



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Presidente Prudente-SP

LUÍS CLAUDIO LOPES ANDRADE

**ABORDAGEM DE MONITORAMENTO HIDROLÓGICO PARTICIPATIVO
NAS UGRHIs 20 E 21 EM PEQUENOS NÚCLEOS RURAIS NO MUNICÍPIO
DE PARAPUÃ SP**

Presidente Prudente/SP
2023

LUÍS CLAUDIO LOPES ANDRADE

**ABORDAGEM DE MONITORAMENTO HIDROLÓGICO PARTICIPATIVO
NAS UGRHIs 20 E 21 EM PEQUENOS NÚCLEOS RURAIS NO MUNICÍPIO
DE PARAPUÃ SP**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional em Geografia. Área de concentração: Recursos Hídricos e Meio Ambiente, da Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Presidente Prudente como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Lilla
Manziona

Presidente Prudente/SP
2023

A553a	Andrade, Luís Claudio Lopes Abordagem de monitoramento hidrológico participativo nas UGRHIs 20 e 21 em pequenos núcleos rurais no município de Parapuã SP / Luís Claudio Lopes Andrade. -- Presidente Prudente, 2023 71 p. : tabs., fotos, mapas Dissertação (Mestrado profissional - Geografia Profissional) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente Orientador: Rodrigo Lilla Manzione 1. Monitoramento. 2. Precipitação. 3. Escassez hídrica. 4. Mudanças climáticas. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ABORDAGEM DE MONITORAMENTO HIDROLÓGICO PARTICIPATIVO EM PEQUENOS NÚCLEOS RURAIS NO MUNICÍPIO DE PARAPUÃ SP

AUTOR: LUÍS CLÁUDIO LOPES ANDRADE

ORIENTADOR: RODRIGO LILLA MANZIONE

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências, área: Recursos Hídricos e Meio Ambiente pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. RODRIGO LILLA MANZIONE (Participação Virtual)
Departamento de Geografia e Planejamento / Faculdade de Ciências, Tecnologia e Educação (Câmpus de Ourinhos) - UNESP

Prof. Dr. EDSON LUÍS PIROLI (Participação Virtual)
Conselho de Curso de Geografia / Unesp/FCTE - Câmpus de Ourinhos

Prof. Dr. DIOGO LAÉRCIO GONÇALVES (Participação Virtual)
Departamento de Geografia e Planejamento / Câmpus de Ourinhos

Presidente Prudente, 19 de junho de 2023

Assinado de forma
digital por Rodrigo Lilla
Manzione:2671277083
1
Dados: 2023.09.01
15:32:58 -03'00'

AGRADECIMENTOS

É momento de agradecer as pessoas fundamentais para a finalização desta pesquisa. O incentivo, o apoio, a dedicação, a compreensão, mas acima de tudo, do caminhar lado a lado em um período com tantas incertezas e tristezas, com o surgimento de uma nova pandemia mundial. Agradeço as pessoas que não tive a oportunidade de conhecer pessoalmente, meus parceiros de estudo, que estiveram unidos na superação dos obstáculos desse novo momento, que para muitos parecia improvável. Ao meu Deus, por me indicar o caminho da persistência para a superação dos momentos difíceis dessa trajetória. A minha família, Janetti, minha esposa, minhas filhas Nathalia e Nathane, pelo apoio incondicional em todos os momentos marcantes desta trajetória. Aos meus pais, Claudio (In memória), e Neusa, pelo carinho eterno. Aos meus irmãos, Claudinei e Ronaldo pela amizade e incentivo, ao meu cunhado Mancuzo, minha irmã Renata e meu genro Luis Fernando, que muito contribuíram para a continuação e término dessa pesquisa. Muito obrigado a todos os docentes do Programa de Pós-Graduação em Geografia, que mesmo à distância fizeram todo possível para transmitir seus conhecimentos, essenciais para a finalização desse trabalho. Aos funcionários pela paciência e atendimento sempre amável. Aos membros da banca da Qualificação, professor Dr. José Tadeu Garcia Tommaselli e Professor Dr. Edson Luis Piroli, com imensurável contribuição para a finalização deste trabalho. E aos membros da banca de apresentação da Dissertação, agradeço pelo aceite do convite deste importante momento, o professor Dr. Diogo Laércio Gonçalves e novamente o professor Dr. Edson Luis Piroli, que certamente enriquecem o trabalho agregando o conhecimento e apontamentos para a finalização desta etapa. Por fim, mas não menos importante, quero agradecer imensamente ao professor Dr. Rodrigo Lilla Manzione, meu orientador, que me acolheu como aluno nesta jornada que se mostrou ainda mais difícil, pelas incertezas ocasionadas pela pandemia vivida. Agradeço pelo auxílio na realização das análises estatísticas finais da pesquisa, e norteammento do trabalho finalizado. A todos minha eterna gratidão.

Resumo

Estudos da água, em um mundo globalizado, pode ser um caminho para a sustentação do setor hídrico em futuro próximo. Ainda mais, considerando o aumento dos problemas contemporâneos, quando acompanhados da relação direta com o meio ambiente e a necessidade de ver a hidrologia como uma ciência interdisciplinar. Com a demanda crescente por água e com os impactos ambientais cada vez mais nocivos à sustentabilidade, a importância econômica dos recursos hídricos está associada ao desenvolvimento de uma região, e o monitoramento da vitalidade do setor é fundamental para o planejamento e gerenciamento das ações na utilização dos recursos disponíveis. Este trabalho, teve como objetivo verificar a viabilidade da utilização de dados de precipitação obtidos por produtores rurais em uma abordagem de monitoramento participativo envolvendo equipamentos de baixo custo como alternativa às observações hidrometeorológicas disponibilizadas por órgãos oficiais na bacia dos Rios Aguapeí e Peixe, no município de Parapuã, SP. Os dados pluviométricos observados entre jan/21 a mar/22 foram coletados em pluviômetros de leitura manual tipo cunha, em pontos distribuídos em propriedades rurais no município e comparados aos dados coletados de forma automática pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), uma estação localizada a 40 km de distância na cidade de Tupã SP. Os dados das áreas de estudo se correlacionaram bem, mostrando uma boa representatividade na observação dos eventos de precipitação. Contudo, os dados possuem uma baixa correlação quando comparados aos dados do INMET, reforçando a necessidade de estratégias locais de monitoramento ou mesmo a instalação de um ponto oficial da rede meteorológica nacional. Assim, resultados do monitoramento participativo podem auxiliar no entendimento dos eventos hidrológicos da bacia hidrográfica dos rios Aguapeí e Peixe em escala municipal, uma vez que são a principal fonte de recarga dos corpos d'água e aquíferos da região. Dessa forma, esse estudo aponta um caminho para o monitoramento hidrológico de forma participativa com uma realidade visível a toda sociedade, envolvendo agentes e atores da gestão das águas.

Palavras chave: Monitoramento. Precipitação. Escassez hídrica. Mudanças climáticas.

Abstract

Water studies, in a globalized world, can be a way to support the water sector in the near future. Even more considering the increase in contemporary problems, when accompanied by a direct relationship with the environment and the need to see hydrology as an interdisciplinary science. With the growing demand for water and environmental impacts increasingly harmful to sustainability, the economic importance of water resources is associated with the development of a region, and monitoring the vitality of the water sector is essential for planning and managing actions in the use of the available resources. This work aimed to verify the feasibility of using precipitation data obtained by rural producers within a participatory monitoring approach involving low-cost equipment as an alternative to hydrometeorological observations made available by official agencies in the Aguapeí and Peixe Rivers, in the municipality of Parapuã, SP - Brazil. The precipitation data observed between Jan/21 and Mar/22 were collected in wedge-type manual reading pluviometers, in points distributed in eight rural properties in the municipality and compared to the data collected automatically by the National Institute of Meteorology (INMET) in a station located 40 km away in the city of Tupã, SP - Brazil. Data from the study areas correlated well, showing a good representativeness in the observation of precipitation events. However, the data have a low correlation when compared to INMET data, reinforcing the need for local monitoring strategies or even the installation of an official station of the national meteorological network. Thus, the results of participatory monitoring can help in understanding the hydrological events of the Aguapeí and Peixe River Basin at a municipal scale, since they are the main source of recharge for water bodies and aquifers in the region. Finally, this study points to a path for hydrological monitoring in a participatory way with a reality visible to society as a whole, involving agents and actors in water management.

Keywords: Monitoring. Precipitation. Water scarcity. Climate change.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área territorial do município de Parapuã/SP nas UGRHIs 20 e 21. ..	27
Figura 2. Projeção da população do portal Seade: 10.407 habitantes. * nº de mulheres para cada 100 homens.	29
Figura 3. Índice de projeção do êxodo rural no município de Parapuã, da população apresentada a partir de 2015.....	30
Figura 4. Distribuição proporcional dos diferentes usos da terra, conforme o tipo de classe existente, em hectare no município de Parapuã/SP.....	32
Figura 5. Destaque dos municípios que fazem parte da UGRHI 20.....	34
Figura 6. Destaque dos municípios que fazem parte da UGRHI 21.....	34
Figura 7. Localização aproximada dos pontos de coleta.....	39
Figura 8. Área de Estudo 01 (AE01), de propriedade do autor, localizada no perímetro urbano.....	40
Figura 9. Área de Estudo 02 (AE02), propriedade de cunho familiar.	41
Figura 10. Área de estudo 03 (AE03), entre as poucas que continuam com a cultura do café.....	42
Figura 11. Área de estudo 04 (AE04), atividade diversificada, um caminho para o sustentável.	42
Figura 12. Área de estudo 05 (AE05), no extremo de Parapuã, limite com o município de Bastos.	43
Figura 13. Área de estudo 06 (AE), grande geradora de emprego e renda no município.....	44
Figura 14. Área de estudo 07 (AE07), localizada na região central do município.	44
Figura 15. Área de estudo 08 (AE08), divisa entre as Bacias dos rios Aguapeí e Peixe.	45
Figura 16. Tabela de anotações distribuída para cada área de estudo.....	46
Figura 17. Modelo de pluviômetro utilizado para coleta manual dos dados de precipitação.	47
Figura 18. Imagens dos pluviômetros instalados em cada propriedade que participou do estudo.	48
Figura 19. Correlação entre todas estações de coleta e INMET.	56
Figura 20. Escassez hídrica contemporânea, tornando córregos perenes em corpos D'água intermitentes, AE01 em abril de 2022.	57

Figura 21. Córrego Alheiro em junho de 2022, na AE01, sem a presença de água, fato que se iniciou em 2021.....	58
Figura 22. Rio do Peixe próximo a AE06 em 4/08/21, em um dos piores volumes dos últimos anos.	59
Figura 23. Córrego Drava, afluente do rio Aguapeí, visão da falta de cobertura ciliar, em 4/08/21.	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Uso da terra (ha), no município de Parapuã/SP	31
Tabela 2. Vazão superficial média e Q7-10 (Vazões mínimas de sete dias consecutivos e período de retorno de dez anos), do rio do Peixe e Aguapeí	35
Tabela 3. Disponibilidade hídrica superficial e subterrânea	36
Tabela 4. Prognósticos de população para o horizonte até 2027	37
Tabela 5. Uso da água demandada por setor em m ³ /s	37
Tabela 6. Vazão outorgada das bacias e sua utilização, ano base 2019	38
Tabela 7. Soma mensal do volume precipitado no período do monitoramento participativo, separados pelas áreas de estudo AE 01 a AE 08, e dados automáticos do INMET – Tupã	49
Tabela 8. Precipitações máximas registradas na série de dados em cada AE e na estação do INMET mais próxima	52
Tabela 9. Estatística descritiva da soma dos dados do período de 15 meses	54
Tabela 10. Correlação dos dados dos pontos de coleta utilizando o coeficiente de correlação de Pearson	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Séries de precipitação coletadas entre jan/21 e mar/22 em cada AE e na estação oficial do INMET mais próxima 50

Gráfico 2. Diferenças precipitadas da AE02 e dados do INMET, que são realizados de forma automática

Error! Bookmark not defined.

Gráfico 3. Representação gráfica mensal das máximas registradas em milímetros em um dia de chuva, durante o período da pesquisa 53

Gráfico 4. Comparação entre dois postos de coleta para melhor visibilidade da diferença dos dados registrados em milímetros 53

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas
CBH AP	Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
LUPA	Levantamento das Unidades de Produção Agropecuária
PMGIRS	Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
SEADE	Sistema Estadual de Análise de Dados
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVO GERAL	12
	2.1 Objetivos específicos	12
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
	3.1 Monitoramento de recursos hídricos	13
	3.2 Monitoramento quantitativo de recursos hídricos	15
	3.3 Monitoramento Participativo	18
	3.4 Inserção do monitoramento de recursos hídricos no setor da água	20
	3.5 Equipamentos de coletas de dados de precipitação	23
	3.6 Estatística e o monitoramento da água	25
4	MATERIAIS E MÉTODOS	27
	4.1 Área de estudo - caracterização do Município de Parapuã/SP	27
	4.2 Caracterização Sócio Econômica de Parapuã/SP	28
	4.3 Caracterização Física de Parapuã/SP	31
	4.4 Proposta de monitoramento participativo da precipitação em Parapuã/SP	39
	4.5 Coleta de dados	45
	4.6 Análise dos dados	48
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
	5.1 Volumes acumulados mensalmente nos pontos de observação	48
	5.2 Valores de Precipitação Máximas Mensais	51
	5.3 Estatística Descritiva	54
	5.4 Correlação entre os dados	55
	5.5 Diagnóstico da área	56
6	CONCLUSÃO	61
	REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

O estudo da água, em um mundo globalizado, é cada vez mais apontado como o caminho para a sustentação das gerações futuras, ainda mais, quando acompanhado da relação direta entre os seres vivos e o meio ambiente. A necessidade de ver a hidrologia como uma ciência interdisciplinar se justifica pelo aumento dos problemas observados nos vários planos de bacias hidrográficas, com demanda crescente por água nos diversos setores da sociedade e com impactos ambientais nocivos à sustentabilidade do setor (TUCCI, 1998).

A importância econômica do recurso hídrico está associada ao desenvolvimento de uma região, e o monitoramento da vitalidade deste campo, é fundamental para o planejamento e gerenciamento das ações da utilização dos recursos disponíveis (LANNA, 2008; HONDA, DURIGAN, 2017). Resultados de estudos antropológicos podem ajudar a entender eventos hidrológicos das bacias, constantemente vulneráveis às transformações da vegetação, da biologia e das propriedades físico-químicas do solo, que contribuem para qualidade e quantidade da água importante à sustentabilidade e preservação ambiental (FREITAS *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2016).

Desse modo, torna-se imprescindível o estudo das componentes do ciclo hidrológico, com monitoramento e análise das variáveis envolvidas na ocorrência dos eventos dos processos das estações hidrometeorológicas que são capazes de maximizar a visão da realidade em espaços geográficos das bacias (SILVA *et al.*, 2016).

Assim, quando há a utilização de dados de terceiros, é comum a observação dos chamados valores censurados, fato observado quando o valor de uma verificação é conhecido apenas parcialmente, quando há a distorção do limite de medição do equipamento, ou ainda, pela imperfeição técnica da medição (HELSEL, 2005). Sendo assim, Wendelberger e Campbell (1994), apontaram métodos para minimizar essa distorção, que dizem respeito à substituição de valores ou tratando-os estatisticamente. Porém, há alguns anos, estudos apontam que o método de substituição apresenta resultados inconsistentes, comparados a outros métodos, principalmente quando os dados analisados possuem poucas observações (CONTAR, DESTRO, LIMA, 2015).

Uma alternativa para minimizar problemas de coleta de dados, pode estar no incentivo à prática de monitoramento participativo, com a utilização de métodos simplificados passíveis de serem empregados por produtores rurais em suas propriedades, no acompanhamento do nível e vazão de poços e rios, além do acompanhamento da precipitação do local, fornecendo uma análise de informações que hipoteticamente podem contribuir para se avaliar o balanço hídrico da bacia hidrográfica de onde os dados serão coletados.

2 OBJETIVO GERAL

Verificar a viabilidade de dados de precipitação obtidos por produtores rurais em uma abordagem de monitoramento participativo envolvendo equipamentos de baixo custo como alternativa às observações hidrometeorológicas disponibilizadas por órgãos oficiais na bacia dos Rios Aguapeí e Peixe, no município de Parapuã/SP.

2.1 Objetivos específicos

- Monitorar a precipitação no município de Parapuã/SP por um período de 15 meses;
- Comparar os dados obtidos aos registrados por repositórios oficiais de dados (INMET);
- Propor um protocolo de monitoramento participativo em âmbito municipal envolvendo proprietários rurais; e
- Discutir como essas ações podem melhorar a gestão de recursos hídricos no âmbito municipal e das UGRHIs 20 e 21.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Monitoramento de recursos hídricos

Há muito tempo a crescente possibilidade da escassez hídrica nos remete à ignorância contemporânea que, cada vez mais, ameaça o desenvolvimento econômico e à estabilidade global dos tempos vindouros (DIAS, 2005).

A preocupação por conflitos pelo uso da água, que poderão dar início a guerras em proporções imprevisíveis, gera estudos que há quase duas décadas apontam que em 2025, 2,7 bilhões de pessoas no planeta, sofrerão por falta d'água (ANA, 2011), o que destaca o tema sobre os recursos hídricos como de mais alta prioridade, com especial atenção também aos aspectos qualiquantitativos da água, princípio do processo decisório no âmbito das bacias hidrográficas.

Esforços para a formação de uma rede de informações disponíveis para divulgar histórico sobre os recursos hídricos, ainda são insuficientes no Brasil, e as pesquisas podem ser um caminho para suprir a existência de dados que são normalmente coletados de forma, que às vezes não contempla a realidade dos diversos setores da sociedade (ANA, 2011).

A gestão das águas deve abranger, basicamente, três dimensões determinantes (MAGALHÃES JUNIOR, 2003):

- o planejamento, com a formulação de princípios, diretrizes, planos de ação, normas e políticas voltadas ao desenvolvimento do setor;
- a operacionalização, com ações de ordenamento, controle e proteção das águas, visando a disponibilidade e qualidade das águas; e
- o monitoramento, com a análise dos dados obtidos, importantes para o acompanhamento e avaliação das demandas em determinada região, com diagnósticos que podem apontar às melhores decisões em face das necessidades de compatibilização de usos e a resolução de conflitos pelo uso da água.

A necessidade em sistematizar dados e assim gerar conhecimento sobre os recursos hídricos em micro regiões, apresenta o monitoramento participativo como uma alternativa possível, com aplicação de critérios simplificados para o aperfeiçoamento da rede de informações, com a adesão voluntária, integrando os aspectos quali e quantitativos, de forma que, as informações geradas possam minimizar os efeitos de crises hídricas no futuro.

O monitoramento da água pode ser útil à compreensão das características químicas, físicas e biológicas, importantes para o desenvolvimento socioeconômico de uma região, além da coleta de dados com o propósito de levantar informações sobre determinada variável ambiental, priorizando a qualidade e quantidade disponível (SANTOS e HERNANDEZ, 2013; ANDRADE; MELLO; BESKOW, 2013).

Apesar das diversas instituições que apresentam dados meteorológicos, ainda há uma deficiência de informações confiáveis, o que pode direcionar a decisões duvidosas, validando a necessidade de pesquisas sobre o monitoramento que permitam a geração de dados mais específicos à determinada região, incrementando bases já existentes (MAGALHÃES JUNIOR, 2003).

Para a efetiva gestão da água será preciso envolver um modelo organizado reunindo os instrumentos de gerenciamento para a obtenção de um modelo ideal, respeitando a cada realidade socioeconômica, priorizando as necessidades humanas e a preservação ambiental, modelos de gestão são elaborados e desaparecem com a evolução das tecnologias globalizadas, que buscam soluções sem focar nas necessidades locais (SANTOS e HERNANDEZ, 2013).

Buscar o equilíbrio e adaptações às necessidades contemporâneas, nos leva a mudanças urgentes nas relações de responsabilidades e conceitos que envolvem o Estado e a Sociedade (LIRA e CÂNDIDO, 2013).

Integrar projetos com foco na restauração e preservação de fatores quali e quantitativos dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas, exige um melhor monitoramento e a utilização de indicadores de simples aplicação e entendimento. Para tanto, as ferramentas que auxiliam a coleta dos dados precisam atender às demandas da realidade local, facilitando a comunicação e transferência de uma ideia, sendo úteis na avaliação e interpretação das bases

analisadas, alcançando um ambiente desejado para o futuro (LIRA e CÂNDIDO, 2013; HARTER, 2015). Neste contexto, para uma boa gestão dos recursos hídricos é necessário um monitoramento permanente realizado com base em indicadores ambientalmente sustentáveis.

Somente dada a importância da água para todos os seres vivos do planeta, justificaria seu monitoramento para o equilíbrio ambiental, além disso, corrobora na evolução das condições positivas dos recursos hídricos de uma região, apontando à direção de ações a serem executadas pelos diversos órgãos do setor (MOMM *et al.*, 2021).

Ainda de acordo com os mesmos autores, um modelo participativo de gestão é benefício ao gerenciamento dos recursos hídricos, pois pode estabelecer indicadores e critérios de análises importantes para a população, utilizando metodologia eficiente no sentido de facilitar a transferência do conhecimento.

Sendo assim, Cintra *et al.* (2020), citam que indicadores de Monitoramento Hidrológico Participativo, poderão ser apresentados como mais uma ferramenta capaz de contribuir para o aperfeiçoamento, operacionalização e desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos, tendo como objetivo primordial a caracterização de informações hidrológicas importantes à produção rural.

Ainda de acordo com Cintra *et al.* (2020), um monitoramento continuado, minimizam-se os efeitos contraditórios causados por extração de informações refutáveis, mantendo-as no mínimo dentro da realidade local.

3.2 Monitoramento quantitativo de recursos hídricos

A proposta ineficiente na utilização dos recursos naturais pelos diversos setores da sociedade, sobretudo dos recursos hídricos, pelo simples fato da ilusão de sua grande disponibilidade, evidência o uso de métodos inadequados com a intenção de melhores produções com resultados negativos na exploração deste recurso, convertendo em perdas socioeconômicas e ambientais, impactando no desenvolvimento e na qualidade de vida de uma região (PEREIRA, BARBIEIRO, QUEVEDO, 2020).

O crescimento populacional, citado em vários estudos, apontam para o aumento dos problemas relacionados a água, maximizando os efeitos danosos em regiões conhecidas por já enfrentar com eventos climáticos extremos (SANTOS, HERNANDEZ, 2013; PEREIRA, BARBIEIRO, QUEVEDO, 2020).

Mesmo com o alto custo para a coleta e registro de dados hidrológicos, a instalação de equipamentos em estações de monitoramento específicas, e o empenho de profissionais e recursos financeiros, se mostram importantes na contribuição e disponibilidade de informações para os vários setores da sociedade, fornecendo número suficiente de parâmetros para um melhor entendimento da dinâmica espaço temporal da umidade relativa da bacia hidrográfica (HARTER, 2015).

Portanto, de acordo com Harter (2015), subsidiar uma maneira de implementar o monitoramento contínuo ajuda a entender possíveis mudanças de longo prazo que podem ocorrer na bacia, como esgotamento hídrico, mudanças climáticas ou uso e ocupação da terra, resultando na não estagnação das séries hidrológicas. Senra e Nascimento (2017) apontam que a falta de compreensão dessas mudanças afeta o planejamento e a operação da infraestrutura hídrica para múltiplos propósitos, dos vários setores dependentes da água, como geração de energia, navegação, irrigação, abastecimento, entre outros. Conforme os mesmos autores, a identificação e coleta de dados são de grande valia para o entendimento das condições quantitativas. A disponibilização desses dados, quando devidamente processados (consistentes), é de grande benefício para a comunidade, proporcionando a oportunidade de estudar detalhadamente as condições nutricionais da bacia hidrográfica e desenvolver planos de ação para a proteção do meio ambiente e desenvolvimento sustentável.

Logo, para a efetiva implantação do monitoramento participativo em dada região, a implantação de novas estações de coleta de dados, assim como a manutenção das estações em operação e a disponibilização de dados, são questões essenciais do ponto de vista do acompanhamento hidrológico para o sucesso do projeto. Nesse sentido, os recursos financeiros fornecidos pelas fontes de financiamento para apoio à pesquisa são fundamentais, assim como a efetividade do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Já há muito tempo, UNEP/WHO (1996), e Harter (2015), apontavam que o monitoramento das

águas são a base para a gestão deste recurso, apoiando a tomada de decisões e avaliando os recursos hídricos para a eficácia dessas providências na proteção, manutenção, melhoria e restauração dos recursos hídricos. Para Tuinhof *et al.* (2004), variações na quantidade e qualidade das águas subterrâneas ocorre lentamente e somente por meio de monitoramento poderá ser detectado, fornecendo informações para controlar os efeitos do uso indiscriminado da água, além de mostrar evidências ou não do carregamento de poluentes em aquíferos.

Nesse contexto, a Comunidade Europeia considera o monitoramento quantitativo garantidor da boa qualidade da água, pois a superexploração dos corpos d'água subterrânea, devido às interconexões, pode ter um impacto na qualidade da água de superfície para sustentar a vida e ecossistemas terrestres adjacentes. Segundo Uil *et al.* (1999), e Monção e Veloso (2021), o monitoramento deve fornecer informações sobre a dinâmica dos aquíferos associados às mudanças sazonais e influências humanas, para a modelagem da integração das atividades de monitoramento de águas subterrâneas e superficiais. Esses autores evidenciam a integração de redes quantitativas e qualitativas para tornar o monitoramento mais funcional, técnico e financeiramente estável, apontando que a inserção é necessária em uma estrutura organizacional quando as atividades de monitoramento são realizadas por diferentes órgãos.

O Brasil possuía as maiores reservas de água doce do planeta, porém, a distribuição desses recursos é bastante irregular. A diferença é mais evidente quando se compara a região Norte, onde as estações chuvosas fornecem mais de 100.000 m³/pessoa/ano de água, com o Nordeste, onde em períodos de situação crítica a disponibilidade de água é inferior a 500 m³/pessoa/ano (Brasil, 2002). Conforme o documento Brasil (2002), no estado de São Paulo, as diferenças também são grandes, com algumas bacias contando com mais de 10.000 m³/habitante/ano, enquanto outras são piores que o semiárido nordestino, com cenários de rios que cortam áreas densamente povoadas e industrializadas com pior qualidade, sendo, situação mais crítica encontrada na região metropolitana de São Paulo, localizada na bacia do Alto Tietê, onde a disponibilidade hídrica é de apenas 200 m³/pessoa/ano.

Para Gibson *et al.* (2005), SINGH *et al.* (2012), e Silva (2018), o monitoramento é o caminho por excelência para o desenvolvimento de estratégias capazes de alcançar a sustentabilidade hídrica, com uma visão sistêmica da tomada de decisões, integrando os resultados para suportar o crescimento populacional aguardado.

De acordo com United Nations Water (2013) e Sugahara, Martins, Jucá, Mariosa (2021), segurança hídrica refere-se ao abastecimento de água para os diferentes propósitos, é a relação à capacidade das pessoas de obter água de qualidade aceitável e em quantidade suficiente para o bem-estar social e desenvolvimento socioeconômico, bem como a proteção dos corpos d'água da poluição, prevenindo desastres naturais e protegendo os ecossistemas, tendo como fundamental o saneamento básico para a segurança hídrica.

3.3 Monitoramento Participativo

A necessidade de mudanças no modelo de gestão da água no Brasil, centralizado por setores energéticos, que prioriza um sistema não participativo, além de conhecidas carências de infraestrutura na integração das informações, são apenas alguns fatores para se alcançar as crises enfrentadas dos últimos tempos (GIATTI *et al.*, 2016; TORRES *et al.*, 2020).

Porém, de acordo com Torres *et al.* (2020), a inconsistência dos volumes de água, qualidade e gestão ineficiente, não pode ser atribuída somente a seus atuais gestores. Na visão do autor, o setor vem se degradando ao longo do tempo, por meio de problemas socioeconômicos e estruturais de modelos de poder político do Brasil.

A sustentabilidade hídrica desejada, pode se iniciar com o incremento do modelo participativo de gestão das águas interdisciplinar, encontrado nos Comitês de Bacias Hidrográficas, que adota ampla discussão em processo de gestão participativa com a sustentação entre os conhecimentos técnicos dos atores envolvidos (MAGALHÃES JÚNIOR, 2003; GIATTI *et al.*, 2016).

As construções de mecanismos organizacionais com o devido apoio governamental, norteia e facilita processos participativos mais democráticos, com objetivos comuns no desenvolvimento de processos e estratégias para a valorização dos gestores locais (GIATTI *et al.*, 2016; TORRES *et al.*, 2020).

Com a promulgação da lei n.º 9.433 de 1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, inicia-se a descentralização da gestão dos recursos hídricos, incentivando uma harmonia entre poder público, municípios e usuários, mas ainda muito lenta, com atuação restrita a bacias e rios de esfera estadual (BRASIL, 1997; FERREIRA *et al.*, 2017).

A importância da interdisciplinaridade de conhecimentos é apresentada para resolução de problemas enfrentados localmente, e que por aspectos de uma visão sistêmica, são apontados como fatores de sucesso na gestão participativa relevante a integração e eficiência de processos de desenvolvimento sustentáveis (TEIXEIRA, AGUDO, TALAMONI, 2015).

Um aspecto a ser considerado é a educação ambiental participativa entre todos os elos da cadeia, a qual constrói o alicerce de apoio ao trabalho de conscientização da urgência na proteção do ambiente, cumprindo papel fundamental ao processo organizacional e de articulação entre os setores envolvidos (TEIXEIRA, AGUDO, TALAMONI, 2015).

Um processo participativo, tem o objetivo de envolver à discussão dos problemas cotidianos, atores diretamente envolvidos com a realidade local, fato que facilita a identificação e, principalmente, a análise de ações a serem desenvolvidas e projetos selecionados para solucionar determinado inconveniente, interpretando de forma mais sucinta eventuais impactos de uma comunidade (TORRES *et al.*, 2020).

Há muito tempo os projetos ambientais adotam três fases para identificar as ações participativas, segundo Bardin (1979), essenciais na organização do processo: pré-análise, exploração do material e interpretação inferencial.

No Brasil, há décadas estudos apontam a necessidade de priorizar temas que envolvam os recursos hídricos em demandas ambientais, sobretudo, no aprofundamento metódico dos aspectos qualiquantitativos das águas, visando o apoio na tomada de decisão, tocante ao monitoramento e controle das bacias hidrográficas, princípio do Programa Nacional do Meio Ambiente (MMA, 2004).

Pode-se dizer que o monitoramento da qualidade da água é o início para se obter informações confiáveis das características físico-químicas e biológicas da água, por meio de amostras representativas e análise estatística, com a intenção de adquirir informações sobre a saúde ambiental de uma determinada região, com a coleta de dados por períodos regulares de tempo, normalmente

relacionados a uma região, de modo a obter informações sobre as águas, esteja este recurso subterrâneo ou superficial (MARTINS *et al.*, 2017).

3.4 Inserção do monitoramento de recursos hídricos no setor da água

O contexto apresentado dos últimos anos, referentes à escassez hídrica e a evidente importância quanto à qualidade e quantidade de água para a vida, vem sendo abordado por diversos setores da sociedade, com a preocupação e proporção devida, pelos efeitos negativos maximizados na produção de alimentos, sobretudo, pela demanda crescente em todo mundo, que para o setor agropecuário a água se torna frequentemente insuficiente para garantir o desenvolvimento adequado do setor (PEREIRA, BARBIEIRO, QUEVEDO, 2020).

Não obstante, os problemas causados na agropecuária, outros setores estão sendo afetados, como os que desenvolvem atividades ligadas ao lazer e ao turismo, que além da quantidade, precisam da qualidade desses recursos hídricos, assim como para o saneamento, que busca tanto a qualidade quanto a quantidade de água para distribuição, sem citar outros setores de grande relevância à economia (ANA, 2011).

Dentre as soluções para minimizar os problemas apontados, está o enquadramento de corpos d'água em classes, importante instrumento de gestão de recursos hídricos, que entre os pontos abordados, estabelece o nível de qualidade do corpo d'água em determinado período, visando garantir que a qualidade da água seja compatível com os usos a que forem oferecidas, bem como minimizar os custos de controle à poluição com ações preventivas e constantes (ANA, 2011).

Assim, o desafio cotidiano e diversificado, regionalizado por aspectos socioeconômicos, devem ser enfrentados e superados por gestores estruturados com objetivos comuns, apresentando por meio de propostas às alternativas viáveis dos conflitos de um setor de tão grande relevância (ANA, 2011; PEREIRA, BARBIEIRO, QUEVEDO, 2020). Para os autores, a representação dos Comitês de bacias, apontando os interesses e necessidades sobre a água em cada região, é imprescindível para as ações de gestão dos recursos hídricos para cada um dos entes.

Neste contexto, o constante monitoramento dos recursos hídricos representa a divulgação de um cenário real, maximizando os resultados de ações integradas, possibilitando uma melhor aplicação dos recursos financeiros, importantes para a solução dos problemas regionais, que interferem na qualidade e quantidade dos recursos hídricos de todo o sistema, hoje globalizado (PEREIRA, BARBIEIRO, QUEVEDO, 2020).

A sustentabilidade no setor hídrico precisa se tornar de fato primordial, com o risco iminente à diminuição da oferta quantitativa e qualitativa da água, com profundo impacto negativo à qualidade de vida da população (JUNIOR; GALO; IVÁNOVÁ, 2018).

Contudo, observa-se que com a previsão do agravamento da crise hídrica por fatores climáticos, a pressão antrópica sobre o sistema traz a necessidade de monitoramento efetivo das condições de quantidade e qualidade da saúde do ambiente. Isso pode ser incrementado com técnicas de baixo custo até mesmo para qualidade da água, com o uso de organismos bioindicadores, uma técnica eficaz e essencial para a ampliação dos pontos de controle da condição ambiental, em especial em regiões com elevado estresse populacional (D'COSTA *et al.*, 2018; REGUERA; COUCEIRO; FERNANDEZ, 2018). Assim, ao decidir como gerenciar melhor os recursos hídricos, é crucial monitorar a qualidade e a quantidade de água. Esses subsídios devem estar disponíveis para diagnóstico e avaliação para a tomada de decisão nos ecossistemas aquáticos, conforme a Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA, 2011), tendo como norte a necessidade de um equilíbrio saudável entre o crescimento populacional e a disponibilidade hídrica, fundamental para estabelecer um programa de monitoramento quali-quantitativos com informação disponível para todos os cidadãos.

O monitoramento pode ser definido como um conjunto de informações físicas, químicas e biológicas sobre o ecossistema em estudo para atender a um ou mais objetivos, assim como um sistema contínuo de observação, medição e avaliação com múltiplos propósitos (PASTICH *et al.* 2016).

Estão entre seus objetivos:

- Encontrar violações dos padrões de qualidade estabelecidos por lei;

- Analisar tendências nas variáveis;
- Avaliar a eficácia dos planos e ações de conservação aplicada em áreas remotas ou em bacias hidrográficas;
- Documentar o impacto das ações propostas;
- Alertar para efeitos adversos imprevistos ou mudanças nas tendências observadas anteriormente;
- Fornecer informações instantâneas quando os indicadores de impacto se aproximam de valores críticos; e
- Fornecer informações que permitam avaliar ações corretivas para modificar ou ajustar a tecnologia utilizada.

Dentre análises do setor, o ciclo nictemeral compreende variações comportamentais dos organismos e variações dos fatores físicosquímicos da água ao período de monitoramento que ocorre em um período de 24 horas, e de acordo com parâmetros exigidos em um plano de monitoramento, a coleta deve ser diária, revelando a realidade de indicadores importantes para determinar a qualidade e quantidade hídrica, ou de outro objetivo do monitoramento (FULAN, DAVANSO, HENRY, 2009; PASTICH *et al.* 2016).

Quando a variação é semanal, o monitoramento é realizado em um determinado dia da semana padronizando as medições, e com os dados coletados, conforme os parâmetros observados, é possível analisar o material e verificar modelos presentes no intervalo de tempo (NAVA, MANZIONE, 2015). Segundo os autores, o monitoramento realizado em determinado período do ano, está relacionado à variação sazonal, podendo haver coleta com base no período das chuvas da região, que no Brasil, possui normalmente características de sazonalidade, com clima definido em épocas do ano e localização geográfica, com diferença de variáveis importantes dependendo das estações do ano, apontando para padrões de variação sazonal.

3.5 Equipamentos de coletas de dados de precipitação

Para Morales e Araújo (2017), o emprego de equipamentos destinados ao monitoramento climático, estão se tornando populares no meio rural, principalmente aqueles com custos monetários mais acessíveis. Os autores salientam que, mesmo sensores eletrônicos, por sua vez, usados devido ao tamanho reduzido, maior resolução temporal, maior precisão e propriedades analíticas que se beneficiam dos avanços tecnológicos, podem sofrer por fontes de erros, que permitem uma distorção do desempenho final do monitoramento em tempo real, sendo a coleta, transmissão e armazenamento de dados alguns destes fatores multivariados. Os pluviômetros são os equipamentos mais utilizados para medir a precipitação, por sua forma mais simples de utilização e de ser de baixo custo, em comparação aos pluviógrafos, que são capazes de registrar a continuidade da pluviosidade, permitindo a análise da relação de tempo, volume e frequência das chuvas (TUCCI, 1998; SANTOS *et al.*, 2021).

Morales e Araújo (2017), apontam para a existência de várias fontes de erro associadas às medições pluviométricas, incluindo obstruções físicas, perdas por evaporação, aderência à parede do tubo de medição, respingos para dentro ou para fora do recipiente de coleta, entre outros. Para os mesmos autores, por mais errados que sejam os dados, os pesquisadores devem ter em mente que cada tipo de precipitação, pode apresentar diferenças significativas devido às características inerentes à sua quantidade, duração e intensidade. Mesmo assim, é possível que façamos alguns dos instrumentos que utilizamos no nosso dia a dia e nas pesquisas a partir de materiais simples e baratos; aparelhos manuais, geralmente experimentais, e se tratando de aparelhos automáticos, deve-se observar se os dados apresentam homogeneidade (MONTEIRO e FARIAS, 2019).

A possibilidade de verificar a homogeneidade entre dispositivos de coleta automática e manual, ou mesmo entre pontos de coleta de dados, podem gerar informações imprecisas com a necessidade da realização de algum ajuste ou correção, pois essas informações podem contribuir para agilizar processos de tomada de decisão relacionados à gestão da água (SILVA *et al.*, 2017), ainda segundo os mesmos autores, pluviômetros de báscula apresentam resultados incertos nas medições realizadas, isso sugerem que o escopo do estudo

executado precisa ser expandido para entender melhor o real desempenho de tais dispositivos.

Souza *et al.* (2013), avaliaram características funcionais e valores de precipitação medidos usando oito pluviômetros alternativos entre 2008 e 2009 em relação aos valores medidos usando o pluviômetro tipo Ville de Paris (padrão). As medições diárias de precipitação foram analisadas levando-se em conta coeficientes de correlação linear, desvios nos intervalos das categorias de precipitação e índices de concordância e confiança. Souza *et al.* (2013), demonstram que o pluviômetro feito de uma garrafa de água mineral PET (polietileno tereftalato), com um funil interno feito de outra garrafa da mesma marca e volume provou ser mais adequado que o padrão.

Além das estações meteorológicas e climatológicas disponíveis para dados de precipitação, o monitoramento do nível dos rios também pode ser importante na previsão de inundações em áreas próximas ao seu leito em um curto período, minimizando assim, os danos causados pelas inundações (CRISTALDO *et al.* 2018).

Já nas regiões semiáridas do Brasil, a dependência de fatores climáticos é mais frequente, caracterizam-se pelo fato de a região ter históricos de secas severas, com precipitação em anos normais ocorrendo em apenas quatro meses, sendo comum a existência de inúmeros dias sem chuva mesmo durante o período chuvoso, que se caracteriza por grandes variações temporais e espaciais do clima (SILVA *et al.*, 2017).

Para medir a precipitação, os pluviômetros são utilizados como instrumentos para medir o volume da água precipitada, onde cada milímetro de chuva coletado corresponde a um litro de água por metro quadrado (SALES, OLIVEIRA e LUGON JUNIOR, 2020). Seja na lavoura ou em aulas práticas, o uso de materiais substitutos e métodos computacionais permite que as principais variáveis envolvidas no balanço hídrico sejam observadas sem comprometer a precisão necessária para medir o fenômeno observado. (SANTOS *et al.* 2021). Mas para que isso aconteça, é preciso conhecer e respeitar limitações de cada equipamento e metodologia utilizada, com materiais acessíveis e de fácil manipulação, reciclando instrumentos e métodos alternativos de baixo custo para medir ou estimar parâmetros climáticos, caracterizados pela superação de dados faltantes ou imprecisos (GONÇALVES; PENNER e MARTINS, 2020).

Portanto, o uso de pluviômetros alternativos de plástico (comerciais), ou feitos de materiais recicláveis para medir a pluviosidade em um determinado local é muito comum devido ao custo de aquisição de um pluviômetro padrão (SALES, OLIVEIRA e LUGON JUNIOR, 2020). O importante é entender essa variável climática que pode ajudar a compreender o comportamento das águas, espacial e temporal em uma região.

3.6 Estatística e o monitoramento da água

Estatística é a ciência projetada para guiar a coleta, organização, descrição, análise e interpretação de dados e seu uso na tomada de decisões. A estatística descritiva corresponde aos procedimentos relacionados à coleta, interpretação, tabulação, análise, interpretação e apresentação dos dados, incluindo técnicas relacionadas à síntese e descrição dos resultados encontrados. O objetivo da estatística descritiva é tornar as coisas mais fáceis de compreender a relação e discutir (SILVA *et al.*, 2022).

Por outro lado, para esses autores, a estatística indutiva ou inferencial começa com um conjunto de informações ou um subconjunto de informações ou amostras, para tirar conclusões sobre a amostragem apresentada, assim, a estatística é uma ótima ferramenta para otimizar redes de monitoramento, reduzindo parâmetros de monitoramento ao mostrar correlações, observar se há a semelhança ou diferenças dos dados obtidos. Assim, a estatística facilita a interpretação dos dados, pois os apresenta de forma mais abrangente por meio de valores, gráficos e tabelas, permitem que os envolvidos no processo de monitoramento entendam melhor os resultados e, assim, interpretem melhor seus resultados, apresentados de várias maneiras por meio de representações, comumente na forma de gráficos, histogramas e tabelas (SILVA *et al.*, 2022).

Pesquisadores envolvidos no monitoramento da qualidade da água e solo necessitam de conhecimento mínimo de termos estatísticos e sua aplicabilidade. Nesse sentido, alguns conceitos estatísticos podem ser aplicados no monitoramento utilizando o conjunto de todos os elementos cujas características queremos conhecer, com informações do ecossistema, para assim atender a um

ou mais objetivos, com observações, mensurações e avaliações para a visualização da realidade local (WALCZUK, CAMPOS e AZEVEDO, 2019).

A rede de monitoramento visa desenvolver ações que aperfeiçoam e ampliem o estudo das características da água, permitindo que toda a população tenha acesso às suas informações, de forma integrada e com dados confiáveis, necessários para criar um programa de monitoramento da qualiquantitativo da água que forneça subsídios para avaliar o estado do manancial estudado e tomar decisões relacionadas à gestão da água (SILVA *et al.*, 2021). De acordo com Silva *et al.* (2021), para entender melhor o funcionamento de uma rede de monitoramento é preciso ressaltar, que se deve estabelecer um ponto de controle da qualidade da água, com a macrolocalização e identificação de grandes regiões, onde a rede de monitoramento deve ser estabelecida e relacionada aos objetivos estabelecidos pelas várias leis relacionadas à qualidade da água.

A descrição e compreensão do clima e seu impacto geográfico tem sido um tema constante de discussão contemporânea, na maioria porque desconhecemos todos os fatores que realmente influenciam a dinâmica da atmosfera terrestre (ARMOND & SANT'ANNA NETO, 2017; SILVA, HIGUCHI e SILVA, 2018). Mas com avanços tecnológicos, que acompanham o setor ambiental, existe uma vasta gama de recursos disponíveis para pesquisas em diversos campos da ciência, incluindo a Climatologia, culminando assim nas modernas estações meteorológicas automáticas de alta precisão, amplamente utilizadas para previsão do tempo (SILVA *et al.*, 2021).

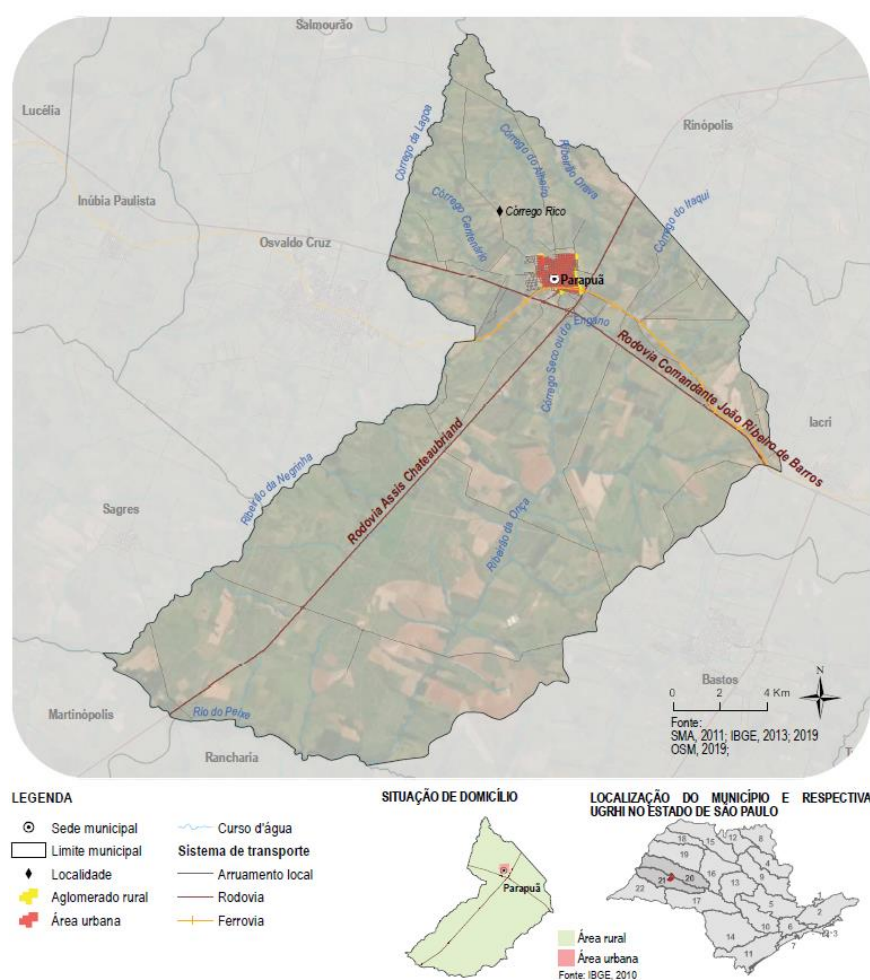
É possível deduzir que o acesso aos dados meteorológicos e climáticos será baseado em novas tecnologias para maximizar a eficiência da coleta de dados e reduzir os custos de aplicação, pois esses dados têm valor significativo para o planejamento agrícola e urbano, além de representar muitos estudos climatológicos (LIMA *et al.*, 2021).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de estudo - caracterização do Município de Parapuã/SP

O município de Parapuã tem a sua sede localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Aguapeí (UGRHI 20), mas possui parte de sua área territorial na Bacia do rio do Peixe (UGRHI, 21), literalmente pertencendo desta forma, ao Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe– CBH-AP, Figura 1.

Figura 1. Área territorial do município de Parapuã/SP nas UGRHIs 20 e 21.



Fonte: SMA, 2011 e IBGE, 2019.

O município de Parapuã pertence à Região Administrativa de Marília, Região de Governo de Tupã, fazendo divisa com as cidades de Iacri, Bastos, Rancharia, Sagres, Osvaldo Cruz e Rinópolis. Está a uma altitude de 486 metros, encontra-se estrategicamente no encontro das rodovias Comandante João

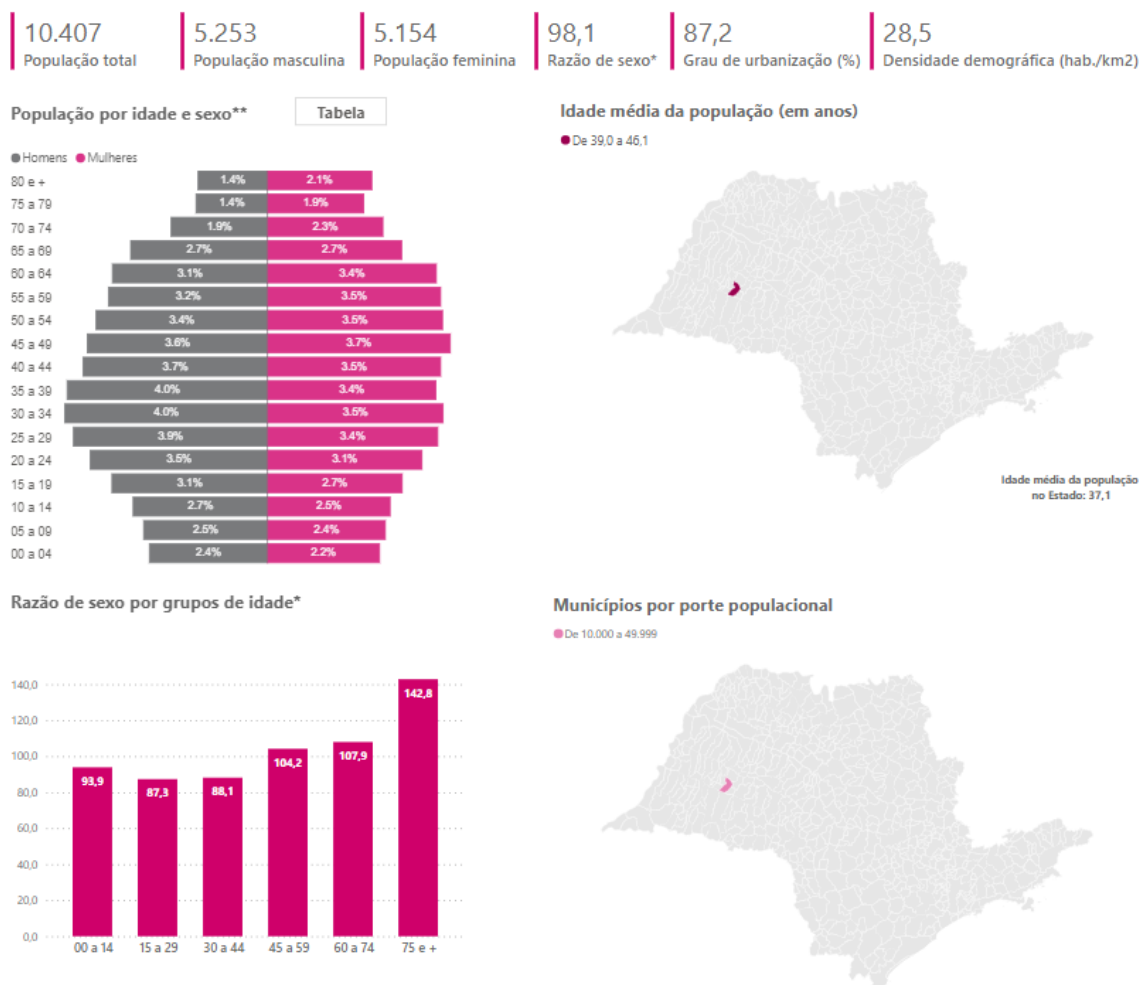
Ribeiro de Barros e Assis Chateaubriand, que ligando as principais cidades do interior do Estado de São Paulo, e estados do Paraná e Mato Grosso do Sul, faz parte de uma rede de cidades muito próximas umas das outras em uma região denominada no estado de Alta Paulista (PMGIRS, 2017; CBH-AP, 2018).

No município de Parapuã predomina o setor agropecuário, e o conhecimento de suas características auxilia em um processo de tomada de decisão do produtor rural e de gestor público no enfrentamento às incertezas climáticas, que com acesso à informação e tecnologia podem estabelecer sistemas produtivos mais sustentáveis, tema elencado como prioridade para o desenvolvimento.

4.2 Caracterização Sócio Econômica de Parapuã/SP

A Figura 2 traz uma projeção do perfil socioeconômico de Parapuã, com informações produzidas e/ou elaboradas pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2023). Por se tratar de projeções populacionais, as informações são estimativas e indicadores demográficos prospectivos, e podem ser divergentes, mesmo quando apresentados pela mesma fonte, mas em épocas diferentes, servindo como fonte de informação disponível para o período intercensitário.

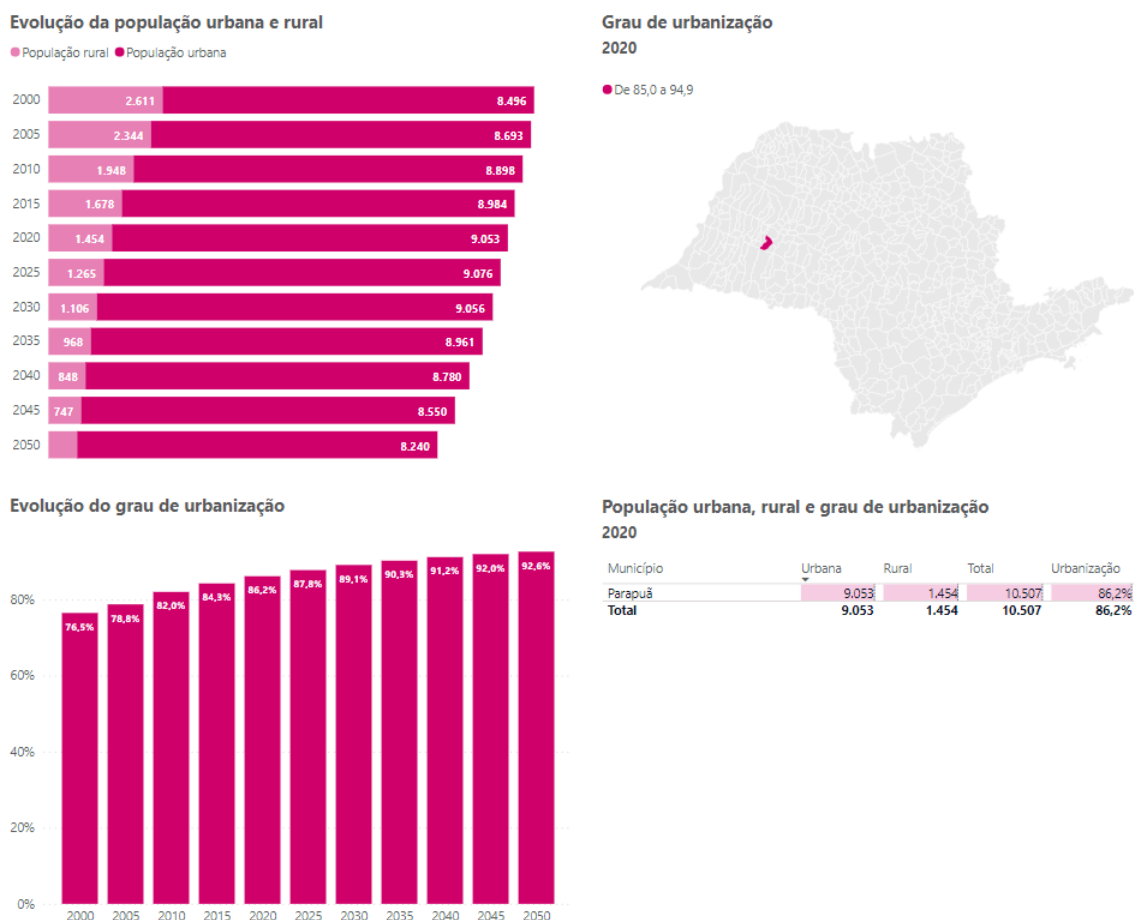
Figura 2. Projeção da população do portal Seade: 10.407 habitantes. * nº de mulheres para cada 100 homens.



Fonte: SEADE, 2023.

A densidade demográfica é o índice que permite avaliar a distribuição da população em um dado território, que norteia as comparações entre as diferentes regiões e é expresso em habitantes por quilômetro quadrado (hab/km²), em Parapuã como em outras regiões, o êxodo rural se encontra em evolução, impulsionado pela falta de recursos nas pequenas propriedades, além das ameaças advindas das mudanças climáticas, Figura 3.

Figura 3. Índice de projeção do êxodo rural no município de Parapuã, da população apresentada a partir de 2015.



Fonte: Informações SEADE, 2020.

De acordo com levantamento realizado pela Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, em 2017, das Unidades de Produção Agropecuária (LUPA), no município de Parapuã, as mais importantes modalidades de uso e ocupação do solo rural, e principais culturas existentes, estão apresentadas na Tabela 1, sendo a realidade agropecuária do município, e uma importante base de dados para a orientação de políticas para o setor, cada vez mais dependente de fatores climáticos, para o sucesso da produção.

Tabela 1. Uso da terra (ha), no município de Parapuã/SP.

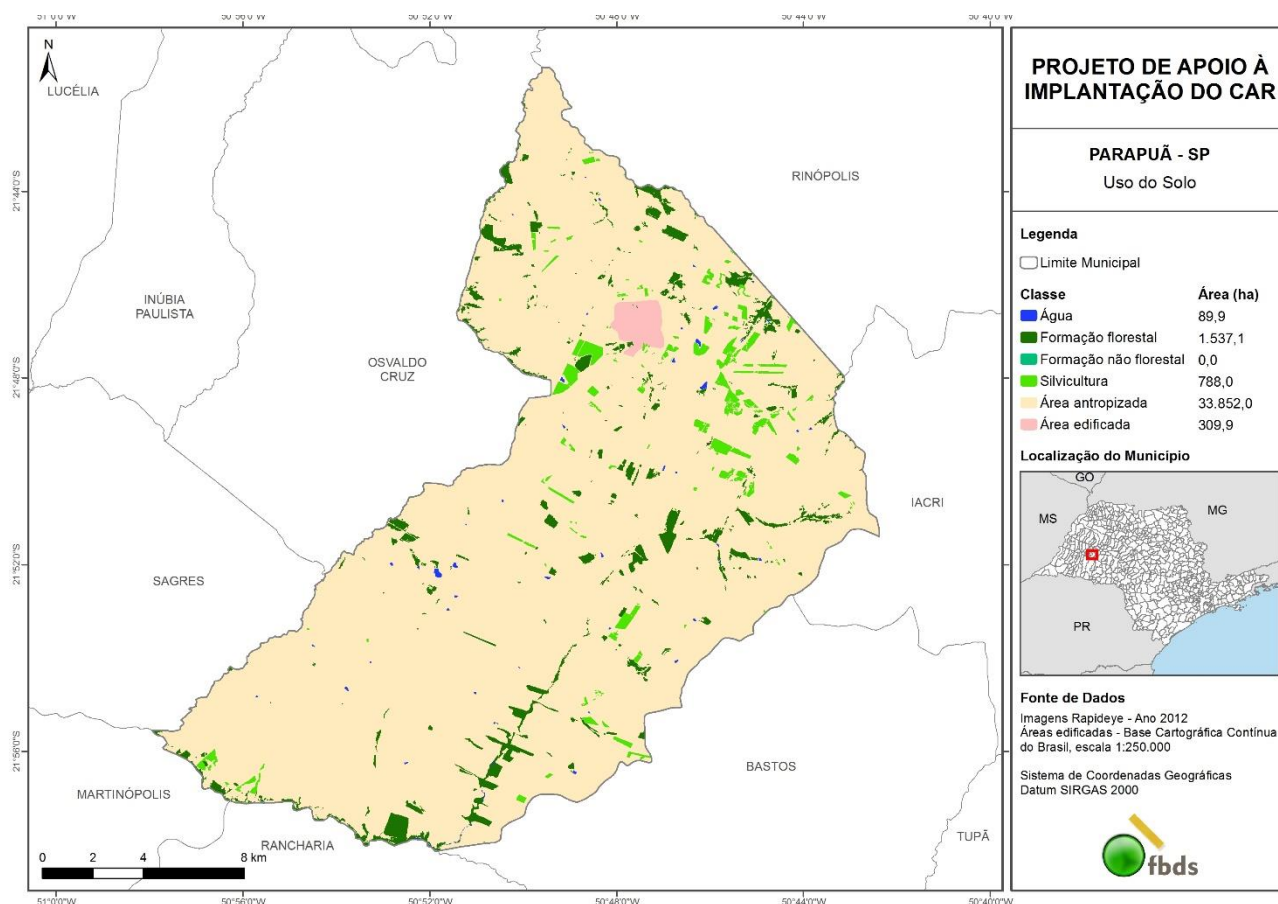
ITEM	UNIDADE	Nº UPAs	MÍNIMO	MÉDIO	MÁXIMO	TOTAL
Distância à sede do município	km	680	0,1	8,9	40,0	-
Área total	hectare	680	0,5	50,3	1.800,1	34.196,2
Área com cultura perene	hectare	237	0,2	10,2	170,0	2.417,5
Área com cultura temporária	hectare	182	0,2	68,4	807,0	12.445,0
Área com pastagem	hectare	517	0,1	28,6	1.041,1	14.808,2
Área com reflorestamento	hectare	70	0,1	7,1	125,8	495,6
Área com vegetação natural	hectare	260	0,1	6,8	200,0	1.778,3
Área com vegetação de brejo e várzea	hectare	345	0,1	4,7	182,0	1.619,5
Área em descanso	hectare	13	0,1	3,3	16,3	43,0
Área complementar	hectare	563	0,1	1,1	25,0	589,1
Área das UPAs com (0, 1] ha	hectare	7	0,5	0,8	1,0	5,7
Área das UPAs com (1, 2] ha	hectare	6	1,2	1,6	2,0	9,7
Área das UPAs com (2, 5] ha	hectare	115	2,3	3,9	5,0	445,4
Área das UPAs com (5, 10] ha	hectare	139	5,3	7,5	9,7	1.037,8
Área das UPAs com (10, 20] ha	hectare	119	10,1	14,8	20,0	1.755,5
Área das UPAs com (20, 50] ha	hectare	150	20,6	32,2	49,3	4.825,6
Área das UPAs com (50, 100] ha	hectare	62	50,3	71,3	99,2	4.419,4
Área das UPAs com (100, 200] ha	hectare	43	100,4	139,3	197,0	5.988,6
Área das UPAs com (200, 500] ha	hectare	33	203,1	280,7	494,1	9.264,5
Área das UPAs com (500, 1.000] ha	hectare	4	502,0	752,4	897,0	3.009,6
Área das UPAs com (1.000, 2.000] ha	hectare	2	1.634,3	1.717,2	1.800,1	3.434,4

Fonte: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, CDRS/IEA, Projeto LUPA, 2017.

4.3 Caracterização Física de Parapuã/SP

A partir do mapeamento da cobertura vegetal e uso do solo do município de Parapuã, é possível verificar as transformações e entender a dinâmica, e verifica-se o desmatamento ocorrido nos últimos anos, resultando para os atuais pouco mais de 4% de vegetação nativa no território do município, ocupado pelas diversas atividades agropecuárias, destacando-se as pastagens e a cultura da cana-de-açúcar, Figura 4.

Figura 4. Distribuição proporcional dos diferentes usos da terra, conforme o tipo de classe existente, em hectare no município de Parapuã/SP.



Fonte: Fundação brasileira para o desenvolvimento sustentável, 2023.

O perímetro urbano do município de Parapuã está localizado na bacia do rio Aguapeí, com áreas territoriais nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe. Dentre tantos córregos afluentes do Rio Aguapeí, está o Córrego do Alheiro, com sua nascente dentro da malha urbana do município, que gera o maior impacto, pois seus fundos de vales na maioria foram urbanizados.

De acordo com os dados do Relatório Zero (CBH-AP, 1997), o município de Parapuã se encontra nas áreas de criticidade muito alta e alta quanto aos processos erosivos. Segundo o Relatório Zero destes Comitês (Aguapeí e Peixe), os estudos que permitiram a identificação das ocorrências de ravinas, boçorocas e corpos de assoreamento existentes na região, foram realizados a partir de análises de fotografias aéreas, em escala 1:25.000, permitindo localizá-las em cartas topográficas, em escala 1:50.000, para posterior lançamento nos mapas de Potencial Natural de Erosão e de Sub-Bacias Críticas, fato observado

com poucas melhorias após vinte anos (CBH-AP, 2019), que traz mapas com a distribuição dos traços erosivos lineares (ravinas e boçorocas).

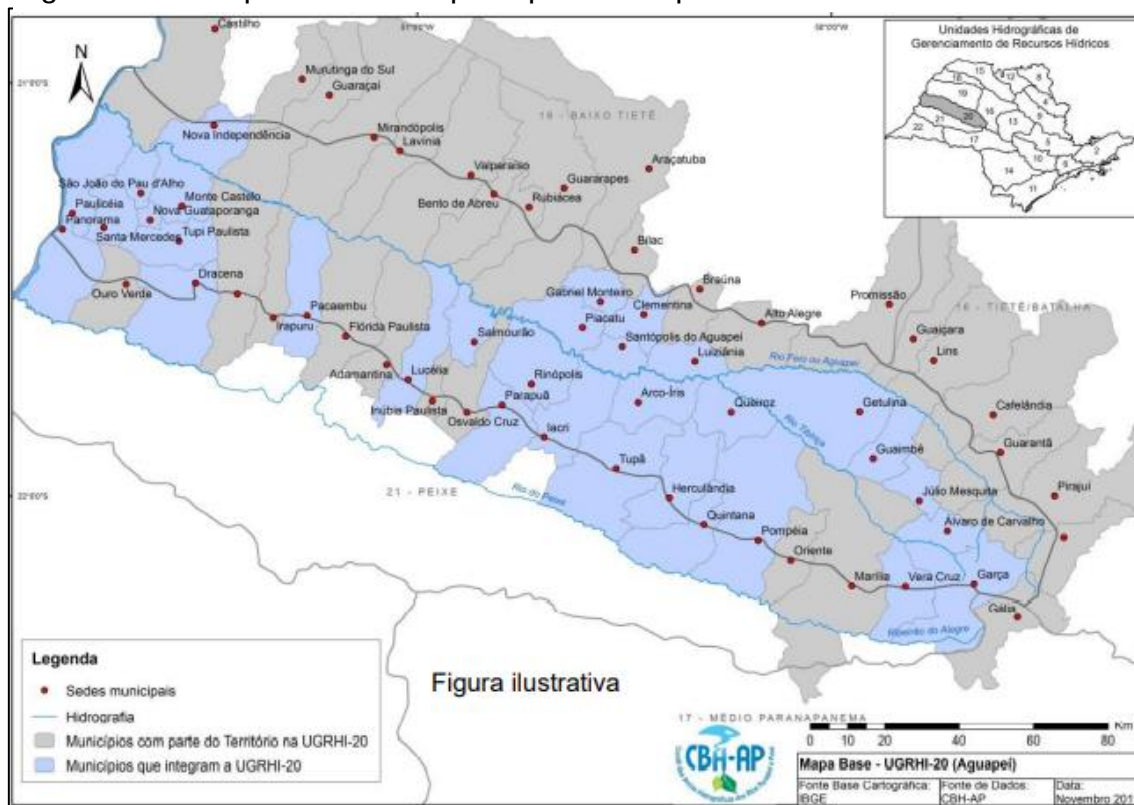
Os cursos d'água assoreados foram identificados, praticamente, em todos os fundos de vale, nas áreas a jusante dos corpos d'água, tendo como principal causa o processo desorganizado de urbanização, com o lançamento das águas pluviais, e por vezes do esgoto/efluentes em pequenos vales, além do uso do solo sem os devidos manejos de práticas que visam preservar e proteger, para que esse solo não seja carregado e chega aos córregos, fato suficiente para agravar a situação da efetividade dos processos erosivos na região (CBH AP, 1997; CBH-AP, 2019).

O local, objeto deste estudo, está inserido na Bacia Hidrográfica dos rios Aguapeí e Peixe, apresentam semelhanças geográficas, físico e socioeconômicas, situado no oeste do estado de São Paulo, e correspondem as Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, UGRHIs 20 e 21 (CBH-AP, 2008; ROCHA; SANTOS, 2018),

Como principais atividades econômicas, nas áreas urbanas evidenciam-se os setores de serviços e comércio como fonte de renda e emprego, nas áreas rurais, a agricultura e a pecuária são as atividades mais presentes. Ainda, conta com a atividade de extração mineral de areia nos afluentes do Rio Aguapeí, como o Rio Tibiriçá e Ribeirão Caingangue, seguidas da produção cerâmica das olarias instaladas junto aos municípios que margeiam o Rio Paraná (CBH-AP, 2016), a UGRHI 20 conta com 32 municípios apresentados. Ainda de acordo com o CBH, 2016 a UGRHI 21 tem ao Norte a Bacia do Rio Aguapeí, e limita-se ao Sul com a Bacia do Rio Paranapanema, a Oeste com o Rio Paraná e a Leste com a Serra dos Agudos e a Serra do Mirante. O Rio do Peixe nasce da Serra dos Agudos, contando com 26 municípios com sedes inseridas na área da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe.

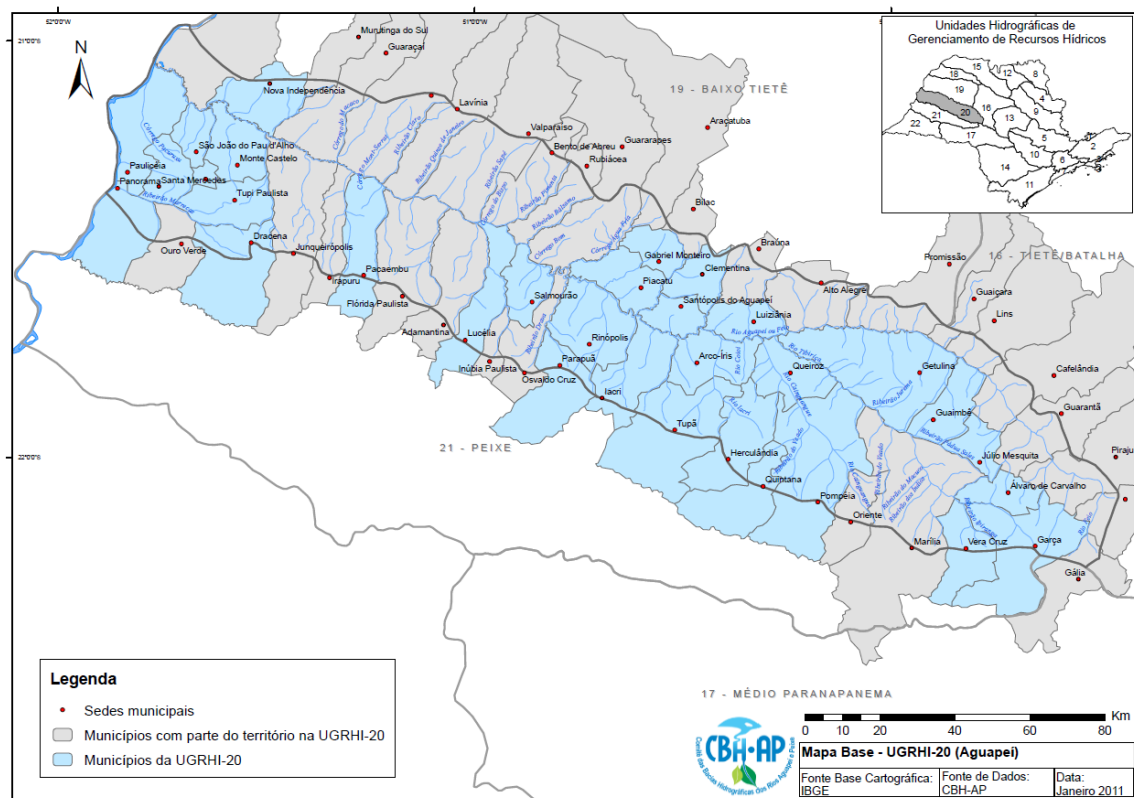
No entanto, faz parte da UGRHI 21 outros 25 municípios, com sedes fora, apenas com parte de seu território inserido na Unidade, como no caso de Parapuã, recebendo assim a denominação de "municípios com área contida". Figuras 5 e 6.

Figura 5. Destaque dos municípios que fazem parte da UGRHI 20.



Fonte: CBH-AP, 2016.

Figura 6. Destaque dos municípios que fazem parte da UGRHI 21



Fonte: CBH-AP, 2016

As maiores disponibilidades hídricas para as UGRHIs 20 e 21, vem das águas superficiais, conforme demonstrado no Tabela 2, segmentando pelas respectivas sub bacias de cada unidade de gerenciamento.

Tabela 2. Vazão superficial média e Q7-10 (Vazões mínimas de sete dias consecutivos e período de retorno de dez anos), do rio do Peixe e Aguapeí.

Sub Bacias	Área km ²	% Sub Bacia	Q méd. m ³ /s	Q ₇₋₁₀ m ³ /s
Alto Aguapeí	3.680,25	27,89	27,05	7,81
Médio Aguapeí	5.011,44	37,98	36,84	10,63
Baixo Aguapeí	4.504,31	34,13	33,11	9,56
Total Aguapeí	13.196,00	100%	97,00	28,00
Alto Peixe	742,53	6,90	5,65	2,00
Médio Peixe	6.652,79	61,78	50,66	17,92
Baixo Peixe	3.373,68	31,33	25,69	9,09
Total Peixe	10.769,00	100,00	82,00	29,00

Fonte: CBH-AP, 2017.

A disponibilidade hídrica superficial apresentou uma leve queda se comparada com o ano 2011 para ambas as unidades, a disponibilidade hídrica é calculada através da vazão média pela população da bacia hidrográfica, como referência adota-se 1.700 m³/hab. ano, considerado ótimo acima desse valor pela ANA. Para a sub bacia do Alto Peixe, a disponibilidade hídrica é de somente 794 m³/ hab., segundo Beekmann (1999), a situação é de crônica escassez.

Para o aquífero Bauru esse índice de utilização corresponde a 25-27% e a 20% para o aquífero Serra Geral.

Importante destacar que na UGRHI 20 e 21, ocorrem a predominância de três unidades geológicas, a área aflorante do Aquífero Bauru responde por 95% de toda a área com espessura de 100 a 250 metros, muito utilizado por produzir águas em poços rasos; o Aquífero Serra Geral, mesmo não sendo aflorante na região constitui importante fonte de água para as unidades. O Aquífero Guarani se apresenta nas unidades como confinado a semi confinado, com profundidade média de 300 metros nas formações Botucatu e Piramboia. (CBH-AP, 2017).

Quanto ao risco de contaminação dos aquíferos, conforme o plano de bacias 2019, apresenta baixa vulnerabilidade em 75% de ambas UGRHIs.

Contudo, a quantidade hídrica total, somando-se a disponibilidade hídrica superficial e subterrâneas, apresentam-se conforme Tabela 3, evidenciando que as maiores demandas ocorrem por águas superficiais nas duas bacias hidrográficas.

Tabela 3. Disponibilidade Hídrica superficial e subterrânea.

<u>Sub Bacias</u>	Águas Superficiais Q_{7-10} (m ³ /s)	Águas Subterrâneas (m ³ /s)	Total (m ³ /s)	Águas Superficiais %	Águas Subterrâneas %
<u>Alto Aguapeí</u>	7,81	3,63	11,43	68%	32%
<u>Médio Aguapeí</u>	10,63	4,94	15,57	68%	32%
<u>Baixo Aguapeí</u>	9,56	4,44	13,99	68%	32%
<u>Total UGRHI 20</u>	28,00	13,00	41,00	68%	32%
<u>Alto Peixe</u>	2,00	0,62	2,62	76%	24%
<u>Médio Peixe</u>	17,92	5,56	23,48	76%	24%
<u>Baixo Peixe</u>	9,09	2,82	11,90	76%	24%
<u>Total UGRHI 21</u>	29,00	9,00	38,00	76%	24%

Fonte: CBH-AP, 2017.

Embora ainda não tenha ocorrido a atualização do plano de bacias, previsto somente para atualização em 2027, o aumento populacional das unidades de gerenciamento foi expressivo, conforme apontam as estimativas populacionais do IBGE, para a UGRHI 20 um total de 406.680 habitantes e para a UGRHI 21 uma população total de 488.188 habitantes (IBGE, 2020).

Esses ambientes superaram as previsões elaboradas pelo plano de bacias 2017, que mesmo no cenário acelerado, para o ano de 2023, Tabela 4, indicando que ocorrerá um aumento da demanda por água, que incidirá diretamente sobre o aumento das outorgas ou revisão para elevação de exploração das existentes.

Tabela 4. Prognósticos de população para o horizonte até 2027.

UGRHI-20				UGRHI-21			
Prognósticos População				Prognósticos População			
Cenários	2019	2023	2027	Cenários	2019	2023	2027
Tendencial	373.610	378.215	383.062	Tendencial	464.647	472.613	480.831
Recessivo	371.806	373.869	375.272	Recessivo	461.439	464.955	468.521
Acelerado	375.272	382.379	390.049	Acelerado	467.588	479.747	492.485

Fonte: CBH-AP, 2017.

Do ponto de vista das demandas hídricas pelos diversos setores da sociedade, apresenta-se na Tabela 5, os respectivos usos nos setores, urbano, industrial e rural.

Tabela 5. Demanda de água por setor em m³/s.

Sub Bacias	Demanda Urbana (m ³ /s)	Demanda Industrial (m ³ /s)	Demanda Rural (m ³ /s)	Demanda outros usos
Alto Aguapeí	0,17	0,09	0,94	0,00
Médio Aguapeí	0,45	0,47	0,21	0,00
Baixo Aguapeí	0,33	1,31	0,59	0,05
Total Aguapeí	0,95	1,86	1,73	
Alto Peixe	0,24	0,04	0,08	0,00
Médio Peixe	0,50	0,49	0,38	
Baixo Peixe	1,72	0,45	0,28	
Total Peixe	2,45	0,99	0,74	

Fonte: Elaborado pelo autor com informações - CBH-AP, 2017.

Com base nas informações de disponibilidade e demanda hídrica dentro das unidades de gerenciamento, o monitoramento se torna um instrumento de grande importância, por meio dos avanços de pedido de outorga.

Das outorgas expedidas em 2017 para a UGRHI 20, 31% foram para captação superficial, com vazão outorgada de 1,47 m³/s, e para captação subterrânea foram expedidas 69%, que corresponde a 3,07 m³/s. Esse número representa um aumento de 22% para outorgas superficiais e 32% para subterrâneas, se comparado a 2011.

Para a UGRHI 21 foram expedidas 22,4% de outorgas para a captação superficial, com vazão outorgada de 0,93 m³/s, e para águas subterrâneas foram

outorgadas 77,6% da captação (poços), com vazão registrada de 3,24 m³/s, representando um aumento de 67% para as outorgas superficiais e 63% para outorgas subterrâneas em comparação ao ano de 2011 (CBH-AP, 2017).

Na UGRHI 20, foram realizadas 208 outorgas para interferências em curso d'água e 158 outorgas para barramentos, totalizando 366 outorgas. Na UGRHI 21 foram 225 outorgas para interferências em cursos d'água e 147 outorgas para barramentos, totalizando 372 outorgas (CBH-AP, 2017; Relatório de Situação, 2020), apontando para o crescimento de demanda por água a cada atualização de relatório, Tabela 6.

Tabela 6. Vazão outorgada das bacias e sua utilização, ano base 2019.

Tipo	UGRHI- 20 (m ³ /s)	UGRHI-21 (m ³ /s)
Superficial	4,23	2,48
Subterrânea	1,95	0,99
Abastecimento público	0,78	1,17
Uso Industrial	2,10	0,62
Uso rural	2,20	1,47
Outros usos	1,10	0,21

Fonte: Relatório de situação 2020.

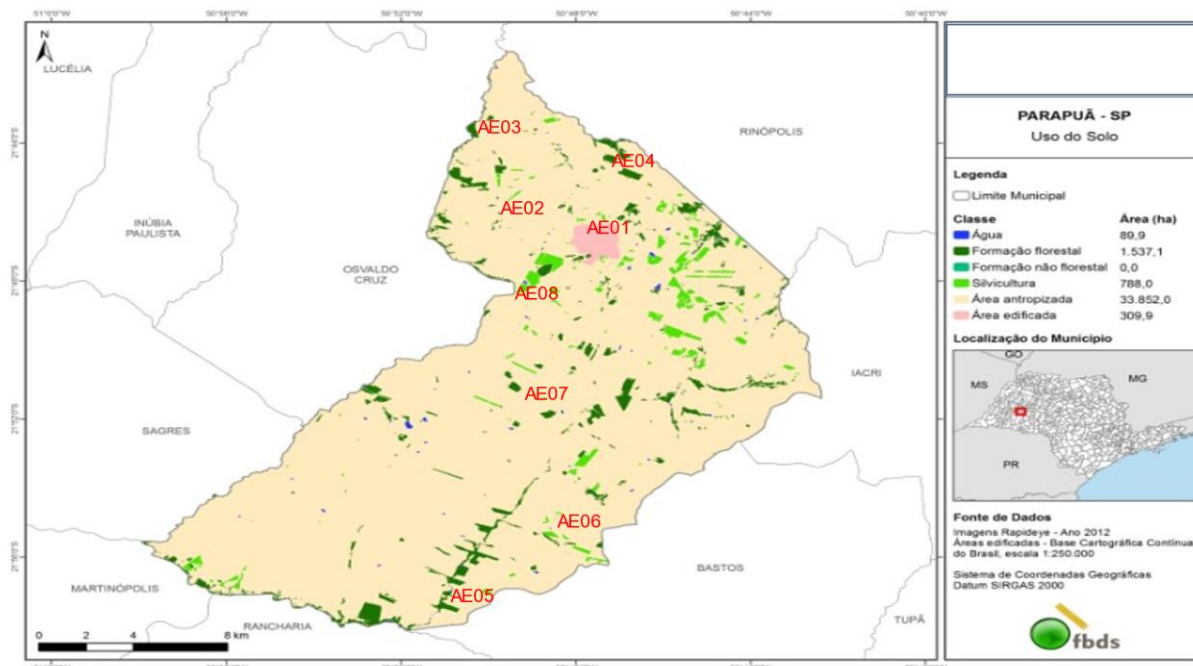
O instrumento de outorga está implantado, mas evidentemente há espaços para evolução, para inibir usos não outorgados, cabendo aos órgãos fiscalizadores maior atuação, dentro de ações planejadas para redução dos índices de perdas, gerenciamento de resíduos sólidos, e aperfeiçoamento do conhecimento sobre as águas superficiais e subterrâneas na região do alto Aguapeí e alto Peixe, visando a restrição de uso do aquífero e minimizando o risco de contaminação, com o rebaixamento do aquífero Guarani na cidade de Marília, maior usuário da bacia (Relatório Situação, 2020).

4.4 Proposta de monitoramento participativo da precipitação em Parapuã/SP

Este estudo propôs o monitoramento da precipitação em pontos distribuídos no território do município de Parapuã, a partir dos dados coletados no período de 01 de janeiro de 2021 a 31 de março de 2022. A coleta dos dados foi realizada de maneira individual pelos proprietários rurais que se disponibilizaram a colaborar de forma voluntária em cada uma das 8 propriedades, participantes do estudo.

As áreas de estudo foram distribuídas para que os números de pontos de coleta fossem proporcionais e correspondentes, sendo 4 pontos em cada bacia hidrográfica (Aguapeí e Peixe), a que Parapuã pertence, em propriedades próximas ao eixo de estradas vicinais (PRP 050; PRP 060 e PRP 138), e estão identificadas como Áreas de Estudos (AE), de 01 a 08 (Figura 7), contemplando a diversidade dos setores agropecuários contidos no município.

Figura 7. Localização aproximada dos pontos de coleta.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

- Caracterização das AE

AE01: Área AE01 é denominada Chácara Valle Verde, de propriedade do autor, está aproximadamente a Lat. -21.777672°S e Lon. -50.790336°O, estando a 461 metros de altitude, possui área de 4.725 m², tendo como fonte de água a nascente do Córrego Alheiro, poço semi artesiano e poço escavado, além de dois pontos de ligação para fornecimento de água tratada da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), a propriedade está localizada no perímetro urbano, que além do uso domiciliar, é constituída de áreas com plantio de hortaliças em sistema hidropônico, semi-hidropônico, produção de mudas agroflorestais diversas, tendo a qualidade da água como fator determinante à qualidade final da produção, Figura 8.

Figura 8. Área de Estudo 01 (AE01), de propriedade do autor, localizada no perímetro urbano.

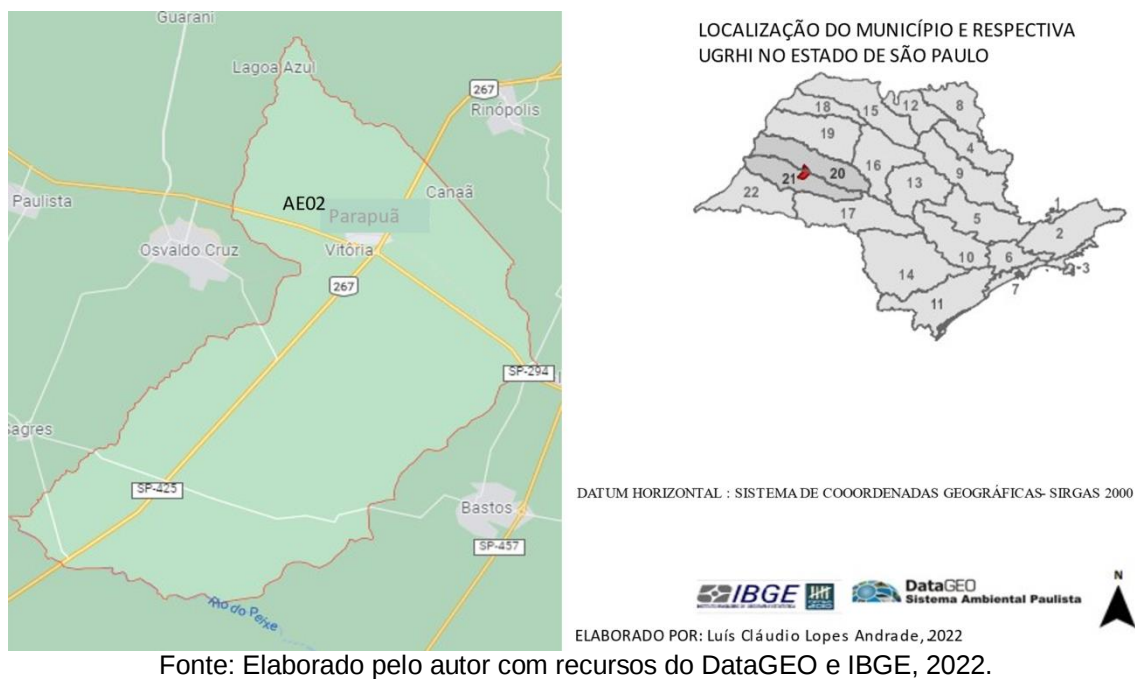


Fonte: Elaborado pelo autor com recursos do DataGEO, 2021.

AE02: Localizada aproximadamente a Lat. -21.763574°S e Lon. -50.813232°O, está a uma altitude de 469 metros, possui uma área de 6,1 ha, tendo como principal fonte de água um poço semi artesiano. A propriedade denominada Chácara Santa Maria, dos irmãos Clayton e Claudinei Ferreira da

Silva, tem como atividade econômica de maior importância a pecuária de corte, e área de lazer familiar (Figura 9).

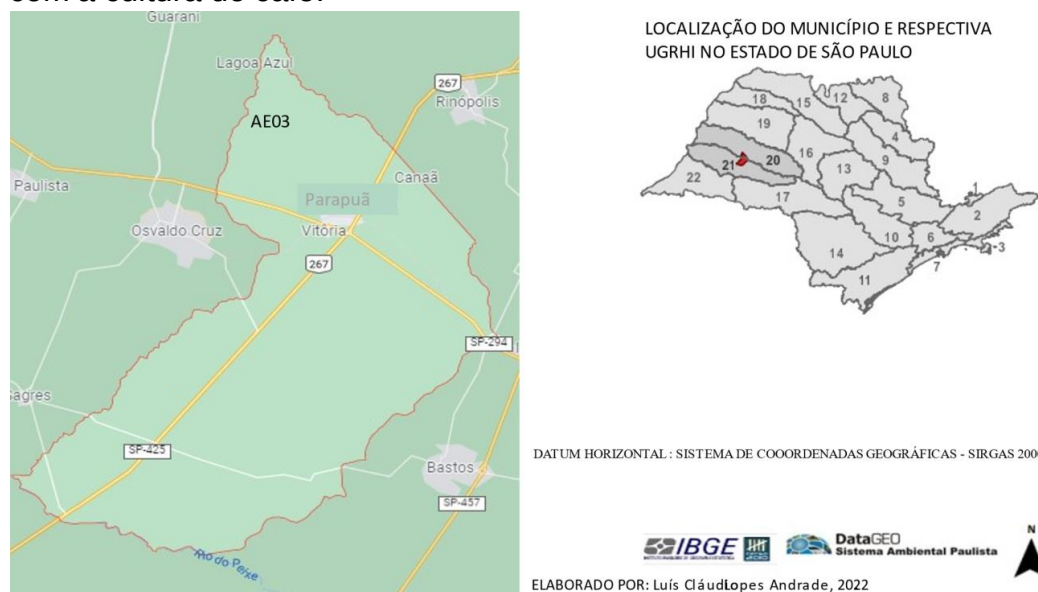
Figura 9. Área de Estudo 02 (AE02), propriedade de cunho familiar.



Fonte: Elaborado pelo autor com recursos do DataGEO e IBGE, 2022.

AE03: Localizada aproximadamente a Lat. $-21.724937^{\circ}\text{S}$ e Lon. $-50.812440^{\circ}\text{O}$, está a 401 metros de altitude, com área de 5,03 ha, a Chácara Coração de Jesus de propriedade do Valdecir Aparecido de Avance, tem como principal fonte de água um poço semi artesiano e o córrego Alheiro, que por receber resíduos do tratamento do esgoto do município, se torna impróprio para uso. Tem como principal atividade econômica a produção de café e criação de um rebanho de poucas vacas leiteiras para consumo próprio (Figura 10).

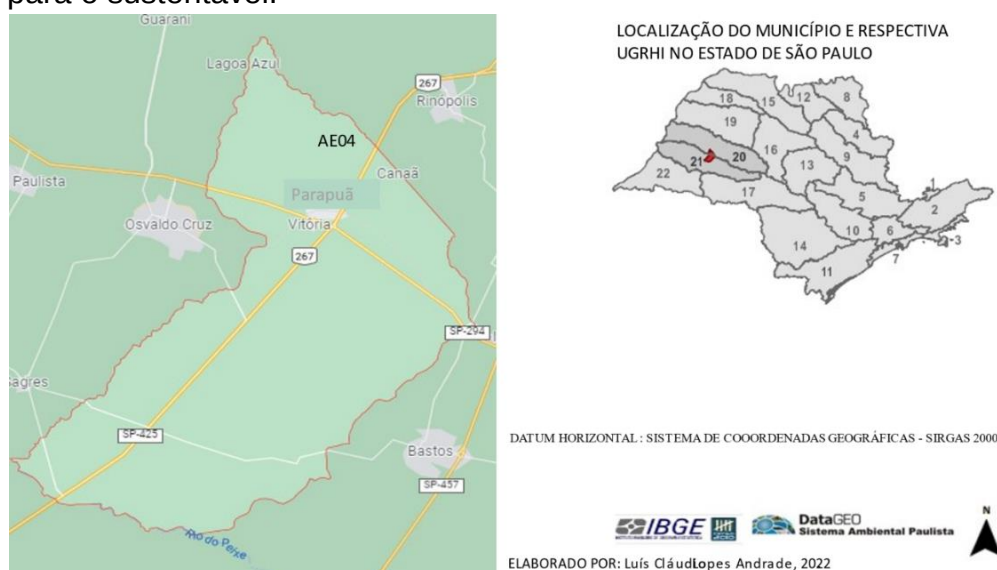
Figura 10. Área de estudo 03 (AE03), entre as poucas que continuam com a cultura do café.



Fonte: Elaborado pelo autor com recursos do DataGEO e IBGE, 2022.

AE04: Localizada aproximadamente a Lat. $-21.746027^{\circ}\text{S}$ e Lon. $-50.794133^{\circ}\text{O}$, está a 430 metros de altitude, com área de 21,66 ha, tendo como fonte de água um poço semi artesiano e córrego do Drava. O sítio Água do Drava de propriedade do Sr. André Vieira Gomes e filhos, tem como principal atividade econômica a produção de tomate, pimentão, berinjela, pimentão, entre outras hortaliças, mandioca, banana e pastagem para gado de corte (Figura 11).

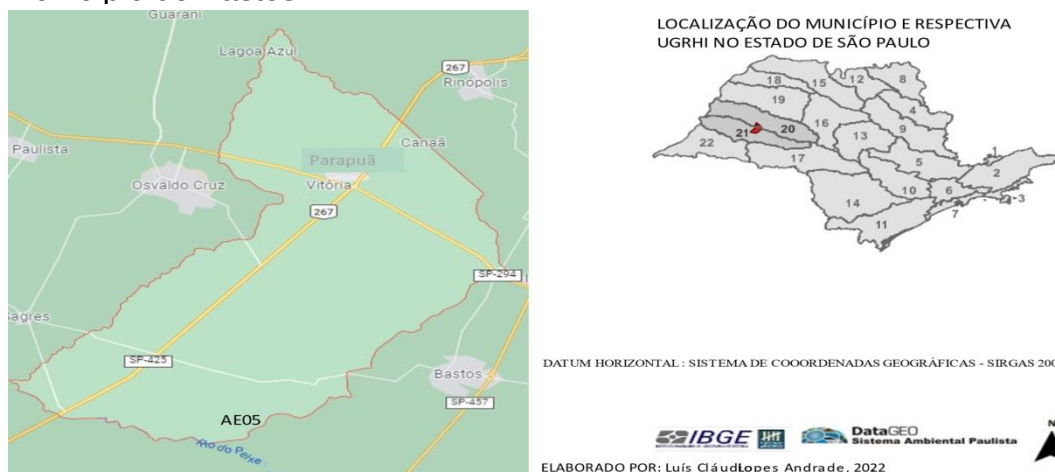
Figura 11. Área de estudo 04 (AE04), atividade diversificada, um caminho para o sustentável.



Fonte: Elaborado pelo autor com recursos do DataGEO e IBGE, 2022.

AE05: Localizada aproximadamente a Lat. $-21.895293^{\circ}\text{S}$ Lon. $-50.773240^{\circ}\text{O}$, estando a 479 metros de altitude, com área de 90,6 ha, sitio Três Irmãos de Osmarina Aparecida Fernandes Espínola Castro, tendo como fonte de água um poço semi artesiano. Cultiva a cana-de-açúcar, seringueira, eucalipto e possui área de pastagem para o gado de corte (Figura 12).

Figura 12. Área de estudo 05 (AE05), no extremo de Parapuã, limite com o município de Bastos.

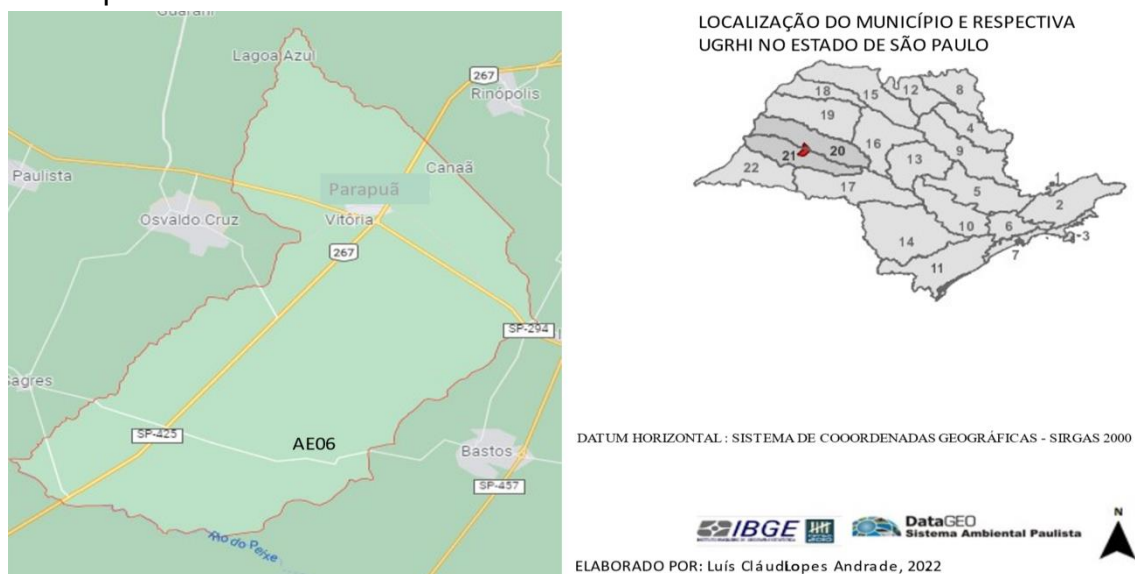


Fonte: Elaborado pelo autor com recursos do DataGEO e IBGE, 2022.

AE06: Localizada aproximadamente a Lat. $-21.916245^{\circ}\text{S}$ Lon. $-50.865636^{\circ}\text{O}$, estando a 457 metros de altitude, como parte da Fazenda São Francisco com área de 24,19 ha, está uma empresa filial de uma sociedade fechada (grupo de empresas do setor), a agroindústria canavieira DACAL, Destilaria de Álcool Califórnia AS, com produção de álcool e açúcar, é grande consumidora de recursos hídricos do córrego Negrinha e de poço semi artesiano.

A empresa atualmente tem como principal atividade a produção de cana-de-açúcar, responsável por grande geração de emprego e renda no município. O setor está em franca expansão e adquire matéria-prima em um raio de 40 km da sede da destilaria, envolvendo também produtores terceirizados da região (Figura 13).

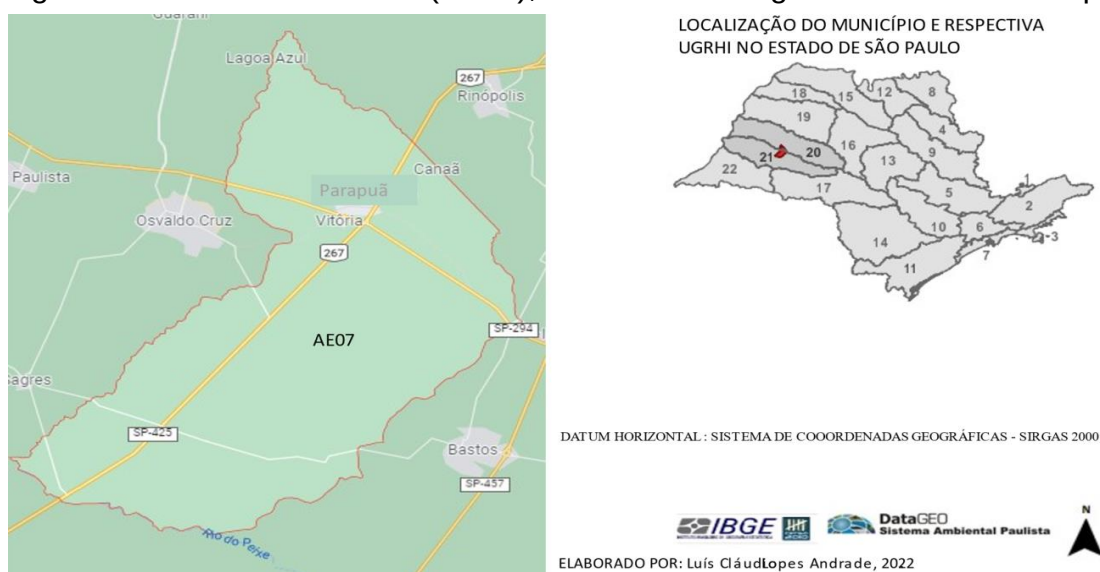
Figura 13. Área de estudo 06 (AE), grande geradora de emprego e renda no município.



Fonte: Elaborado pelo autor com recursos do DataGEO e IBGE, 2022.

AE07: Localizada aproximadamente a Lat.-21.842851°S Lon. - 50.783774°O, está a 450 metros de altitude, área de 90,82 ha, a fazenda Dois Mil de propriedade da Sr.^a Eva Aparecida Massarotti e Outros, tem como principal atividade o cultivo de seringueira e produção de gado de corte, atividades importantes na diversificação de produção na região, tendo como fonte de água para abastecimento um poço semi artesiano e o córrego da Prata (Figura 14).

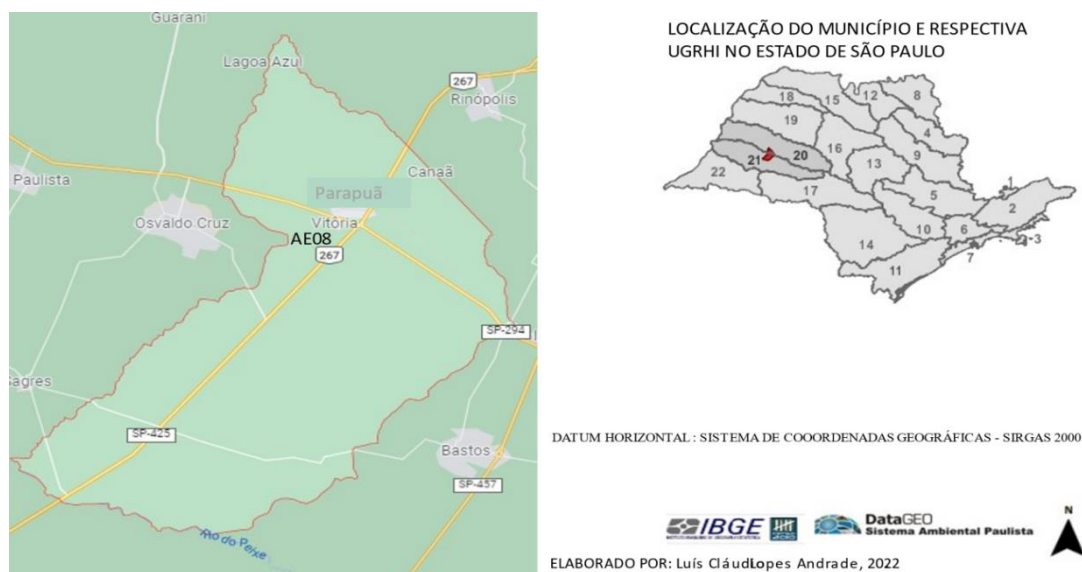
Figura 14. Área de estudo 07 (AE07), localizada na região central do município.



Fonte: Elaborado pelo autor com recursos do DataGEO e IBGE, 2022.

AE08: Localizada aproximadamente a Lat. $-21.794975^{\circ}\text{S}$ Lon. $-50.799251^{\circ}\text{O}$, está a 494 metros de altitude, com área de 8,45 ha, a propriedade denominada chácara Club Dum Dois do Sr. Ubirajara de Oliveira é utilizada para a criação de pequeno rebanho de gado de corte e lazer, com sua fonte de abastecimento de água um poço semi artesiano (Figura 15).

Figura 15. Área de estudo 08 (AE08), divisa entre as Bacias dos rios Aguapeí e Peixe.



Fonte: Elaborado pelo autor com recursos do DataGEO e IBGE, 2022.

4.5 Coleta de dados

Os dados de precipitação observados em cada um desses pontos foram anotados em uma planilha de campo conforme apresentado na Figura 16. Na planilha eram efetuadas as anotações das medidas observadas em pluviômetro de leitura manual tipo cunha de plástico com área de captação de 15 cm^2 , graduação máxima de 130 mm por metro quadrado e divisão de 2,5 mm, instalados a uma altura média não inferior a 1,5 metros do solo (Figura 17).

Os pluviômetros são equipamentos para medir a altura precipitada, correspondendo para cada milímetro de chuva coletado um litro de água por metro quadrado, acumula a água que cai em uma área por meio de um reservatório de volume suficiente para a coleta da precipitação, que possibilita a mensuração dos valores por períodos temporais determinados.

Figura 16. Tabela de anotações distribuída para cada área de estudo.

Tabela de Anotações de Dados													
Local: <u>CHAC. SANTA MARIA - Bº CORICO - PARAPUÁ</u> , Ano: 2021													
Variável: PLUVIÔMETRIA (mm)													
Dez/2020	DIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
	1	17		7									
	2	8		12							5		
	3			5							5		
	4		20	20									
	5	10		56							12,5		7
	6	2,5											
	7	12,5		41									
	8						3			31			
	9			3							10		
LOCA	10						55				7,5		
	11		16				2,5						7
VBNB	12	16	12,5										
	13	12											
	14												
	15										45		74
	16	15			8								
	17	20	19										
	18											62	
	19	28		14									
	20												
	21												
	22					31							
	23										50		
	24												
	25		23						13				
	26								2	7,5			
20	27	14											
	28	5	11,5										
	29	19											
	30	20									2,5	13	
13	31	2,5											
	Total												
	Média												

Total Anual: _____

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 17. Modelo de pluviômetro utilizado para coleta manual dos dados de precipitação.



Fonte: Imagem de acervo do autor.

A anotação dos dados foi efetuada pela manhã do dia posterior à precipitação observada, por volta das 7 horas, com o resultado obtido efetivado com data posterior ao dia da coleta. É necessário destacar que o modelo de pluviômetro utilizado para medir a pluviosidade foi determinante para o envolvimento dos participantes, já que em todas as propriedades presentes no estudo já contavam com o equipamento instalado, e o conhecimento dos produtores do manuseio facilitou a coleta dos dados durante o período da pesquisa, com a anotação da ocorrência de chuva em cada AE. Na Figura 18 é possível visualizar os respectivos equipamentos em cada AE.

Figura 18. Imagens dos pluviômetros instalados em cada propriedade que participou do estudo.



Fonte: Acervo do autor.

4.6 Análise dos dados

Os dados foram organizados em dia com precipitação e totais mensais, e analisados quanto às suas estatísticas descritivas (medidas de tendência central, de dispersão e de posição) utilizando os softwares, Microsoft Excel 2010 e Minitab v.13. Também foi verificada a correlação entre as séries utilizando o coeficiente de correlação de Pearson.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Volumes acumulados mensalmente nos pontos de observação

Os volumes acumulados de precipitação apresentados indicam uma distribuição satisfatória para o período estudado, com a incidência de dias de chuva observado em todos os meses, mesmo que essas ocorrências não fossem significativas para a agricultura ou mesmo para reposição hídrica.

Pode-se observar que no primeiro trimestre de 2022 os volumes alcançados foram mais generosos para a recarga dos mananciais em comparado ao trimestre inicial de 2021.

É possível observar diferenças dos dados de volumes precipitados coletados (para mais ou para menos), entre as Áreas de Estudo (AE), fato que está se tornando recorrente, com volumes precipitados localmente, não generalizados, em uma mesma região, além do fato da leitura ser estimada por cada responsável da coleta dos dados manuais, e ainda, para a estação do INMET localizada em Tupã - SP, a automação presente pode gerar certa discrepância.

Na Tabela 7 é apresentado o registro das somatórias dos índices pluviométricos do período, evidenciando fatores supracitados, contando apenas com os dias de ocorrência de precipitação registrado pelos envolvidos no monitoramento e pela estação meteorológica do INMET localizada no município de Tupã, distante 35 km do município de Parapuã, local das AE 01 a 08.

Tabela 7. Soma mensal do volume precipitado no período do monitoramento participativo, separados pelas áreas de estudo AE 01 a AE 08, e dados automáticos do INMET – Tupã.

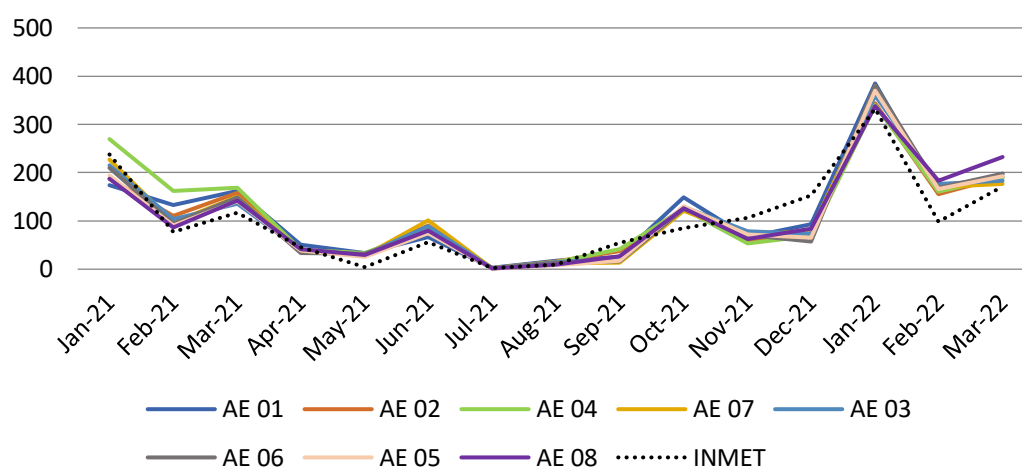
Data	AE 01	AE 02	AE 04	AE 07	AE 03	AE 06	AE 05	AE 08	INMET
jan/21	173,5	187,5	269,0	227,5	215,5	210,0	194,0	187,0	238,2
fev/21	132,5	110,5	162,0	96,5	103,5	94,0	90,5	87,0	77,2
mar/21	162,5	158,0	169,0	150,5	136,0	148,5	140,5	142,0	116,4
abr/21	50,5	37,0	40,0	37,5	40,0	34,0	39,0	42,0	46,0
mai/21	33,0	31,0	33,0	28,0	30,0	32,0	25,0	30,0	3,8
jun/21	67,0	90,5	82,0	101,0	89,0	77,0	75,0	80,0	55,4
jul/21	3,0	2,0	2,0	1,5	1,5	2,0	1,0	1,5	2,4
ago/21	18,0	16,0	15,0	12,0	15,0	14,0	8,0	10,0	10,2
set/21	25,0	38,0	41,0	14,0	21,0	16,0	17,5	27,0	54,2
out/21	149,0	126,0	125,0	120,5	128,5	124,5	130,0	126,0	84,6
nov/21	67,0	57,0	53,0	71,0	78,0	70,0	72,0	62,0	106,6
dez/21	92,5	79,0	69,0	80,0	73,0	57,0	65,0	84,0	153,0
jan/22	385,0	344,0	340,0	363,5	360,0	381,0	370,0	338,0	332,6
fev/22	158,5	155,0	160,5	170,5	176,5	169,0	166,0	183,0	98,8
mar/22	198,5	191,5	190,5	177,0	184,0	198,5	192,5	232,0	171,4

Na apresentação gráfica, as correlações do período, com as anomalias verificadas na interpolação dos dados entre as AE e INMET, com variação sensível na distribuição das observações, verificadas correlações positivas e negativas, entre a coleta manual e automática, que não podem ser explicadas

somente por fatores climáticos, já que a coleta dos dados foi realizada em uma mesma região e em um mesmo intervalo de tempo, diferenças que se evidenciam nos períodos de maior volume pluviométrico, mas, contudo, podem ser justificadas pelas distâncias entre os pontos de observação que mesmo dentro do município, pode chegar a 40 km.

Os resultados observados nas AE 01 a AE 08 se correlacionam bem, com discretas discrepâncias das informações coletadas (Gráfico 1).

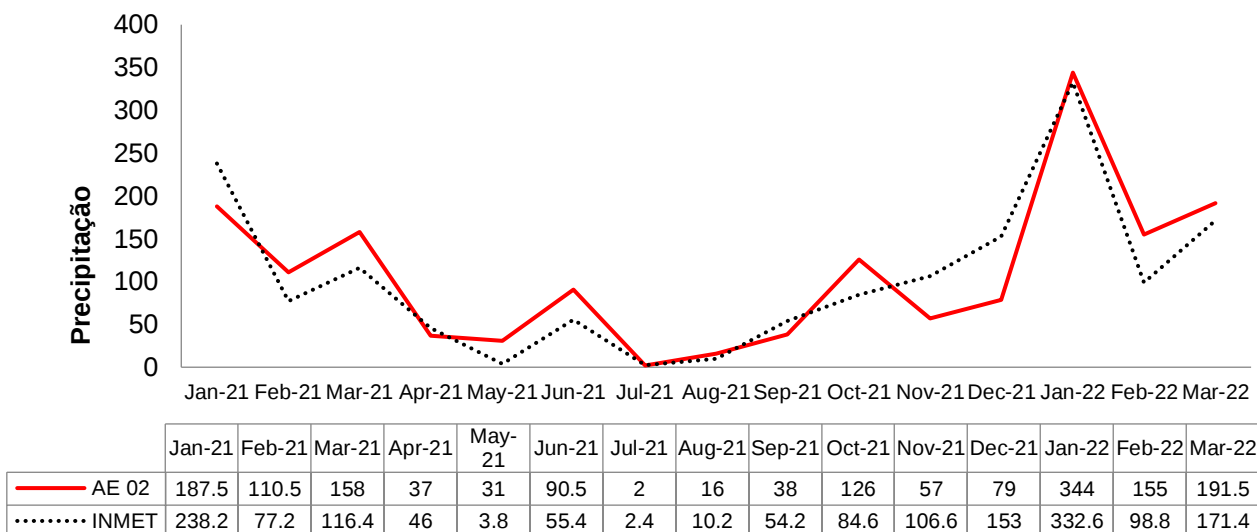
Gráfico 1. Séries de precipitação coletadas entre jan/21 e mar/22 em cada AE e na estação oficial do INMET mais próxima.



Dados apresentados em milímetros de chuva precipitada.

Com a análise entre uma área de estudo aleatória, aqui representada por AE 02, e dados do INMET, é possível evidenciar melhor os desvios entre os pontos, mais uma vez podendo ser justificados pelo distanciamento entre os locais de coleta dos dados e eventos de chuvas convectivas, apresentando valores distintos para quase todo o período da pesquisa, não havendo um padrão sazonal, Gráfico 2.

Gráfico 2. Diferenças precipitadas da AE02 e dados do INMET, que são realizados de forma automática.



Dados apresentados em milímetros de chuva precipitada.

Foi possível verificar no período a evidência da divisão entre as estações do ano, principalmente quanto às características de estiagem e estação chuvosa, contrariando anos anteriores, foi observado medição de precipitação em todos os meses do período, com maiores volumes observados nos meses de janeiro, fevereiro e março, tendo o mês de outubro de 2021 com volumes consideráveis, comparado ao restante do período da pesquisa.

Contudo, foi possível verificar um contraste entre os dados coletados nas áreas efetuados pelos participantes e as medições realizadas pelo INMET (automatizado), diferenças observadas na soma mensal de cada área de estudo e dados apontados pelo Instituto Nacional de Meteorologia, que podem ser justificadas pela distância entre pontos de coleta e eventos de chuvas convectivas, cada vez mais comuns na região.

5.2 Valores de Precipitações Máximas Mensais

Os dados dos valores máximos mensais de precipitação observados em cada AE são apresentados na Tabela 8, separando os dados de maior volume de precipitação em cada AE e INMET, coletados no período da pesquisa, pode-se observar que em nove meses as AE apresentaram volumes diários superiores, se comparados com os registrados no INMET. Percebe-se também

que a diferença, que pode ter sido causada pela localização, principalmente quando da ocorrência de chuvas convectivas, frequentes em regiões de clima tropical, que está relacionado com fenômenos climáticos e eventos extremos que ocorrem pela diferença da temperatura nas camadas próximas à camada terrestre, observadas mesmo em pequenas regiões (BALICKI, ANDRADE, HORNES, 2020).

Tabela 8. Precipitações máximas registradas na série de dados em cada AE e na estação do INMET mais próxima.

Data	AE 01	AE 02	AE 04	AE 07	AE 03	AE 06	AE 05	AE 08	INMET
jan/21	36,0	28,0	33,0	32,0	33,0	25,0	28,0	24,0	81,2
fev/21	38,0	23,0	40,0	25,0	28,0	27,0	25,0	25,0	17,4
mar/21	50,0	56,0	50,0	55,0	49,0	49,0	52,0	50,0	41,4
abr/21	33,0	27,0	25,0	30,0	28,0	24,0	30,0	32,0	37,8
mai/21	33,0	31,0	33,0	28,0	30,0	32,0	25,0	30,0	2,0
jun/21	31,0	55,0	50,0	44,0	45,0	40,0	37,0	45,0	42,8
jul/21	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5	2,0	1,0	1,5	2,4
ago/21	18,0	16,0	15,0	12,0	15,0	14,0	8,0	10,0	9,4
set/21	15,0	31,0	25,0	7,0	12,0	8,0	10,0	20,0	36,2
out/21	51,0	45,0	45,0	42,0	45,0	46,0	47,0	45,0	35,0
nov/21	55,0	50,0	45,0	52,0	60,0	50,0	45,0	50,0	35,8
dez/21	85,0	74,0	65,0	65,0	60,0	50,0	48,0	80,0	66,6
jan/22	156,0	148,0	150,0	146,0	151,0	147,0	145,0	106,0	168,2
fev/22	50,0	52,0	52,0	58,0	58,0	55,0	48,0	57,5	75,8
mar/22	43,0	46,0	55,0	48,0	40,0	46,0	42,0	52,0	52,8

Os dados coletados durante o período da pesquisa para os valores máximos obtidos, não se mostraram padronizados quanto às diferenças apresentadas, tendo como base informações obtidas nos mesmos dias nos pontos de coleta, identificando janeiro, maio, de 2021 menores em dados do INMET e em janeiro de 2022 menor em dados da AE08, com episódios de discrepância entre as AE e INMET que podem ser explicados se associados a eventos de chuvas convectivas ou locais. Os Gráficos 3 e 4 mostram as diferenças dos resultados obtidos.

Gráfico 3. Representação gráfica mensal das máximas registradas em milímetros em um dia de chuva, durante o período da pesquisa.

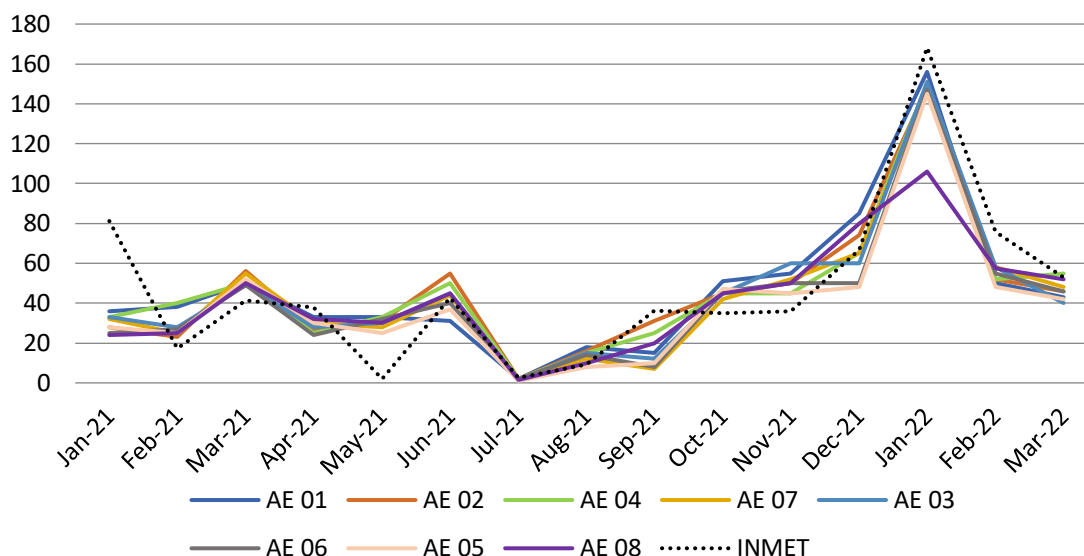
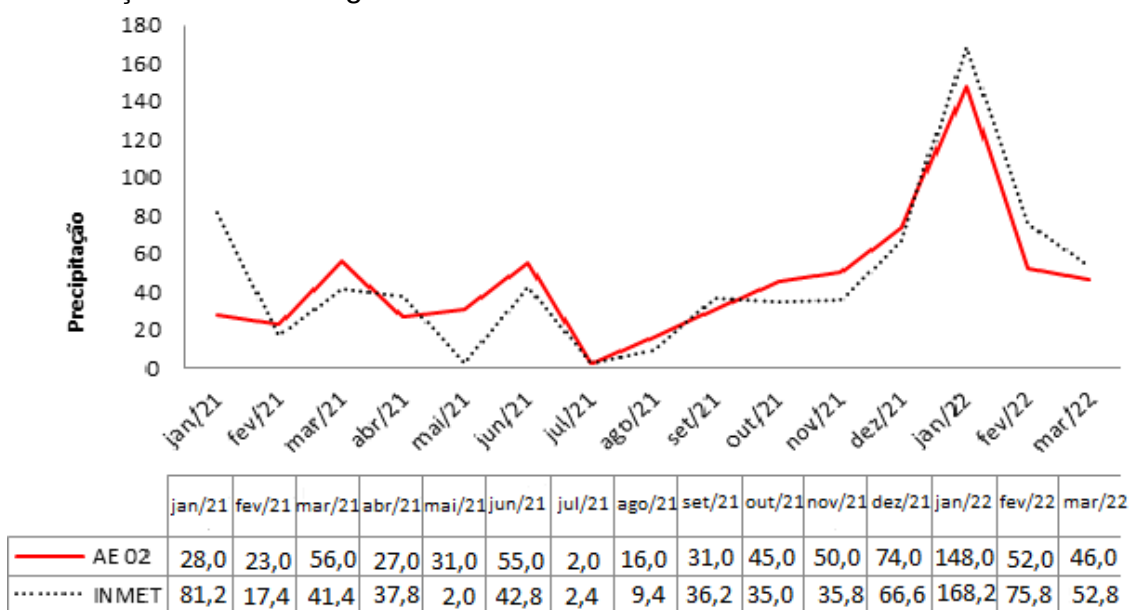


Gráfico 4. Comparação entre dois postos de coleta para melhor visibilidade da diferença dos dados registrados em milímetros.



Uma análise comparativa das máximas dos dados registrados na AE em fevereiro, março, maio, junho, agosto, outubro, novembro, dezembro de 2021, observa-se máxima precipitação maiores que os coletados pelo INMET, com uma inversão nos dados registrados efetuados em janeiro de 2021, com dados do INMET 40 mm maiores que os observados nas AE.

5.3 Estatística Descritiva

A observação dos resultados por meio de uma análise estatística tem o objetivo de fornecer informações complementares dos dados obtidos nos quinze meses do trabalho. A aplicação da estatística descritiva tem pretende descrever, resumir e organizar os dados para facilitar a visualização das variações dentro do conjunto de valores anotados por cada AE e do INMET. Os parâmetros analisados foram, a Média; Erro padrão; Mediana; Modo, Desvio padrão; Variância; Curtose; Assimetria; Intervalo; Mínimo; Máximo e Soma, que foi aplicado na soma mensal das AE e INMET (Tabela 9).

Tabela 9. Estatística descritiva da soma dos dados do período de 15 meses.

Média: somatória dos dados de cada AE e INMET dividido por n; Erro padrão: variação de uma média amostral em relação à média do conjunto amostral; Mediana: valor da variável que ocupa a posição central de um conjunto de dados;

Estatística descritiva	AE01	AE02	AE04	AE07	AE03	AE06	AE05	AE08	INMET
Média	114,4	108,2	116,7	110,1	110,1	108,5	105,7	108,8	103,4
Erro padrão	25,4	23,2	25,3	25,2	24,6	26,2	25,2	24,2	23,5
Mediana	92,5	90,5	82,0	96,5	89,0	77,0	75,0	84,0	84,6
Modo	67,0	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Desvio padrão	98,2	90,0	98,2	97,6	95,4	101,3	97,8	93,9	91,0
Variância	9639,3	8096,1	9638,2	9516,1	9102,9	10267,4	9559,8	8819,8	8275,4
Curtose	3,1	2,1	0,4	2,0	2,1	2,5	2,7	1,0	1,7
Assimetria	1,5	1,3	1,0	1,3	1,3	1,5	1,4	1,1	1,3
Intervalo	382,0	342,0	338,0	362,0	358,5	379,0	369,0	336,5	330,2
Mínimo	3,0	2,0	2,0	1,5	1,5	2,0	1,0	1,5	2,4
Máximo	385,0	344,0	340,0	363,5	360,0	381,0	370,0	338,0	332,6
Soma	1715,5	1623,0	1751,0	1651,0	1651,5	1627,5	1586,0	1631,5	1550,8
n	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Modo: valor com maior frequência, N/D= sem ocorrência de dados iguais; Desvio padrão: grau de dispersão da amostra em relação à média; Variância: indica a diferença em geral dos valores da amostra em relação à média; Curtose: medida de forma que caracteriza o achatamento da curva da função de distribuição de probabilidade de um conjunto de dados; Assimetria: indica o grau de distorção da curva de frequências dos dados entre média, moda e mediana, podendo ser positiva (a direita), ou negativa(a esquerda); Intervalo: diferença de valores entre os dados de mínimo e máximo presentes no conjunto analisado; Mínimo: menor valor observado; Máximo: maior valor observado; Soma: somatória dos dados observados; n: número de dados observados para cada AE e INMET.

As estatísticas demonstraram médias compatíveis, assim como os erros padrão. Os valores semelhantes de mediana também indicam uma distribuição semelhantes dos dados nos nove pontos de observação, confirmados pelos valores de assimetria e curtose. As distribuições são levemente assimétricas positivas, ou seja, existe uma maior concentração de valores na zona de valores inferiores da amostra e leptocurticas (mais alta e concentrada que a distribuição normal), com curtose maior que zero. Os desvios padrão e a variâncias também foram semelhantes, indicando uma dispersão semelhante dos dados. Por fim, a amplitude entre os valores máximos e mínimos, assim como a soma são semelhantes, mostrando que na escala de análise (anual ou maior), o monitoramento participativo pode ser considerado eficiente, pois os dados são equivalentes aos do INMET em todos os pontos.

5.4 Correlação entre os dados

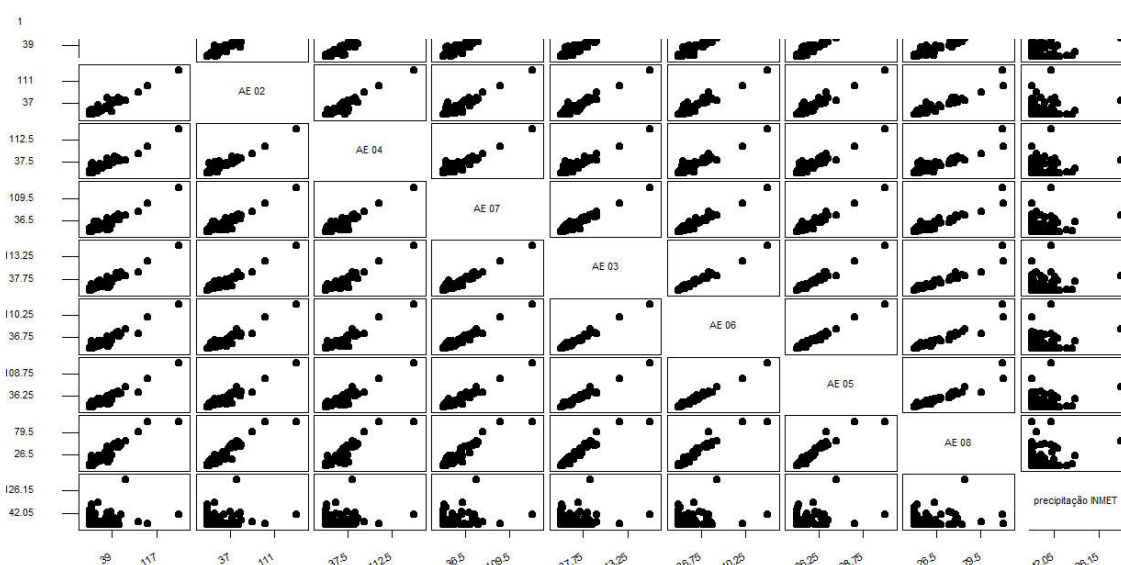
Mesmo sendo equivalentes aos dados do INMET em todos os pontos na escala anual, é necessário verificar a correlação entre os dados para verificar se os volumes precipitados se equivalem ao longo do tempo na escala mensal. Para isso, calculou-se o coeficiente de correlação de Pearson entre os totais mensais observados nos 15 meses de estudo. A Tabela 10 e Figura 18, mostram a correlação de dados de pluviosidade (mm), de cada AE em Parapuã e dados da estação do INMET da estação de Tupã SP.

Tabela 10. Correlação dos dados dos pontos de coleta utilizando o coeficiente de correlação de Pearson.

	AE 01	AE 02	AE 04	AE 07	AE 03	AE 06	AE 05	AE 08
AE 02	0,974							
AE 04	0,965	0,967						
AE 07	0,951	0,952	0,941					
AE 03	0,963	0,968	0,958	0,976				
AE 06	0,961	0,964	0,952	0,977	0,989			
AE 05	0,961	0,961	0,948	0,974	0,986	0,990		
AE 08	0,951	0,957	0,931	0,954	0,964	0,968	0,964	
INMET	0,220	0,191	0,190	0,244	0,220	0,247	0,266	0,231

Observa-se que a correlação entre os pontos de coleta participativa foi alta (superior a 0,9), mas quando se verifica a correlação entre todas as estações envolvidas na pesquisa com o INMET, percebe-se uma baixa correlação (inferior a 0,3). Isso pode ser justificado pela presença mais intensa de chuvas convectivas na região, forma de coleta presencial nas AE e automática no INMET, não devendo ser considerada a distância entre os pontos de coleta, já que na área de estudo onde estão distribuídos os pontos de coleta há distâncias se equivalem à estação do INMET, localizada em Tupã, Figura 19.

Figura 19. Correlação entre todas estações de coleta e INMET.



Uma vez que todas as oito AE apresentaram uma forte correlação, conclui-se que todas representam os mesmos fenômenos, ao contrário da estação do INMET. Se para a escala anual o monitoramento participativo foi eficiente, para a escala de eventos mensais já houve uma forte discrepância. Portanto, o monitoramento participativo pode ser utilizado para o planejamento das atividades hidroagrícolas, mas não para a tomada de decisão quando ao uso da água.

5.5 Diagnóstico da área

Para ilustrar a frequente consequência de ações resultantes da ignorância ambiental ou mesmo distorções dos conhecimentos advindos do monitoramento participativo da proposta até aqui desenvolvida, pode-se observar em imagens

recentes nas áreas de estudo, a criticidade hídrica cada vez mais presentes na região, com volumes decrescentes de água nos córregos e rios, tornando alguns riachos perenes em intermitentes, repercutindo negativamente em toda bacia, como o córrego Alheiro apresentado nas Figuras 20 e 21, que corta área da AE01 e AE03, que com as últimas crises hídricas, vem diminuindo seu volume e até deixando de fornecer água durante longos períodos.

Figura 20. Escassez hídrica contemporânea, tornando córregos perenes em corpos D'água intermitentes, AE01 em abril de 2022.



Fonte: Acervo do autor.

Figura 21. Córrego Alheiro em junho de 2022, na AE01, sem a presença de água, fato que se iniciou em 2021.



Fonte: Acervo do autor.

Os rios da região não possuem um volume de água uniforme em todos os meses do ano, em Parapuã essa variação acontece conforme a precipitação que ocorre na bacia hidrográfica e que dá origem as águas de recarga, fato que vem comprometendo a cada ano o volume dos rios no município, realidade que pode ser justificada também pelo aumento do consumo hídrico dos vários setores da sociedade, Figura 22.

Figura 22. Rio do Peixe próximo a AE06 em 4/08/21, em um dos piores volumes dos últimos anos.



Fonte: Acervo do autor.

Além do baixo volume dos córregos e rios no município, consequência dos baixos índices pluviométricos dos últimos anos, é preciso salientar que há também uma baixa cobertura ciliar no entorno dos corpos d'água, o que poderia favorecer uma maior infiltração das águas, além de indícios da presença de gado em toda área que deveria estar protegida, local próximo à AE04, Figura 23.

Figura 23. Córrego Drava, afluente do rio Aguapeí, visão da falta de cobertura ciliar, em 4/08/21.



Fonte: Acervo do autor.

Estudos de monitoramento participativo, como visto ao longo da revisão de literatura, pode nos levar a uma série de apontamentos, que nos remete em uma melhor preparação para a coleta dos dados e do interesse dos envolvidos, apontando a importância de mostrar a realidade mais localizada para a tomada de decisões cruciais para o sucesso produtivo e futuras ações a fim de minimizar os efeitos conhecidos das recentes crises hídricas. Assim, a princípio é preciso conhecimento para solucionar, ou ao menos diminuir os efeitos prejudiciais da falta d'água, com educação, recuperação, monitoramento, com consciência ambiental de forma interdisciplinar.

Com as alterações negativas nos volumes pluviométricos observados, com o aumento na demanda por água, as crises futuras podem acelerar os problemas contemporâneos, não só nas áreas de estudo, assim como em todo mundo, com efeitos de uma ilusão de exploração infinita dos recursos naturais.

A pesquisa realizada na região das bacias dos rios Aguapeí e Peixe, no município de Parapuã e Tupã, apresentam resultados importantes na compreensão dos aspectos climáticos da série de dados analisados, apontando

a relação indiscutível entre a precipitação e a qualidade de vida da população em suas atividades. É fato, que este estudo pode contribuir na construção de políticas públicas e no conhecimento científico para a resolução de problemas contemporâneos, com um diagnóstico atualizado da realidade local, espelhados ao encontrado em outras regiões brasileiras. Mas nada adianta estudos, pesquisas, trabalhos desenvolvidos pelos diversos setores se não aplicados ou utilizados na solução dos problemas apontados, a crise hídrica e suas consequências está presente em diversas regiões, e enquanto estudos forem ignorados pelos setores responsáveis por ações de políticas públicas voltadas à restauração da normalidade hídrica e ambiental, continuaremos a apontar problemas e soluções, sem verificar a construção dos caminhos à sustentabilidade. É preciso que inicialmente os administradores públicos observem com atenção os resultados de anos de investigação e tempo dispensado para alcançar o desenvolvimento sustentável que se deseja, bastando apenas a aplicação dos conhecimentos distribuídos nas diversas áreas, que estão atualmente interligadas numa rede de informações necessárias para alcançar um desenvolvimento que suporte as mudanças climáticas advindas das ações humana.

6 CONCLUSÃO

Os resultados apontaram melhores correlações entre as AEs, mas com baixa correlação entre as AEs e dados do INMET, no monitoramento da precipitação no período hidrológico de 15 meses, que podem ser justificadas por diversos fatores, entre eles está a forma de coleta manual, que podem incidir em erros de leitura entre os participantes do estudo, comparados aos dados obtidos e registrados por repositórios oficiais de dados (INMET), em comparados aos dados gerados de forma automática. Outro fator da falta de correlação entre as AEs e INMET, está em eventos de chuvas convectivas, cada vez mais frequentes na região e estão sendo observadas mesmo em pequenas extensões territoriais.

Contudo, por se tratar de bacias com grandes semelhanças geográficas, o estudo embasado em dados de monitoramento participativo pode viabilizar o planejamento de ações para disciplinar o uso sustentável dos recursos hídricos, podendo ser aplicado nas duas bacias hidrográficas (Aguapeí e Peixe),

facilitando o início de um protocolo de monitoramento participativo em âmbito municipal envolvendo os proprietários rurais, uma proposta com base no ciclo da água que geram condições para a formação das chuvas, principal fonte de recarga dos corpos d'água e aquíferos (livres ou confinados), na micro região de Parapuã. Destacando ainda, a importância do monitoramento participativo em pequenos núcleos rurais, que mostram cenários desse evento climático com tantas variações e consequências, com a necessidade de mudar os conceitos no uso dos recursos hídricos para que no futuro a sustentabilidade possa ser transformada na realidade pretendida.

Pesquisas como esta que se finaliza, que estuda os problemas e possíveis soluções para a sustentabilidade hídrica, apresentam caminhos e ações para melhorar a gestão dos recursos hídricos, este trabalho também mostra uma ideia para a organização de dados pluviométricos de uma região, com baixo custo, como forma de trazer a realidade hídrica regional, importante na conscientização e enfrentamento da mudança climática que se agrava, para viabilizar o planejamento de ações que possam minimizar os efeitos prejudiciais da falta de água no município e nas UGRHIs 20 e 21.

REFERÊNCIAS

- ANA – Agência Nacional das Águas (Brasil). O Comitê de Bacias Hidrográficas: o que é que faz? **Caderno de capacitação em Recursos Hídricos**, v. 1, Brasília: 2011. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/CadernosDeCapacitacao1.pdf>. Acesso: 04 jul. 2022.
- ANDRADE, Márcio A.; MELLO, Carlos R.de; BESKOW, Samuel. Simulação hidrológica em uma bacia hidrográfica representativa dos Latossolos na região Alto Rio Grande, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 69-76, 2013, DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000100010>. Acesso em: 07 jun. 2022.
- ARMOND, Núbia Beray; SANT'ANNA NETO, João Lima. Entre eventos e episódios: ritmo climático e excepcionalidade para uma abordagem geográfica do clima no município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, vol. 20, 2017. DOI: DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v20i0.49792>. Acesso em: 12 mar. 2020.
- BALICKI, Marcos; ANDRADE, Aparecido Ribeiro, & HORNES, Karin Linete. (2020). GÊNESE E IMPACTO DE TEMPESTADES SEVERAS NO ESTADO DO PARANÁ (BRASIL). **Revista Brasileira De Climatologia** (Impresso), 2020, Vol.26. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/71335/40622>. Acesso em: 19 set. 2022.
- BRASIL. **Lei nº. 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Brasília: DOU de 9/1/1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm. Acesso em: 28 maio 2020.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. **A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**: edição comemorativa do Dia Mundial da Água. Brasília: ANA, 2002.
- CINTRA, Luana Santana *et al.* Monitoramento de parâmetros de qualidade da água do Rio Paraíba do Sul em Campos dos Goytacazes/RJ. **HOLOS**, v. 5, p. 1-16, 2020. DOI: 10.15628/holos.2020.9564. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/9564>. Acesso em: 30 maio 2022.
- CRISTALDO, Márcia Ferreira *et al.* Previsão probabilística de enchentes para uma pequena bacia hidrográfica do Pantanal. **Revista ambiente & água**, 13(4), p.1-10. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/RBMVcxgX8H8MPwWFbJzDBVt/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 jul. 2021.

COORDENADORIA DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL (CATI). **Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do estado de São Paulo**, 2017. Disponível em: <https://www.cdrs.sp.gov.br/projetolupa/dadosmunicipais1617.php>. Acesso em: 27 out. 2021.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEI E PEIXE – CBH-AP. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe**. Marília, SP, 1997. Disponível em: <http://cbhap.org/publicacoes/relatorioz/>. Acesso em: 12 set. 2020.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE– CBH-AP. Plano das bacias dos rios Aguapeí e Peixe. **Caderno Síntese das Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe**, CBH-AP. Marília-SP, 2008. Disponível em: <http://cbhap.org/publicacoes/pbh/>. Acesso em: 15 ago. 2020.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE– CBH-AP. **Plano de Bacia das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Rios Aguapeí e Peixe (UGRHI - 20 e 21)**. Marília-SP, 2016. Disponível em: <http://cbhap.org/publicacoes/pbh/>. Acesso em: 22 ago. 2020.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEI E PEIXE – CBH-AP. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, 2019 – ano base 2018**. Marília, SP, 2019. Disponível em: <http://cbhap.org/publicacoes/relatorios/>. Acesso em: 13 fev. 2022.

CONTAR, Thaisa de Souza; DESTRO, César Augusto Medeiros; LIMA, Gilson Alberto Rosa. Influência de dados censurados no cálculo da concentração média das variáveis de qualidade da água demanda química de oxigênio e fosfato. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 191-198, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522015020000121484>. Acesso em: 20 set. 2020

DIAS, Cláudio Luiz. **Critérios para projeto de rede de monitoramento de águas subterrâneas** – proposta de implantação na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, SP. São Paulo, 2005. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/wp-content/uploads/sites/30/2016/06/Dissertacao_Claudio_Dias.pdf Acesso em: 12 mar. 2022.

D'COSTA, Avelino H *et al.* The Backwater Clam (*Meretrix casta*) as a bioindicator species for monitoring the pollution of an estuarine environment by genotoxic agents. **Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v.825, p.8-14, 2018. Disponível em: <https://europepmc.org/article/med/29307377>. Acesso em: 09 fev. 2021

FERREIRA, Fernanda Neves *et al.* Gestão de recursos hídricos na Amazônia: um panorama da participação da sociedade civil nos espaços deliberativos. **Holos**, 8(8), p.336-351, 2017. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/6505>. Acesso em: 13 out. 2020.

FREITAS, Eduardo P. *et al.* Indicadores ambientais para área de preservação permanente. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 4, p. 443-449, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000400013>. Acesso em: 03 set. 2020.

FULAN, José Anderson; DAVANSO, Rosemary; HENRY, Raoul. A variação nictemeral das variáveis físicas e químicas da água influencia a abundância dos macroinvertebrados aquáticos? **Revista Brasileira de Biociências**. V7, n.2, p. 150-154, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1159>. Acesso em 13 jan. 2022.

Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <http://geo.fbds.org.br/SP/PARAPUA/> Acesso em 23 abril 2023.

GIATTI, Leandro Luiz *et al.* O nexos água, energia e alimentos no contexto da Metrópole Paulista. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 88, p. 43-61, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.30880005>. Acesso em: 06 set. 2021.

GIBSON, Robert B. *et al.* **Sustainability Assessment: Criteria, Processes and Applications**. London: Earthscan, 2005.

GONÇALVES, Moises Marçal; PENNER, Giovanni Chaves; MARTINS, Rubens Takeji Aoki Araújo. Adaptação da metodologia de Thornthwaite e Mather para balanço hídrico em uma microbacia hidrográfica. **Research, Society and Development**, 9(8), p.e920986060. 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6060>. Acesso em: 15 maio 2022.

HARTER Thomas. California's agricultural regions gear up to actively manage groundwater use and protection. **Calif Agr** 69(3):193-201, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3733/ca.E.v069n03p193>. Acesso em: 12 maio 2022.

HELSEL, Dennis R. **Nondetects And Data Analysis: statistics for censored environmental data**. New York: John Wily and Sons, 2005.

HONDA, Eliane Akkiko; DURIGAN, Giselda. A restauração de ecossistemas e a produção de água. **Hoehnea**, São Paulo, v. 44, n. 3, p. 315-327, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-89062017000300315&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 set. 2021.

INMET, **Instituto Nacional de Meteorologia**. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Brasília-DF, 2021. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/#>. Acesso em: 21 nov. 2021.

JUNIOR, Emerson Leão; GALO, Maria de Lourdes Bueno; IVÁNOVÁ, Ivana. Comparação entre abordagens de classificação por pixel e baseada em objeto para o monitoramento de recursos hídricos. **Revista Brasileira de Cartografia**, vol. 70, n. 4, outubro/dezembro, 2018. Disponível em: https://redib.org/Record/oai_articulo2117836-compara%C3%A7%C3%A3o-entre-abordagens-de-classifica%C3%A7%C3%A3o-por-pixel-e-baseada-em-objeto-para-o-monitoramento-de-recursos-h%C3%ADdricos. Acesso em: 21 maio 2022.

LANNA, Antônio Eduardo. A economia dos recursos hídricos: os desafios da alocação eficiente de um recurso (cada vez mais) escasso. **Dossiê Água**. Estud. av., São Paulo, v. 22, n. 63, p. 113-130, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200008&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 set. 2021.

LIMA, Elton Ferreira *et al.* Estimativa da evapotranspiração de referência com base em modelos de temperatura do ar e radiação solar para o Município de Estreito – MA. **Research, Society and Development**, 10(5), p.e23410514881. 2021. Disponível em: https://redib.org/Record/oai_articulo3195246-estimativa-da-evapotranspira%C3%A7%C3%A3o-de-refer%C3%Aancia-com-base-em-modelos-de-temperatura-do-ar-e-radia%C3%A7%C3%A3o-solar-para-o-munic%C3%ADpio-de-estrito-%E2%80%93-ma. Acesso em: 10 set. 2022

LIRA, Waleska Silveira; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. (Orgs). **Gestão sustentável dos recursos naturais**: uma abordagem participativa. Campina Grande: EDUEPB, 2013.

MAGALHÃES JR., Antônio Pereira; NETTO, Oscar de Moraes Cordeiro. Ciência, cognição e informação na operacionalização da gestão participativa da água no Brasil. **Sociedade e Estado** [online], v. 18, n. 1-2, p. 221-256, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-69922003000100012>. Acesso em: 26 maio 2022.

MANZIONE, Rodrigo Lilla. **Águas Subterrâneas**: conceitos e aplicações sob uma visão multidisciplinar. Jundiaí: Paco Editorial, 2015.

MARTINS, Gerson Lucas Alves *et al.* Qualidade da água do rio Setúbal em Jenipapo de Minas - MG após construção de barragem. **Revista Ambiente Água**, Taubaté, v. 12, n. 6, p. 1025-1039, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2017000601025&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 06 out. 2021.

MOMM, Sandra *et al.* Permanência e transição no planejamento e a crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo. **EURE (Santiago)**, Santiago, v. 47, n. 140, p. 199-219, 2021. Disponível em: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612021000100199&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 30 maio 2022.

MONÇÃO, Alexandre Genildo; VELOSO, Rômulo Barbosa. A importância das águas subterrâneas para a gestão integrada dos recursos hídricos: captação, controle e monitoramento na bacia do rio Verde Grande. **Águas Subterrâneas**, [S. l.], v. 35, n. 1, 2021. DOI: 10.14295/ras.v35i1.30026. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/30026>. Acesso em: 27 maio 2022.

MONTEIRO, Hyure Souza; FARIAS, Fabrício de Oliveira. Investigando a precipitação da chuva através de um "Pluviômetro Alternativo" no IFAM-CMC. **Educitec** - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, Manaus, Brasil, v. 5, n. 11, 2019. DOI: 10.31417/educitec.v5i11.761. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/761>. Acesso em: 02 set. 2022.

MORALES, Renzo Aangelo Viloche; ARAUJO, Carlos Eduardo Sales de. Avaliação e Comparação de Dois Métodos de Qualificação de Dados Diários de Precipitação no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, n. 1, pp. 65-75, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-778632120150154>. Acesso em: 02 set. 2022.

NAVA, Aira; MANZIONE, Rodrigo Lilla. Resposta de níveis freáticos do sistema Aquífero Bauru (formação adamantina) em função da precipitação e evapotranspiração sob diferentes usos da terra. **Águas Subterrâneas**, v. 29, n. 2, p. 191-201, 2015. DOI: 10.14295/ras.v29i2.28402. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28402>. Acesso em: 29 jul. 2022.

OLIVEIRA, João Bertoldo de. **Solos do Estado de São Paulo**: descrição das classes registradas no mapa pedológico. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999.

PASTICH, Elizabeth A., *et al.* The Influence of Environmental Factors on the Diel Variation of Phytoplankton in Stabilization Ponds/Influencia De Factores Ambientales En El Ciclo Diurno Del Fitoplancton En Lagunas De Estabilizacion/Influencia Dos Fatores Ambientais No Ciclo Nictemeral Do Fitoplancton Em Lagoas De Estabilizado. **Interciencia**, vol. 41, no. 5, p. 330. 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33945552007.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2021

PEREIRA, Marco Alésio Figueiredo; BARBIEIRO, Bruno Lippo; QUEVEDO, Daniela Muller de. Importância do monitoramento e disponibilização de dados hidrológicos para a gestão integrada dos recursos hídricos. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 32, p. 308–320, 2020. DOI: 10.14393/SN-v32-2020-43458. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/43458>. Acesso em: 06 maio 2022.

Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Parapuã – SP. PMGIRS. Prefeitura municipal de Parapuã, 2017.

Disponível em: <https://www.parapua.sp.gov.br/arquivo/downloads/pmgirs-diag-1596475917.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.

REGUERA, Pablo; COUCEIRO, Lúcia; FERNANDEZ, Nurea. A review of the empirical literature on the use of limpets *Patella* spp. (Mollusca: Gastropoda) as bioindicators of environmental quality. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 148, p. 593-600, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651317307571?via%3Dihub>. Acesso em: 02 set. 2022.

ROCHA, Paulo César; SANTOS, Aline Aparecida dos. Análise hidrológica em bacias hidrográficas. **Mercator**, Fortaleza, v. 17, e17025, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.4215/rm2018.e17025>. Acesso em: 06 out. 2021.

SALES, Dhiego da Silva; OLIVEIRA, Vicente de Paulo Santos; LUGON JUNIOR, Jader. Geotecnologias como suporte ao diagnóstico da dinâmica Geomorfológico-fluvial do baixo curso do Rio Paraíba do sul. **MIX Sustentável**, 6(1), p.91-103. 2020. DOI: <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n1.91-103>. Acesso em: 02 mar. 2022.

SANTOS, Fernanda Dias dos. *et al.* Contribuição ao zoneamento agrossilvipastoril com base na perda de solo e balanço hídrico climatológico. **Research, Society and Development**, 10(8), p.e35710817517. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17517>. Acesso em: 29 jul. 2022.

SANTOS, Gilmar O.; HERNANDEZ, Fernando B. T. Uso do solo e monitoramento dos recursos hídricos no córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental [online]**. v. 17, n. 1 p. 60-68, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000100009>. Acesso em: 02 set. 2022.

SILVA, Adler Linconl Severino da. *et al.*, Aperfeiçoamento e monitoramento de estação para tratamento e aplicação agrícola de água cinza no semiárido Brasileiro. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, 12(9), p.175-191. 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.009.0014>. Acesso em: 29 jul. 2022.

SILVA, Bruno Neves. da. *et al.* Interseções entre resiliência e qualidade de vida em mulheres rurais: estudo de métodos mistos. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 30. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rlae/a/Gkjg9DPnRHNgzBGchH5Hc6b/>. Acesso em: 27 maio 2022.

SILVA, Carlos Wendel Gomes da. *et al.* Uso de instrumento de baixo custo na medição de precipitação pluviométrica no município de Salgueiro–PE. **Revista Semiárido De Visu**, 5(1), p. 38-44. 2017. Disponível em:

<https://periodicos.ifsertao-pe.edu.br/ojs2/index.php/semiariidodevisu/article/view/294>. Acesso em: 03 abr. 2022.

SILVA, Enid Rocha Andrade da (Coord.). Agenda 2030: ODS - Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília: **IPEA**, 2018. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8855%0Ahttps://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&id=33895.

Acesso em: 31 maio 2020.

SILVA, Mariéle Alves Ferrer da; HIGUCHI, Pedro; SILVA, Ana Carolina da. Impacto de mudanças climáticas sobre a distribuição geográfica potencial de *Ilex paraguariensis*. **Rodriguésia**, 69(4), p. 2069-2079. 2018. DOI: 10.1590/2175-7860201869437. Acesso em: 03 abr. 2022.

SILVA, Talita Fernanda das Graças. *et al.* Modelagem da Lagoa da Pampulha: uma ferramenta para avaliar o impacto da bacia hidrográfica na dinâmica do fitoplâncton. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p. 95-108, 2016.

<https://doi.org/10.1590/S1413-41520201600100125692>. Acesso em: 15 abr. 2022.

SINGH, Rajesh Kumar. *et al.* An overview of sustainability assessment methodologies. **Ecological Indicators**, v. 15, n. 1, 2012. Disponível em: <http://www.pvsustain.org/dmdocuments/Class%203%20Singh%20Sustainable%20Assessment.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2022.

SOUZA, Cleiton Pereira de; GUEDES, Thays de Andrade; FONTANETTI, Carmem Silva. Evaluation of herbicides action on plant bioindicators by genetic biomarkers: a review. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.188, n.12, p.694, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27888426/>. Acesso em: 04 jun. 2022.

SOUZA, Jorge Luiz Moretti. *et al.* Precipitação medida com pluviômetros alternativos na região de Curitiba (PR). **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 11, p. S83-S92, 2013. Disponível em: http://www.moretti.agrarias.ufpr.br/publicacoes/tc_2013_academica_1.pdf. Acesso em: 02 set. 2022.

STATE WATER RESOURCE CONTROL BOARD – SWRCB. **Report to the Governor and Legislature: A comprehensive groundwater quality monitoring program for California**. 2003. Disponível em: https://www.waterboards.ca.gov/publications_forms/publications/legislative/docs/2003/ab599.pdf. Acesso em: 6 out. 2021.

SUGAHARA, Cibele Roberta. *et al.* Avaliação da sustentabilidade do plano das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2020-2035: análise dos indicadores de disponibilidade e demandas hídricas. **Gestão & Regionalidade**, v. 37, p. 301-318, 2021. DOI: <https://doi.org/10.13037/gr.vol37n112.7505>. Acesso em: 29 jul. 2022.

TEIXEIRA, Lucas André; AGUDO, Marcela de Moraes; TALAMONI, Jandira Liria Biscalquini. Análise do processo participativo em projetos ambientais desenvolvidos em um bairro de Bauru/SP. **Amazônia: Revista de Educação em ciências e Matemática**, v. 12, n. 23, p. 70-84, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2535/2763>. Acesso em: 30 nov. 2021.

TORRES, Cássia Juliana Fernandes. *et al.* Panorama do nexus água energia – energia – agricultura – indústria no contexto brasileiro. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 9 p. 753. 2020. DOI: 10.19177/rgsa.v9e02020753-780. Acesso em: 03 set. 2022.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; CLARKE, Robin Thomas. Environmental Issues in the la Plata Basin. **Water resources development**, 4 (2), p. 157-173, 1998. doi.org/10.1080/07900629849376. Acesso em: 06 out. 2021.

TUINHOF, Albert. *et al.* **Sustainable Groundwater Management: Concepts and Tools**. Groundwater Monitoring: Requirements for managing aquifer response and quality threats. GWMate. Briefing Note Series Briefing Note 9. World Bank. Global Water Partnership Associate Program. 10 p. 2004. Disponível em: <http://web.worldbank.org/archive/website00667/WEB/PDF/BN1.PDF>. Acesso em: 16 jun. 2022.

UIL. H. *et al.* **State of art on monitoring and assessment of groundwaters**. UN/ECE Task Force on Monitoring and Assessemt. Working Programme 1996/1999. Volume 4. The Netherlands Institute of Applird Geoscience: Lelystad, set. 1999. Disponível em: <https://www.un-igrac.org/sites/default/files/2021-07/State%20of%20the%20Art%20on%20Monitoring%20and%20Assessment%20of%20Groundwater.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2022.

UNEP/WHO. Water Quality Monitoring - **A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes**. Organização Mundial da Saúde. Genebra. 1996.

UNITED NATIONS WATER. Water security & the global water agenda. **UN Water Analytical Brief**. Hamilton, Canada: UN University, 2013.

VELOSO, Gabriel Alves, FERREIRA, Manuel Eduardo, SILVA, Bernardo Barbosa da. Determinação da evapotranspiração real diária em áreas irrigadas do projeto Jaíba (Minas Gerais, Brasil), mediante imagens Landsat 5 –TM.

Revista Cerrados. Montes Claros, v. 15, n. 1, p. 53-76, 2017. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/cerrados/article/view/1333>.

Acesso em: 16 jun. 2022.

WALCZUK, André; CAMPOS, José Eloi Guimarães; AZEVEDO, Júlio Henrichs de. Recarga de Aquíferos em Região de Clima Semiárido: uma Análise Acoplada entre Variabilidade Pluviométrica e Características Pedológicas. **Anuário do Instituto de Geociências**, 42(3), pp.536–557. 2019.

Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/31234>.

Acesso em: 06 ago. 2022.

WENDELBERGER, Joanne; CAMPBELL, Katherine. Non-detect data in environmental investigations. In: **American Statistical Association Conference**. Toronto, 1994.