitas variação do dimensionamento do reservatório.

O Método Prático Inglês é um dos mais simples a ser aplicado, sendo necessários apenas os valores de precipitação anual e da área de captação. Observou-se que quanto maior for a área maior será o volume do reservatório, desconsiderando a demanda da residência.

O Método Prático Australiano utiliza uma análise entre a chuva total do mês, com a demanda também mensal, para resultar o volume do reservatório. Este método foi que resultou nos maiores volumes para o reservatório.

A Tabela 8 resume os resultados obtidos. Observa-se que os métodos mais restritivos foram o Alemão e o Inglês; e os que mais superestimam foram Australiano, Azevedo Neto e Rippl.

Tabela 10. Capacidades dos reservatórios dimensionados pelos diferentes métodos para a comunidade Jacarequara em São João da Ponta.

Método/Área (m²)	Volume captado (m³)					
	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
Alemão	4,77	5,21	5,21	5,21	5,21	5,21
Inglês	4,97	6,47	8,69	9,76	14,32	16,52
Australiano	21,40	41,37	72,86	88,09	152,79	185,13

Fonte: Autor

Considerando o valor de referência de demanda por água de 7,23 m³/mês, observa-se que somente por um dos métodos (Alemão) esta não foi atendida, no geral foi, apenas com a pior situação associada as menores áreas de telhado.

De maneira geral, constatou-se que os diversos métodos de dimensionamento apresentaram grande dispersão nos resultados, esta 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, uma vez que considera a relação $S(t) = D(t) - Q(t)$.

Rupp et al. (2011) constataram que o Rippl superdimensiona os volumes dos reservatórios; o 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. Da mesma forma que o Prático Alemão, onde somente são necessários os valores do volume de água pluvial anual e da demanda anual de água pluvial.

No caso do 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) 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 (COOK; BAKKER, 2012).

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 da de áreas urbanas, um 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 (COHIM; KIPERSTOK, 2008).

7.3 Aplicação da análise MULTIPOL

As Figuras 19 a 20 ilustram a sequência de tratamento dos dados. Na definição dos Critérios são elencados os elementos de análise e os pesos adotados (Tabela 11). No elenco de Ações são indicados os atores envolvidos (População Urbana, População Rural e a RESEX) que serão alvos das Políticas. Estas são indicadas conforme a sua contribuição para a atual situação, que interfere diretamente para a o problema existente (maior peso – maior contribuição para solução do problema existente). E por fim são indicados os Cenários, onde o mais crítico piora as condições existentes.

A Tabela 11 apresenta os elementos adotados segundo a proposta do método, admitindo a pergunta: *Quais elementos não favorecem a oferta hídrica em qualidade e quantidade e que podem ter reflexos na RESEX e na sede municipal de São João da Ponta?*.

Na Figura 20 são apresentadas as matrizes de correlação, onde foi feito o ajuste em função da configuração do programa. Para a “Análise de Ações x Critérios” a matriz considera um *score* de 0 a 20. Tendo sido admitido os dois extremos em termos de relação: 20 relação direta existente e 0, para fraca ou nula. Na avaliação “Política x Critérios” e “Cenários x Critérios”, a soma dos pesos atribuídos pelas relações deve ser igual a 100; disto, optou-se por uma distribuição ponderada destes nas duas matrizes, de forma a atender a pontuação exigida;

A Figura 21 traz a relação entre atores x políticas/ações; e a Figura 22 os cenários possíveis. Ambos obtidos a partir das relações estabelecidas pelas matrizes.

Figura 19. Fase de entrada dos dados: Critérios, Ações, Políticas e Cenários.

Criterion list

Nº	Short label	Long label	Weight	Description
1	Pop_Rural	Vulnerabilidade socioeconômica - meio rural	5	Interage diretamente com os sistemas hídricos locais (superficiais e subterrâneos). Altera a qualidade das águas em função das práticas agrícolas e de criação de animais. A população rural estimada é de 80,42% (2016).
2	VI_Pobrezia	Vulnerabilidade social	5	76% da população ainda se encontra na faixa de vulnerável à pobreza (2016).
3	Pop_Urbana	Vulnerabilidade socioeconômica - meio urbano	4	É consumidora do serviço de abastecimento de água. Geradora de resíduos. E concentra a atividade de bens e serviços. A população urbana estimada é de 19,58% (2016).
4	CS_Percapt	Consumo médio per capita de água (litros/dia)	4	146 l/habitante - Próximo ao limite médio estabelecido pela SABESP de 150 l/habitante
5	RedePERDAS	Perdas na rede de distribuição de água	4	Índice de perdas por ligação - 55,32 l/dia/lig.
6	RedeCONS	% de consumo de água	4	Índice de consumo de água, cerca de 90%
7	Pd_RuralAg	Consumo de água na agricultura	2	Considerado o volume de água estimado para produção e as características climáticas locais. O principal produto agrícola (mandioca) consome 20kg de água, ou seja 20 m³/ha para a produção. Sendo a média mensal do tr.
8	RedeABSUrb	Atendimento urbano de água no município	3	Índice de atendimento urbano de água (percentual) - 80,5%
9	Pd_RuralPc	Consumo de água na pecuária	2	Considerado o volume de água estimado para produção e as características climáticas locais. A soma do efetivo bovino e gado caprino (maiores quantidades na região) demanda em média 28 m³/dia por animal.
10	RedeABSTot	Atendimento total de água no município	2	Índice de atendimento total de água, cerca de 36%
11	ABS_Chuva	Estimativa de abastecimento da água da chuva	2	Admitindo o valor de referência de demanda por água de 7,23 m³/dia, observa-se que somente por um dos métodos (Alémão) esta não foi atendida, no geral foi, apenas com a pior situação associada as menores áreas de ...

Action list

Nº	Short label	Long label	Description
1	Pop_Urbana	População urbana	A população urbana estimada é de 19,58% (2016).
2	Pop_Rural	População rural	A população rural estimada é de 80,42% (2016).
3	RESEX	Influência da RESEX	Contribuição da RESEX

Policy list

Nº	Short label	Long label	Weight	Description
1	SB	Indicador do saneamento básico	5	Necessidade de saneamento básico na região
2	QA	Monitoramento contínuo da qualidade das águas	5	Necessidade do monitoramento da qualidade das águas
3	GARH	Gestão ambiental e dos recursos hídricos	5	Implementação de um sistema integrado de gestão ambiental
4	EA	Educação Ambiental	4	Desenvolvimento de ações de educação ambiental
5	MUAgr	Manejo agrícola	4	Implementação de práticas de manejo agrícola junto ...

Scenario list

Nº	Short label	Long label	Weight	Description
1	OVERMELHO	VERMELHO	5	Consumo sem controle, ausência de padrão de qualidade da água ofertada, ausência de controle do desperdício e de perdas. Insuficiente atendimento da demanda.
2	AMARELO	AMARELO	3	Consumo irregular, com oferta de água em qualidade precária, falta de controle do desperdício e de perdas. Parcial atendimento da demanda.
3	CAZUL	AZUL	1	Consumo regular, com oferta de água em qualidade adequada, controle do desperdício e de perdas. Amplo atendimento da demanda.

Fonte: Autor

Figura 20. Matrizes de avaliação.

Evaluation of actions with respect to criteria

Actions/Criteria	1 : Pop_Rural	2 : VI_Pobrezia	3 : Pop_Urbana	4 : CS_Percapt	5 : RedePERDAS	6 : RedeCONS	7 : Pd_RuralAg	8 : RedeABSUrb	9 : Pd_RuralPc	10 : RedeABSTot	11 : ABS_Chuva
1 : Pop_Urbana	20	20	0	20	20	20	0	20	0	20	0
2 : Pop_Rural	0	20	20	0	0	0	20	0	20	20	20
3 : RESEX	20	20	0	20	0	0	20	0	20	20	20

The scoring of actions with respect to criteria goes from 0 to 20.

Evaluation of policies related to the criteria

Policies/Criteria	1 : Sum	2 : Pop_Rural	3 : VI_Pobrezia	4 : Pop_Urbana	5 : CS_Percapt	6 : RedePERDAS	7 : RedeCONS	8 : Pd_RuralAg	9 : RedeABSUrb	10 : Pd_RuralPc	11 : RedeABSTot	12 : ABS_Chuva
1 : SB	100	10	0	10	16	16	16	0	16	0	16	0
2 : QA	100	25	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0
3 : GARH	100	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	80
4 : EA	100	0	0	0	0	20	20	20	0	20	0	20
5 : MUAgr	100	25	0	0	0	0	0	25	0	25	0	25

Matrix values correspond to policy evaluation with respect to the criteria. As this concerns the set of criteria weights, the row sum must always equal 100. AS this is a set of criterion weights, row sums must always equal 100.

Evaluation of scenarios related to the criteria

Scenarios/Criteria	1 : Sum	2 : Pop_Rural	3 : VI_Pobrezia	4 : Pop_Urbana	5 : CS_Percapt	6 : RedePERDAS	7 : RedeCONS	8 : Pd_RuralAg	9 : RedeABSUrb	10 : Pd_RuralPc	11 : RedeABSTot	12 : ABS_Chuva
1 : OVERMELHO	100	16	17	16	17	17	17	0	0	0	0	0
2 : AMARELO	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
3 : CAZUL	100	0	0	0	0	0	0	25	0	25	25	25

Matrix values correspond to scenario evaluation with respect to the criteria. As this concerns the set of criteria weights, the row sum must always equal 100.

Fonte: Autor

Tabela 11. Elementos analisados.

Parâmetro	Pesos	
CRITÉRIO		
Vulnerabilidade socioeconômica - meio rural	5	Interage diretamente com os sistemas hídricos locais (superficiais e subterrâneos); influencia na qualidade das águas em função das práticas agrícolas e de criação de animais. Sendo relevante pelo fato da população rural estimada ser de 80,42% do total do município. (Dados ATLAS 2013).
Vulnerabilidade social	5	Marcada por 76% da população ainda se encontrar na faixa de vulnerável à pobreza. (Dados ATLAS 2013).
Vulnerabilidade socioeconômica - meio urbano	4	Maior consumidora do serviço de abastecimento de água público. É potencialmente geradora de resíduos. E concentra a atividade de bens e serviços. A população urbana estimada para o município é de 19,58%. (Dados ATLAS 2013).
Consumo médio per capita de água (l/hab/dia)	4	146 l/hab/dia, próximo ao limite médio estabelecido pela SABESP (2012) de 150 l/hab/dia. (SNIS 2010)
Perdas na rede de distribuição de água	4	O índice de perdas por ligação é de 55,32 l/dia/lig. (SNIS 2010).
% de consumo de água	4	O índice de consumo de água é de cerca de 90%. (SNIS 2010).
Atendimento urbano de água no município	3	O índice de atendimento urbano de água é de 60,5%. (SNIS 2010).
Consumo de água na agricultura	2	O principal produto agrícola (mandioca) consome 2 l/kg de água, ou seja, 20 m³/ha para a produção. Sendo a média mensal do trimestre menos chuvoso (setembro, outubro, novembro) de 30 mm de chuva. (Dados de campo).
Consumo de água na pecuária	2	A soma do efetivo bovino e galináceo (maiores quantidades na região) demanda em média 28 m³/dia por animal. (Dados de campo).
Atendimento total de água no município	2	O índice de atendimento total de água, cerca de 36%. (SNIS 2010).
Estimativa de abastecimento da água da chuva	2	Estimativa de abastecimento de água da chuva: admitindo o valor de referência de demanda por água de 7,23 m³/mês. (Dados de campo).
POLÍTICAS/AÇÕES		
Políticas de saneamento básico	5	Desenvolvidas no município, mas insuficientes na administração dos problemas existentes.
Ações de monitoramento continuado da qualidade das águas	5	
Políticas de Gestão ambiental e dos recursos hídricos	5	
Ações de educação ambiental	4	Necessárias para atender as demandas do meio rural (população rural - 80,42% do total do município.)
Ações de manejo agrícola	4	

Fonte Autor

Os pesos mais altos foram atribuídos as condicionantes de estado de alerta sobre os recursos hídricos locais. Estas tendem a manter uma situação em que existe disponibilidade hídrica, mas a garantia futura desta pode ser comprometida.

A relação Atores X Políticas/Ações indica que para a RESEX devem ser fortalecidas as políticas de manejo agrícola e educação ambiental, tais ações elevariam o cenário atual para uma condição melhor (AZUL). A manutenção das condições de saneamento e o enfraquecimento da gestão municipal, favorecem a manutenção de um cenário desfavorável (VERMELHO) por implicarem em comprometimento das águas em qualidade e quantidade.

Figura 21. Relação: ATORES x POLÍTICAS/AÇÕES.

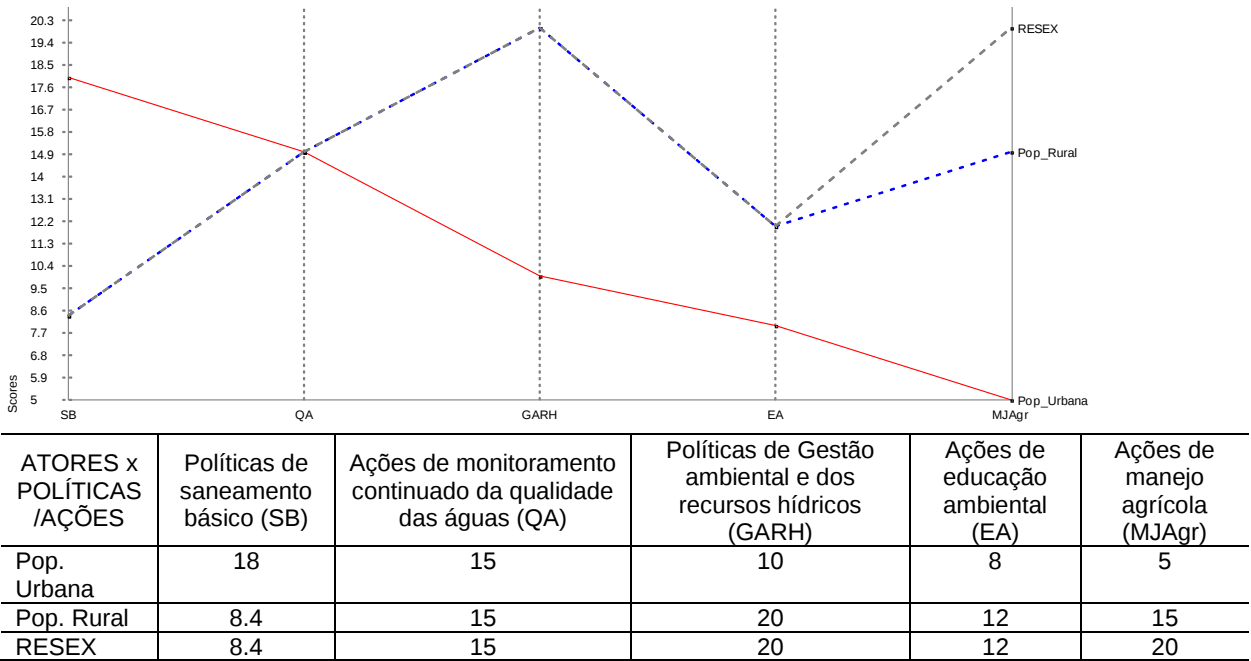
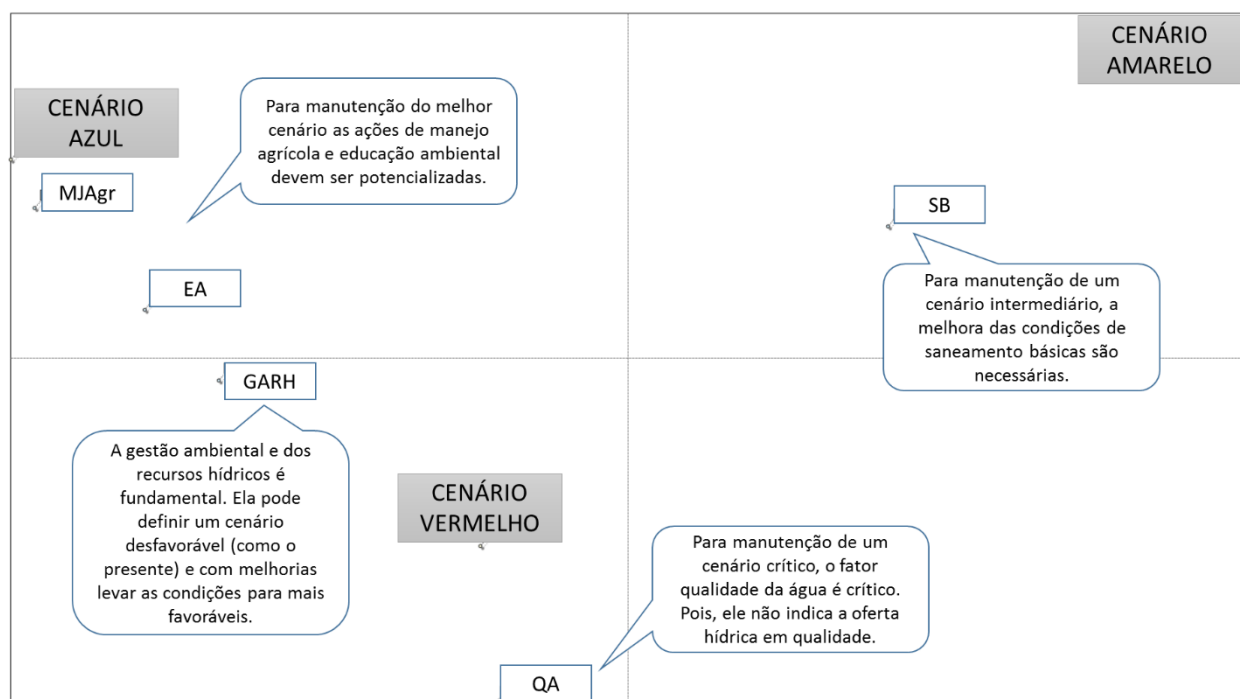


Figura 22. Cenários proposto x políticas/ações: Políticas de saneamento básico (SB); Ações de monitoramento continuado da qualidade das águas (QA); Políticas de Gestão ambiental e dos recursos hídricos (GARH); Ações de educação ambiental (EA); Ações de manejo agrícola (MJAgr).



Fonte: Autor

O resultado da avaliação exemplifica o que ocorre com a maioria das comunidades de povos ribeirinhos da Amazônia, que apresentam baixas condições de saneamento, destacando as grandes desigualdades existentes em termos de acesso aos serviços básicos, como o abastecimento de água tratada nas áreas urbanas e rurais da região; tais argumentos são refletidos pôr a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizada em 2008, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), o qual revelou que a Região Amazônica Brasileira apresenta a maior *déficit* nacional em termos de abastecimento de água.

Veloso e Mendes (2014) afirmam que os ribeirinhos da Amazônia ainda sofrem com a escassez de água apropriada ao consumo humano, seja pela ausência de sistema de água na maior parte de suas comunidades ou pela sazonalidade hídrica da região, agravada principalmente no período de vazante ou seca dos rios.

O aumento da segurança hídrica visa atender o crescimento populacional ou as áreas deficientes de abastecimento com (BAKIR, 2001; COOK; BAKKER, 2012): a redução dos investimentos na captação da água em mananciais cada vez mais distantes das concentrações urbanas; redução dos custos energéticos de transporte e dos custos

de tratamento; e melhor distribuição da carga de água pluvial imposta ao sistema de drenagem.

A garantia da oferta hídrica em qualidade e quantidade no ambiente de uma RESEX fortalece seu compromisso de proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, assegurando o uso sustentável dos recursos naturais da unidade (CALLE et al., 2014). Tendo este trabalho demonstrado que há viabilidade de utilização do potencial da água da chuva, fortalecendo ainda mais a oferta.

A influência da RESEX, se reflete nas principais formas do uso da terra, ligados, sobretudo, as demandas do meio rural (TELES et., al 2014), que no caso do município de São João da Ponta demonstrou ter um papel relevante.

8 CONCLUSÃO

Diante dos resultados, pode-se constatar a existência de uma comunidade exposta a riscos, os fatores identificados como 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; e 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 qualidade da água servida.

Considerando as principais atividades econômicas da região e o índice de pobreza, pode-se notar que existe uma discrepância, já que a produção tanto na agricultura como na pecuária não demonstram uma evolução que justifique a redução do índice de pobreza; uma das possíveis causas pode ser o programa do governo brasileiro chamado “Bolsa Família”, que fornece benefícios econômicos e/ou ingressos adicionais a cidadão.

Enquanto à qualidade da água do sistema de abastecimento da sede Municipal pode-se evidenciar que cerca de 83% das amostras apresentam Coliformes Totais; e 36,8% *Escherichia Cole*. Segundo a informação dos laudos técnicos sede municipal pode-se identificar que das 35 mostras, 94,29% delas concluem como resultado final insatisfatório. De acordo com exigências da Portaria, visando a garantia da qualidade e segurança da água para consumo humano não deve ter presença de *Escherichia coli*. Por todos os problemas relatados, se faz necessária a análise de outros parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.

O sistema de aproveitamento de água pluvial pode ser utilizado na a comunidade de Jacarequara, pertencente a RESEX de São João da Ponta (São João da Ponta/PA) como uma fonte alternativa de água, não devendo substituir o sistema público de abastecimento. Destinando o atendimento das demandas não potáveis de água ao manejo da água das chuvas, minimizando assim os efeitos da falta de água nas residências.

Considerando a distribuição pluviométrica local (estações pluviométricas proximais de Castanhal, Vigia e Curuçá) observa-se que a região apresenta índices pluviométricos que garantem um bom suprimento de água no período chuvoso e menos chuvoso para o abastecimento humano e alguns atividades econômicas da região.

A análise comparativa entre os métodos adotados indicou um comportamento mais restritivo para o método Alemão e o Inglês; com superestimativas para os métodos Australiano, Azevedo Neto e Rippl. Faz-se necessário o teste “*in situ*” para avaliação da melhor forma de cálculo considerando a distribuição das chuvas (mensal ou acumulado anual) e estimativas de demanda.

A pesquisa de percepção observou que, para o universo adotado, domina a ideia que a principal causa da poluição hídrica está no lançamento de resíduos e no esgoto. Já no referente às 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.

Segundo a análise multicritério as políticas/ações de educação ambiental; manejo agrícola e políticas de gestão ambiental e dos recursos hídricos apresentam um consumo regular, com oferta de água em qualidade adequada, controle do desperdício e de perdas, amplo atendimento da demanda, por enquanto as políticas/ações de Saneamento Básico apresentam um consumo irregular, com oferta de água em qualidade precária, falta de controle do desperdício e de perdas. Parcial atendimento da demanda e as ações de monitoramento contínuo da qualidade das águas apresentam um consumo sem controle, ausência de padrão de qualidade da água ofertada, ausência de controle do desperdício e de perdas. Insuficiente atendimento da demanda.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15527**: água de chuva. 2007.
- ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL 2013 – **Perfil do Município de São João da Ponta, PA** – Disponível em: < http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/sao-joao-da-ponta_pa >. Acesso em: 2016.
- 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.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). Superintendência de Conservação de Água e Solo (SAS/ANA). Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP). Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (DMA). Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo (SindusCon-SP). Comitê de Meio Ambiente do SindusConSP (COMASP). **Usos e conservação da água**. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005.
- ARIMA, E.; BARRETO, P.; BRITO, M. **Pecuária na Amazônia: tendências e implicações para a conservação ambiental**. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2005.
- BAKIR, H. Sustainable wastewater management for small communities in the middle east and North Africa. **Journal of Environmental Management**, v. 61, p. 319-28, 2001.
- BAKIR, H. Sustainable wastewater management for small communities in the middle east and North Africa. **Journal of Environmental Management**, v. 61, p. 319-28, 2001.
- 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.
- BERNARDO, L. DI; BRANDÃO, C. C. S.; HELLER, L. **PROSAB** – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Tratamento de Águas de Abastecimento por Filtração em Múltiplas Etapas, Brasília-DF: FINEP, 1999. 114 p.
- BERTONCINI, E. I. Tratamento de efluentes e reúso da água no meio agrícola. **Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária**, p. 152-169, 2008.
- 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. **J. Technol. Manag. Innov.**, v. 9, n. 1, p. 57-69, 2014.
- BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A química dos agrotóxicos. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boas práticas no abastecimento e água:** procedimentos para a minimização de riscos à saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, 2015.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de cloração de água em pequenas comunidades utilizando o clorador simplificado.** Brasília, DF: Fundação Nacional de Saúde –Funasa, 2014.

CALLE, D. A. C.; VIEIRA, G.; NODA, H. Práticas de uso e manejo tradicional de Carapa SPP. (andiroba) na reserva extrativista do rio Jutai, Amazonas, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi.** Ciênc. Hum., v. 9, n. 2, p. 519-540, 2014 .

CELERE, M. S.; OLIVEIRA, A. S.; TREVILATO, T. M. B.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, n. 4, p. 939-947, 2007.

COHIM, E.; KIPERSTOK, A. Racionalização e reuso de água intradomiciliar. In: KIPERSTOK, A. **Prata da casa:** construindo produção limpa na Bahia. Salvador, 2008.

COOK, C.; BAKKER, K. Water security: Debating an emerging paradigm. **Global Environmental Changes**, v. 22, p. 94-102, 2012.

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). Rio de Janeiro. **Cad. Saúde Colet.** 19 (4): 487-9, 2011.

EMBRAPA. Departamento de Tecnologia da Informação. Biblioteca virtual da Embrapa. Disponível em: < [www http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab](http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab) > . Acesso em: 2016

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **FAOSTAT Online Statistical Service.** Available from: <http://faostat.fao.org> (acesso maio 2016). United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), Rome, 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Global forest resources assessment progress towards sustainable forest management.** Forestry Paper 147. Available from: <http://www.fao.org> (acesso maio 2016). United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), Rome, 2005

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, C. C.; SARANDÓN, S. J. ¿Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica?. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 105, La Plata 105 (1) 2002.

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

GODET, M. **A Caixa de ferramentas da prospectiva estratégica.** Lisboa: CEPES, 2001, 97p.

GOMES, M. A.; PEREIRA, M. L. D. Família em situação de vulnerabilidade social: uma questão de políticas públicas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 10, n. 2, p. 357-363, 2005.

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, v. 12, n. 2, p. 307-323, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Atualização dos dados do Censo 2010**. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Disponível em: <www.ibge.gov.br>, Acesso em: agosto 2015.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Unidade de Conservação Marinha**: Resex de São João da Ponta. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Disponível em: www.ICMBio.gov.br, acesso em: junho, 2015.

INSTITUTE FOR WATER, ENVIRONMENT; HEALTH. **Water Security & the Global Water Agenda**. A UN-Water Analytical Brief. Global Water Agend. United Nations University, 2013

JAKOBSSON, U.; HALLBERG, I. R.; WESTERGREN, A. Overall and health related quality of life among the oldest old in pain. **Quality of Life Research**, v. 13, n. 1, p. 125-36, 2004.

JARDIM, I. C. S. F.; Andrade, J.A.; Queiroz, S. C. N.; Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global-Um enfoque às maçãs. **Química Nova**, Vol. 32, No. 4, 996-1012, 2009.

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.

LEAL, S.; LOPES, R.; MENDES, R. Aproveitamento da Água da Chuva na Amazônia : Experiências nas Ilhas de Belém/PA. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 1999, p. 229–242, 2014.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2010.

LIMA, E. B. N. R. **Modelação integrada para gestão da qualidade da água na bacia do rio Cuiabá**. 2001. 184f. Dissertação (Mestrado), COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ.

LIMA, J. A.; DAMBROS, M. V. R.; ANTÔNIO, M. A. P. M.; IRITANI, M. A.; EZAKI, S. **As águas subterrâneas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA, 2012, 104 p.

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.

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.

MARCHAND, G.; LE TOURNEAU, F. M. O desafio de medir a sustentabilidade na Amazônia: os principais indicadores e a sua aplicabilidade ao contexto amazônico. **Revista: Ambiente e sociedade na Amazônia: uma abordagem interdisciplinar**. Rio de Janeiro: Garamond, p. 155-220. 2014.

MARGULIS, S. Causas do desmatamento da Amazônia brasileira. Brasília: **Banco Mundial**, 2003.

MARTINS, M. F.; CÂNDIDO, G. A. Modelo de avaliação do nível de sustentabilidade urbana: proposta para as cidades brasileiras. **Revista: URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 7, n. 3, p. 397-410, 2015.

MAY, S.; PRADO, R.T.A., **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações**. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004.

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.

MENDES, R. L. R. **Indicadores de sustentabilidade do uso doméstico da água**: UFPA, 2005. 191f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido. Belém- PA.

MENDES, R. L. R.; FLORES, R. A.; OLIVEIRA, D. R. C; 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.

MENDEZ, H. S.; BARRAL, J. R. Estudio de sistemas combinados de calentamiento de agua mediante energía solar y biomasa. **Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente**, v. 14, p. 71-78, 2010.

MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 10, p. 99-110, 1994.

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.

MORAGAS, W.M. **Análise dos sistemas ambientais do alto rio claro – sudoeste de Goiás: contribuição ao planejamento e gestão**. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista - Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Rio Claro - SP, 2005.

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.

NASCIMENTO, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Revista Acadêmica: Estudos avançados** 26 (74), 2012.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). **Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo**: Agua para todos, agua para la vida. Paris: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura ONU/WWAP (Naciones Unidas/Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos) y Berghahn Books París, Nueva York y Oxford, 2003, 36p.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE SALUD (OPS) **Guía para el mejoramiento de la calidad del agua a nivel casero**. Lima: Organización Panamericana de la Salud, 2005, 59 p.

PACHECO, L; SANT`ANA, L. **Projeto cisterna**: construção de cisternas e capacitação para a convivência sustentável com o Semi-Árido Brasileiro. Projeto. EMBRAPA Semi-Árido 2006 (Projeto executado pela Embrapa Semi-árida, 2006).

PATERNIANI, J. E. S.; ROSTON. D. M. Tecnologias para tratamento e reuso da água no meio rural. In: HAMADA, E. (Ed.) **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo**: avanços e desafios. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003.

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.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (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.

RED IBEROAMERICANA DE POTABILIZACIÓN Y DEPURACIÓN DEL AGUA (CYTED). **Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales doméstica**. Argentina, 2003.

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.

ROJAS, R. **Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano**. Lima: OPS/CEPIS Agencia Especializada de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS), 2000.

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.

SABESP. **Norma Técnica Sabesp - NTS 181**. São Paulo-SP: SABESP, 2012. 26p.

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.

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, 122-136, 2006.

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.

SOLAR WATER DESINFECTION (SODIS). Disponível em: <http://www.sodis.ch>. Acesso: junho, 2015.

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.

STACCIARINI, I. C. Características das famílias em vulnerabilidade social no Brasil e em Brasília: desmembrando o cenário da pobreza e extrema pobreza. **Comunicação & Mercado/UNIGRAN - Dourados - MS**, vol. 02, n. 05, p. 07-19, 2013.

TELES, G. C.; FRANÇA, C. F. Análise da dinâmica de uso e ocupação da terra no município de São João da Ponta-Pa, entre 1984 e 2004. VII Congresso Brasileiro de Geógrafos. anais do VII CBG- ISBN: 978-85-98539-04-1

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

TUNDISI, T. M.; TUNDISI, J. G. **Limnologia**. São Paulo-SP: Oficina de Textos, 2008, 631p.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. São Paulo: FGV Editora, 2005

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.

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.

VICENTE, P.; FRED, M. W. **La desinfección del agua a nivel casero en zonas urbanas marginales y rurales**. El Salvador: Ministerio de Salud, 1993. 33p.

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.

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.

ANEXOS

**ANEXO A - FORMULÁRIO - (A) ÁGUA PARA ABASTECIMENTO HUMANO E
PROBLEMAS AMBIENTAIS RELACIONADOS AO CONSUMO DE ÁGUA E CONDIÇÕES DE SANEAMENTO.**

A	Perfil do entrevistado									
A1	Idade (anos)	< 20	21-35	36-50	51-65	>66				
A2	Sexo	Feminino	Masculino							
A3	Atividade	Servidor público	Autônomo	Doméstico	Rural	Estudante	Sem ocupação			
A4	Número de moradores na residência	Até 2	3 a 4	5 a 10	> 10					
B	Saneamento									
B1	Origem da água	Rede pública	Particular (poço)	Compra	Carro pipa					
			(Profundidade)	(Quantas vezes)	(Quantas vezes)					
B2	Esgoto	Rede pública	Fossa séptica	Fossa negra						
			(Profundidade)	(Profundidade)						
3	Quantidade de água que consome por dia (pessoa)	Não sabe	< 0,5 L	0,5 a 1 L	de 1 a 2 L	> 2 L				
B4	Quantidade de água que consome por dia (residência)	Não sabe	< 50 L	50 a 100 L	100 - 200 L	> 200 L				
B5	Onde mais consome	Em casa	Fora de casa							
B6	Bebe água	Direto da torneira	Após tratamento	Somente engarrafada (compra)						
			(Tipo de tratamento)							
B7	A água da torneira tem ...	Boa qualidade	Sabor	Odor	Cor	Sedimento				
B8	A água da chuva pode ...	Ser captada para beber	Ser captada somente para usos gerais	Não deve ser usada						
C	Doenças transmitidas pelo consumo de água									
C1	Já teve problemas de saúde pelo consumo de água inadequada	Sim	Não							
C2	Qual o tipo de doença?									
C3	Tiveram crianças afetadas?	Sim	Não							
D	Conflitos									
D1	Causa poluição na água no rio	Não há	Agricultura	Desmatamento	Criação de animais	Esgotos	Lixo	Balneários	Portos	Outros
D2	Causa degradação do rio	Não há	Agricultura	Desmatamento	Criação de animais	Esgotos	Lixo	Balneários	Portos	Outros
D3	Causa degradação das nascentes	Não há	Agricultura	Desmatamento	Criação de animais	Esgotos	Lixo	Balneários	Outros	
D4	Afeta a água dos poços	Não afeta	Agricultura	Criação de animais	Esgotos	Lixo	Fossas	Posto de combustível	Outros	
D5	As atividades da RESEX	Preservam o rio	Alteram o rio							
E	Secas									
E1	Sofrem problemas de secas?	Sim	Não							
E2	Duração da seca (Tempo)	Menos de 3 dias	4-8 dias	2 semanas	1 mês	Mais de 2 meses	Sequia tempo todo			
E3	Em tempo de secas onde pega água	Não tenho	Chuva	Poço	Compra	Carro pipa				

Formulário - (b) Formulário adotado junto ao *SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA*

	Tipo de sistema
Sistema Isolado	
Sistema integrado	
	Continuidade do serviço
Serviço continuado	
Serviço descontínuo	
	Responsável da administração
Comunidade	
Município	
Outros	
	Restrições de Serviços
Em todas as áreas	
Em algumas áreas	
Localidades ou bairros que se abastece com o serviço	
	Tipo de manancial
Superficial	
Subterrâneo	
Nº de pontos de captação	
	Existe Licença de outorga?
Sim Quantos pontos de captação possuem outorga?	
Não	
Vazão de água bruta captada (m³/s) no principal manancial	
	Tempo médio diário de funcionamento do Sistema de Abastecimento de Água (SAA)
(horas/dia)	
	Números de Ligações
Residencial	
Comercial	
Industrial	
Pública	
Total de número de economias atendidas	
	Tratamento da água
Sem tratamento	
Vazão de tratamento (m³/s)	
Desinfecção:	
Cloração	
Ozônio	
Ultravioleta	
Cloreto de sódio	
Outros especificar	
Processo de dessalinização	
Mistura rápida	
Coagulação	
Floculação	
Decantação	
Filtração	
Fluoretação	
Processo de dessalinização	

Formulário - (c) Uso da água e as atividades rurais.

A		Perfil do entrevistado				
A1	Idade (anos)	<20	21-35	36-50	51-65	>66
A2	Sexo	Feminino	Masculino			
A3	Atividade	Agricultura	Pecuária	Outras		
A4	Uso da terra	Uni uso	Multiuso delimitado	Multiuso sobreposto		
A5	Qual é o tamanho da sua propriedade (há)	<1	1,1-4,9	5,0-10,0	>10	
B		Perdas				
B1	Já teve prejuízo em seus cultivos anuais e hortaliças por causa de:	Secas severas	Excesso de chuva	Tempestades	Outros	
AGRICULTURA						
Você pratica algum dos seguintes sistemas de manejo para seus cultivos?						
C1	Aplica calagem? (Eliminar a acidez do solo e fornecer suprimento de cálcio e magnésio para as plantas. O cálcio estimula o crescimento das raízes e, portanto, com a calagem ocorre o aumento do sistema radicular e uma maior exploração da água e dos nutrientes do solo, auxiliando a planta na tolerância à seca.)	Não				
		Sim				
			Por conta própria			
			Orientação Profissional	não		
C3	Usa adubo?	Não				
		Sim				
			Por conta própria			
			Orientação Profissional	não		
C3	Usa adubo químico?	Não				
		Sim				
			Por conta própria			
			Orientação Profissional	não		
C4	Utiliza rotação de culturas?	Não				
		Sim				
			Por conta própria			
			Orientação Profissional	não		
C5	Há sistema de consorciamento de cultivos?	Não				
		Sim				
			Por conta própria			
			Orientação Profissional	não		
C6	Faz análise da fertilidade do solo?	Não				
		Sim				
			Por conta própria			
			Orientação Profissional	não		
C7	Tem sistema de irrigação para seus cultivos?	Não				
		Sim				
			Manual			
			Automático			
C8	Aplica defensivos agrícolas (agrotóxicos)	Não				
		Sim				
			Por conta própria			
			Orientação Profissional	não		
D1	Utiliza pluviômetro para controlar a irrigação dos cultivos?	não				
		sim				
D2	A disponibilidade de água captada	rio				
		igarapé				
		poço				
		chuva				
D3	Existe alguma prática de manejo dos cultivos que você tem interesse em adotar?	não				
		sim				
		Caso sim, qual é a prática?				
D4	Você utiliza					
		Adubo químico para quais cultivos?				
		Herbicida para quais cultivos?				
		Inseticida para quais cultivos?				

	Formicida para quais cultivos?				
PECUÁRIA					
E1	Quantidade de Animal				
	Cavalo				
	Bovino				
	Búfalo				
	Ovinos				
	Caprinos				
	Porco				
	Galinha				
	Peru				
	Pato				
	Outros				
E2	Como você consegue a água para seus animais				
	Do rio				
	Igarapé				
	Poço		Profundidade		
	Chuva				
	Outras				
E3	A disponibilidade de água capturada tem sido um problema para a criação de seu rebanho?	não			
		sim			
E4	A disponibilidade de água tem sido um problema para a manutenção de seu pasto?	não			
		sim			
SILVICULTURA - ÁGUA					
E5	A disponibilidade de água tem sido um problema para suas culturas?	não			
		sim			
		Caso sim, porquê?			
E6	Você percebeu alguma mudança (aumento ou redução) da disponibilidade de água em uma dada área, depois que plantações florestais foram nela estabelecidas?	não			
		sim			
		Explique			

ANEXO B - FORMULÁRIO ESPECÍFICO DESENVOLVIDO PELO GRUPO DE PESQUISAS APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NA AMAZÔNIA (GPAC)

DIAGNOSTICO SOCIOECONÔMICO NA COMUNIDADE					
DATA ____/____/2015		N° do processamento N° Formulário N° do/a pesquisador/a Coordenadas GPS: _____			
Comunidade: _____					
P.1. N° de pessoas?	P.2 N° Sexo	P.3 Qual a idade	P.4 Estudou até que série?	P.5 Tempos de moradia?	P.6 Origem?
	1. Masc. M 2. Fem. F		1. Não foi a escola 2. 1° grau (até a 4ª. Série) incompleto 3. 1° grau (de 5ª. A 8ª Série) incompleto 4. 1° Grau completo 5. 2° Grau incompleto 6. 2° Grau completo 7. Superior incompleto 8. Superior completo		

P.7 A água para beber e cozinhar consumida em sua casa vem de onde?

- 1 () direto do rio 4 () é comprada 7 () traz de Belém
 2 () água mineral 5 () vizinho (poço) _____ 8 () outros _____
 3 () poço (na propriedade) 6 () água da chuva

P.8 O (a) Sr. (a) faz algum tratamento com essa água?

- 1 () Sim 2 () Não. **Se NÃO, pular a questão P.9**

P.8.1 Se sim, qual?

- 1 () Ferver 2 () Hipoclorito 3 () Nenhum 4 () SODIS
 5 () Côa 6 () Sulfato de alumínio 7 () NS/NR 8 () Outro

P.9 A qualidade da água usada para beber e cozinhar, o (a) diria que é:

- 1 () Ótima 2 () Boa 3 () Regular (±) 4 () Ruim 5 () Péssima 6 () SR/NS

P.10 O (a) Sr. (a) conhece algum sistema de aproveitamento da água da chuva?

- 1 () Sim 2 () Não. **Se NÃO, pular a questão P.13** 3 () SR/NS

P.10.1 O que o (a) Sr. (a) sabe do sistema?

P.11 PARA QUEM USA CISTERNA/ÁGUA DA CHUVA. Alguma fez faltou água no sistema? Quantas vezes o (a) Sr. (a) por semana apanha água na cisterna /da chuva. **SE NÃO USA, FIZER A QUESTÃO P.12.**

- 1 () Todos os dias 4 () 3 vezes por semanas 7 () outros: _____
 2 () 1 vez por semana 5 () 4 vezes por semanas
 3 () 2 vezes por semanas 6 () 5 vezes por semanas

Observação _____

P.12 O (a) Sr. (a) CONSUMIRIA ÁGUA DA CHUVA PARA BEBER E COZINHAR?

- 1 () Sim. **Se SIM, pular a questão P.14**
 2 () Não. **SE NÃO, pular a questão P. 13**

P.13 Qual aspecto o (a) Sr. (a) não gosta da água chuva?

- 1 () Cor 2 () Sabor 3 () Cheiro 4 () NS/NR

P.14 Alguém de sua família já foi acometido por alguma doença como diarreia, hepatite A (urina escura), dor de barriga, nos últimos 6 meses.

- 1 () Sim. QUAL? _____ 2 () Não. **Se Não, pular a questão P.16**

P.15 Se sim, quantas vezes? ESCREVER: _____

P.16 O (a) Sr. (a) acha que a água que consome pode provocar alguma doença?

- 1 () Sim. 2 () Não. **SE NÃO, pular a questão P. 18** 3 () NS/NR

Se a resposta foi sim. Por quê? _____

P.17 O (a) Sr. (a) acha que alguém da sua casa já ficou doente pela água consome?

- 1 () Sim 2 () Não. 3 () SR/NS

Se sim. Por quê? _____

P.18 Quanto ao acesso à água usada para beber e cozinhar. O (a) Sr. (a) prefere?

- 1 () coletar manualmente água do rio e tratá-la 2 () contar com um sistema de água da chuva 3 () retirar água com bomba e tratá-la 4 () comprar água 5 () NS/NR 6 () Outro

P.19 O (a) Sr. (a) teria interesse em possuir um sistema para usar água da chuva em sua casa?

- 1 () Sim 2 () Não. **Se Não pular para P.24** 3 () SR/NS

Se **Não**, por quê? _____

P.20 Caso você tenha um sistema de aproveitamento da água da chuva, você teria disposição de realizar limpeza no telhado, calhas e reservatório??

- 1 () Sim 2 () Não. **Se Não pular para P.24** 3 () SR/NS

P.21 Em caso afirmativo quantas vezes por ano?

- 1 () menos de 3 vezes 4 () 6 vezes
 2 () 3 vezes 5 () 12 vezes
 3 () 4 vezes 6 () outros. Quantas? _____

P.21 O (a) Sr. (a) sabe como fazer esta limpeza?

- 1 () Sim 2 () Não 3 () SR/NS

P.22 O (a) Sr. (a) teria interesse mesmo que tivesse que dividir o sistema com outras famílias?

1() Sim 2() Não 3() SR/NS

Se **NÃO**, por quê?

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ LEVANTAMENTO FÍSICO DE EDIFICAÇÕES	
LOCAL: _____ COORDENADAS: _____ MUNICÍPIO: _____ Data ____/____/2015. Dia da semana ____ Nome pesquisador/a: _____	Nº do processamento Nº Formulário Nº do/a pesquisador/a Coordenadas GPS: _____
REGISTRO FOTOGRÁFICO: () SIM NÃO()	

OBSERVAÇÃO

P1. Número de pessoas no imóvel- **Perguntar**

1.() Adultos 2.() Crianças. Total: _____ pessoas

P2. Área alargada- **Perguntar e Observar**

1.() Sim 2.() Não. Altura do nível máximo que chegou em relação ao solo? _____ metros

P3. Material de construção da edificação- **Observar**

1.() Alvenaria 2.() Madeira 3.() Barro 4() Misto. Qual? _____

5() Outro: _____

P4. Possui cozinha- **Perguntar e Observar**

1.() Sim 2.() Não. Se Sim. () Interna () externa. Qual a distância do imóvel _____ metros

P5. Possui Banheiro - **Perguntar e Observar**

1.() Sim 2.() Não. Se Sim. () Interna () externa. Qual a distância do imóvel _____ metros

P6. Material que foi construído o telhado- **Observar**

1() Telha cerâmica 2() Telha de fibrocimento 3() Palha

4() Cavaco (pedaços de madeira) 5() Outros: _____

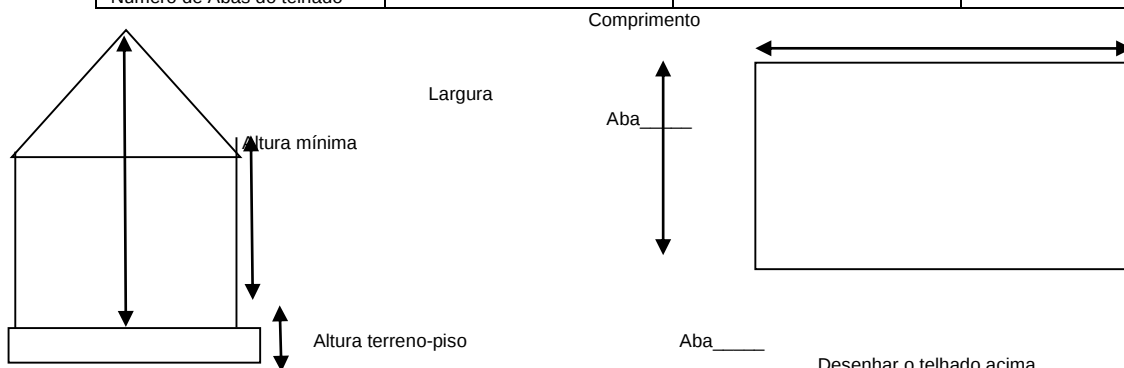
P7. Tipo de piso da casa- **Observar**

1() Cerâmica (lajota) 2() Madeira 3() Cimento

4() Terra batida 5() misto: _____

P8. Medidas da Edificação e do terreno- **Observar**

	COMPRIIMENTO	LARGURA	ÁREA (cálculo)
Telhado			
Terreno			
Profundidade dos esteios no terreno do imóvel			
Número de Abas do telhado			



Conforme observação in loco "

Croquis: indicar posição aproximada da edificação no terreno, entrada e saída, bem como as características do entorno (arvore de grande porte, proximidade e posição de outras casas, de corpos d' água). Caso precise, use folha avulsa.

ANEXO C- VOLUMES DOS RESERVATÓRIOS

Volume do Reservatório segundo o método de Rippl

Diferença acumulada (m³)										4,61	10,01	13,37	11,84
Diferença entre os vol.	-11,98	-18,41	-46,29	-36,31	-18,61	-11,70	-11,78	-0,10	4,61	5,39	3,36	-1,53	
Vol de Chuva Mensal Q (m³)	19,21	25,64	53,52	42,54	25,84	18,93	19,01	7,33	2,62	1,84	3,87	8,76	
Diferença acumulada									5,64	11,76	16,64	18,55	
Diferença	-4,43	-8,33	-25,26	-18,60	-8,46	-4,26	-4,31	2,78	5,64	6,11	4,88	1,91	
Vol de Chuva Mensal Q (m³)	11,66	15,56	32,49	25,83	15,69	11,49	11,54	4,45	1,59	1,12	2,35	5,32	
Diferença acumulada									6,05	12,46	17,95	21,26	
Diferença	-1,46	-4,36	-16,97	-12,01	-4,45	-1,33	-1,37	3,92	6,05	6,40	5,48	3,27	
Vol. Chuva acumulada	8,69	20,28	44,48	63,72	75,40	83,96	92,56	95,88	97,06	97,89	99,64	103,60	
Vol de Chuva Mensal Q (m³) segundo Rippl	8,69	11,59	24,20	19,24	11,68	8,56	8,60	3,31	1,18	0,83	1,75	3,96	
Diferença acumulada									4,21	9,32	12,09	9,21	
Diferença entre os vol. da demanda -	-14,93	-22,36	-54,53	-41,87	-22,59	-14,61	-14,71	-1,23	4,21	5,11	2,77	-2,88	
Vol de Chuva Mensal Q (m³) segundo Rippl em Área de 133,40 m²	22,16	29,59	61,76	49,10	29,82	21,84	21,94	8,46	3,02	2,12	4,46	10,11	
Diferença acumulada								2,23	7,68	13,65	18,25	19,50	
Diferença entre os vol. da demanda -	-5,87	-10,25	-29,27	-21,78	-10,39	-5,68	-5,73	2,23	5,45	5,98	4,59	1,26	
Vol de Chuva Mensal Q (m³) segundo Rippl em Área de 133,40 m²	13,10	17,48	36,50	29,01	17,62	12,91	12,96	5,00	1,78	1,25	2,64	5,97	
Diferença acumulada	0,56	-1,10	-12,45	-19,99	-21,72	-21,06	-20,43	-15,75	-9,42	-2,83	3,06	7,25	
Diferença entre os vol.	0,56	-1,67	-11,35	-7,54	-1,74	0,66	0,63	4,69	6,32	6,59	5,89	4,19	
Vol de Chuva Mensal Q (m³)	6,67	8,90	18,58	14,77	8,97	6,57	6,60	2,54	0,91	0,64	1,34	3,04	
Coefficiente	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
Demanda Mensal (m³)	7,23	7,23	7,23	7,23	7,23	7,23	7,23	7,23	7,23	7,23	7,23	7,23	
Chuva Mensal (mm)	207,69	277,25	578,75	460,04	279,40	204,69	205,58	79,27	28,30	19,86	41,82	94,72	
Mês	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Sete mbres	Outu mbres	Nove mbres	Deze mbres	

Método do professor Azevedo Neto

Chuva Anual (mm)	Área mínima de Captação (m²)	Meses de pouco chuva	Constante	Volume do reservatório m3
2477,36	40,12	3	0,042	12,52
2477,36	78,83	3	0,042	24,61
2477,36	133,40	3	0,042	41,64
2477,36	52,27	3	0,042	16,32
2477,36	70,17	3	0,042	21,90
2477,36	115,60	3	0,042	36,08

Método Ingles

Chuva Anual (mm)	Área mínima de Captação (m²)	constante	Volume do reservatório m3
2477,36	40,12	0,05	4,97
2477,36	78,83	0,05	9,76
2477,36	133,40	0,05	16,52
2477,36	52,27	0,05	6,47
2477,36	70,17	0,05	8,69
2477,36	115,60	0,05	14,32

Método Australiano

Mês	Chu va Men sal (m m)	De man da Men sal (m³)	Coe fície nte run off	Interc eptaçã o(mm)	Vol. De chuv a Me. Austr alian o.Are a 78,83 m2	Vol ume do rese rvat ório	Vol. De chuv a Me. Austr alian o.Are a 40,12 m2	Vol ume do rese rvat ório	Vol. De chuv a Me. Austr alian o.Are a 133,4 0 m2	Vol ume do rese rvat ório	Vol. De chuv a Me. Austr alian o.Are a 52,27 m2	Vol ume do rese rvat ório	Vol. De chuv a Me. Austr alian o.Are a 70,17 m2	Vol ume do rese rvat ório	Vol. De chuv a Me. Austr alian o.Are a 155,6 0 m2	Vol ume do rese rvat ório
Jan eiro	207, 69	7,23	0,8	2	12,97	5,74	6,60	- 0,63	21,95	14,7 2	8,60	1,37	11,55	4,32	19,02	11,7 9
Fev erei ro	277, 25	7,23	0,8	2	17,36	15,8 7	8,83	0,98	29,38	36,8 7	11,51	5,65	15,45	12,5 4	25,46	30,0 2
Mar ço	578, 75	7,23	0,8	2	36,37	45,0 1	18,51	12,2 6	61,55	91,1 9	24,12	22,5 4	32,38	37,6 9	53,34	76,1 2
Abri l	460, 04	7,23	0,8	2	28,89	66,6 7	14,70	19,7 3	48,88	132, 84	19,15	34,4 7	25,71	56,1 7	42,36	111, 25
Mai o	279, 40	7,23	0,8	2	17,49	76,9 3	8,90	21,4 0	29,60	155, 21	11,60	38,8 4	15,57	64,5 1	25,65	129, 68
Jun ho	204, 69	7,23	0,8	2	12,78	82,4 8	6,51	20,6 8	21,63	169, 61	8,48	40,0 8	11,38	68,6 6	18,75	141, 19
Julh o	205, 58	7,23	0,8	2	12,84	88,0 9	6,53	19,9 8	21,73	184, 11	8,51	41,3 7	11,43	72,8 6	18,83	152, 79
Ago sto	79,2 7	7,23	0,8	2	4,87	85,7 4	2,48	15,2 3	8,25	185, 13	3,23	37,3 7	4,34	69,9 7	7,15	152, 71
Set emb ro	28,3 0	7,23	0,8	2	1,66	80,1 6	0,84	8,85	2,81	180, 70	1,10	31,2 4	1,48	64,2 2	2,43	147, 91
Out ubr o	19,8 6	7,23	0,8	2	1,13	74,0 6	0,57	2,19	1,91	175, 38	0,75	24,7 5	1,00	57,9 9	1,65	142, 33
Nov emb ro	41,8 2	7,23	0,8	2	2,51	69,3 4	1,28	- 3,76	4,25	172, 40	1,66	19,1 9	2,24	52,9 9	3,68	138, 78
Dez emb ro	94,7 2	7,23	0,8	2	5,85	67,9 6	2,98	- 8,02	9,89	175, 06	3,88	15,8 4	5,21	50,9 7	8,57	140, 13