



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
DOUTORADO EM AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA ANTRÓPICA DA ÁREA RURAL NA
QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DE ALTA
FLORESTA/MT**

Lauriano Antônio Barella

Lajeado/RS, dezembro de 2020

Lauriano Antônio Barella

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA ANTRÓPICA DA ÁREA RURAL NA
QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DE ALTA
FLORESTA/MT**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para obtenção do título de Doutor em Ambiente e Desenvolvimento, na linha de pesquisa Tecnologia e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Miranda Ethur

Coorientadora: Prof.^a Dra. Lucélia Hoehne

Lajeado/RS, dezembro de 2020

Lauriano Antônio Barella

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA ANTRÓPICA DA ÁREA RURAL NA
QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DE ALTA
FLORESTA/MT**

A Banca examinadora abaixo aprova a Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ambiente e Desenvolvimento, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para a obtenção do título de Doutor em Ambiente e Desenvolvimento, na área de concentração Tecnologias e Ambiente:

Prof. Dr. Eduardo Miranda Ethur
Universidade do Vale do Taquari

Prof.^a Dra. Lucélia Hoehne
Universidade do Vale do Taquari

Prof. Dr. Alexandre André Feil
Universidade do Vale do Taquari

Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras
Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Odorico Konrad
Universidade do Vale do Taquari

Lajeado, dezembro de 2020

AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo que permitiu a saúde e me deu sabedoria e iluminou os caminhos ao longo dessa tese.

Aos meus antepassados, que perpetuaram a vida até a minha geração.

Aos meus pais Gabriel Barella (*in memoriam*) e Armelinda Lazzaretti Barella (*in memoriam*), que me passaram a vida.

A UNIVATES, seu corpo docente, direção e Administração, pela dedicação, prestatividade e a forma simples de resolver as situações que mereciam soluções.

Ao Ilustre Prof. Dr. Eduardo Miranda Ethur pela tolerância, paciência e dedicação, sendo uma peça fundamental no balizamento do trabalho.

A Prof.^a Dra. Lucélia Hoehne que aceitou ser a coorientadora dessa tese, colaborando da sua forma no decorrer desse trabalho.

A minha querida esposa Adailma e a minha filha Laura, que abriram mão de parte do tempo que seriam dedicadas a elas para que fosse possível chegar ao final dessa tese.

E a todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização do trabalho, o meu muito obrigado.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar aspectos referentes à qualidade dos recursos hídricos da área rural da Bacia Mariana I em Alta Floresta (MT), por meio de análise físico-química dos seguintes componentes: condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$); pH-potencial hidrogeniônico; oxigênio dissolvido (mg/L); turbidez; perfil térmico ($^{\circ}\text{C}$) e vazão. Ainda foram feitas as seguintes análises: coliformes totais e fecais (*Escherichia coli*). O estudo foi desenvolvido por meio de revisão bibliográfica e documental, quanto, resultados das análises de laboratório e registro fotográfico no trabalho de campo, análise de gráficos e de imagens de satélite. Com base nos procedimentos metodológicos e resultados apresentados na pesquisa, baseados nos dados das coletas de julho de 2017, outubro de 2017 e janeiro de 2018, foi demonstrado que ocorrem variações na qualidade da água entre os períodos de estiagem e de chuvas, em todos os itens avaliados. A influência antrópica impacta nos corpos hídricos Bacia Mariana I, onde o índice calculado através do programa AMBITEC Ciclo de Vida é de 49,10 significando uma vulnerabilidade média, onde o principal fator impactante é a forma da utilização do solo, contudo o índice de reflorestamento vem aumentando gradativamente com o passar do tempo o que não exima os riscos da degradação dos recursos hídricos da Bacia Mariana I, onde a agricultura vem ganhando espaço em áreas que eram ocupadas pela pecuária tanto de corte, como de leite. O monitoramento constante dos recursos hídricos e o desenvolvimento de políticas e programas de melhorias de conscientização ambiental podem ser uma alternativa no processo rumo à diminuição dos efeitos antrópicos nos corpos hídricos da Bacia Mariana I. Com base nos resultados desta pesquisa, fica sugerida a ampliação das análises e o desenvolvimento de um monitoramento constante para a manutenção dos padrões de qualidade. Conclui-se que os resultados apresentados na pesquisa fornecem dados que podem servir de parâmetros para tomada de decisões da gestão dos recursos hídricos da Bacia Mariana I.

Palavras- chave: Alta Floresta. Gestão ambiental. Recursos Hídricos. Degradação.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate aspects related to the quality of water resources in the rural area of the Mariana Basin I in Alta Floresta (MT), through physical-chemical analysis of the following components: electrical conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$); pH-hydrogen potential; dissolved oxygen (mg/L); turbidity; thermal profile ($^{\circ}\text{C}$) and flow. The following analyzes were also carried out: total and fecal coliforms (*Escherichia coli*). The study was developed through bibliographic and legal review as well as laboratory analysis through photographic record, graphics and satellite images. Based on the methodological procedures and results presented in the research taking for granted data collections from July 2017, October 2017 and January 2018, it is revealed that there are variations in the quality of water between the periods of drought and rains, in all the items evaluated. Anthropogenic influence impacts on water bodies in the Mariana I Basin, where the index calculated through the AMBITEC Life Cycle program is 49.10, meaning an average vulnerability, where the main impacting factor is the form of land use. However, the reforestation index comes gradually increasing over time, which does not exempt the risks of the degradation of water resources in the Mariana I Basin, where agriculture has been gaining space in areas that were occupied by both beef and dairy cattle. The constant monitoring of water resources and the development of environmental awareness improvement policies and programs can be an alternative in the process towards reducing the anthropic effects on water bodies in the Mariana Basin I. Based on the results of this research, it is suggested further expansion of the analysis and the development of constant monitoring to maintain quality standards. It is concluded that the results presented in the research provide data that can serve as parameters for decision-making in the management of water resources in the Mariana Basin I.

Keywords: Alta Floresta. Environmental management. Water resource. Degradation.

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo evaluar aspectos relacionados sobre la calidad de los recursos hídricos en el área rural de la Cuenca Mariana I en Alta Floresta (MT), mediante el análisis fisicoquímico de los siguientes componentes: conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$); potencial hidrogeniónico de pH; oxígeno disuelto (mg/L); turbiedad; perfil térmico ($^{\circ}\text{C}$) y caudal. También se realizaron los siguientes análisis: coliformes totales y fecales (*Escherichia coli*). El estudio se desarrolló mediante revisión bibliográfica y documental. Cuanto a los resultados se utilizó de análisis de laboratorio y registro fotográfico en el trabajo de campo, análisis de gráficos e imágenes de satélite. Con base en los procedimientos metodológicos y resultados presentados en la encuesta, y en los datos de las recolecciones de julio de 2017, octubre de 2017 y enero de 2018, se demostró que las variaciones en la calidad del agua ocurren entre los períodos seco y lluvioso, en todos los ítems evaluados. La influencia antrópica impacta en los cuerpos de agua Cuenca Mariana I, donde el índice calculado a través del programa de Ciclo de Vida AMBITEC es 49.10, es decir una vulnerabilidad promedio, donde el principal factor de impacto es la forma de uso del suelo. Sin embargo, el índice de reforestación ha ido aumentando gradualmente durante tiempo, lo que no elimina los riesgos de degradación de los recursos hídricos en la Cuenca Mariana I, donde la agricultura ha abierto terreno en áreas ocupadas tanto por ganado vacuno como lechero. El monitoreo constante de los recursos hídricos y el desarrollo de políticas y programas para mejorar la conciencia ambiental puede ser una alternativa en el proceso hacia la reducción de los efectos antropogénicos en los cuerpos de agua de la Cuenca Mariana I. Con base en los resultados de esta investigación, se sugiere ampliar el análisis y desarrollo de un seguimiento constante a fines de se mantener los estándares de calidad. Se concluye que los resultados presentados en la investigación brindan datos que pueden servir como parámetros para la toma de decisiones en el manejo de los recursos hídricos en la Cuenca Mariana I.

Palabras clave: Alta Floresta. Gestión ambiental. Recursos hídricos. Degradación.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização Bacia Mariana I.....	30
Figura 2 – Localização dos Pontos de coleta.....	31
Figura 3 – Distribuição Pluviométrica mensal do município de Alta Floresta MT.....	32
Figura 4 – Evolução das publicações sobre Recursos Hídricos.....	40
Figura 5 – Evolução das publicações sobre recursos hídricos em língua portuguesa	41
Figura 6 – Grupos de Pesquisa sobre Recursos Hídricos no Brasil.....	42
Figura 7 – Classificação do uso do solo no ano de 1990.....	53
Figura 8 – Assoreamento corpo hídrico.....	54
Figura 9 – Evolução antrópica na Bacia Mariana I no ano de 2009.....	55
Figura 10 – Classe de Uso do Solo Bacia Mariana I ano 2019.....	58
Figura 11 – Assoreamento direcionamento águas pluviais.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas dos pontos de coleta.....	31
Tabela 2 - Indicadores e critérios de avaliação do índice de vulnerabilidade.....	36
Tabela 3 - Níveis de Vulnerabilidade.....	37
Tabela 4 - Parâmetros morfológicos da Bacia Mariana I.....	49
Tabela 5 - Comparativo Classes de Uso do Solo 2009 <i>versus</i> 2019.....	59
Tabela 6 - Impactos, indicadores e critério.....	63
Tabela 7 - Valores de vulnerabilidade Bacia Mariana I.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.C.	Antes de Cristo
°C	Graus Celsius
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
ECP	Estado de Calamidade Pública
ICV	Instituto Centro Vida
IMEA	Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IVA	Índice de Vulnerabilidade Ambiental
NMP	Número Mais Provável
ONU	Organização das Nações Unidas
OSCIP	Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
PIB	Produto Interno Bruto
SE	Situação de Emergência
SINGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
UNEMAT	Universidade do Estado de Mato Grosso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Objetivo geral.....	15
1.1.2 Objetivos específicos.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3 METODOLOGIA	29
3.1 Escolha do local de pesquisa	30
3.1.1 Espacialização da amostra.....	30
3.1.2 Periodização da amostra	32
3.2 Escolha dos métodos	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 Mapeamento da produção científica sobre análise ou avaliação físico-química sobre recursos hídricos.....	39
4.1.1 Análise de indicadores com base na resolução CONAMA nº 357/2005.....	43
4.2 Morfologia da Bacia Hidrográfica Mariana I.....	48
4.2.1 Aspectos físico químicos dos recursos hídricos da Bacia Mariana I.....	51
4.2.2 Aspectos socioeconômicos.....	51
4.3 Ciclo de atividades do sistema de tratamento de água.....	60
4.4 Características das atividades econômicas da Bacia Mariana I.....	62
4.5 Análise da vulnerabilidade sobre os recursos Hídricos.....	62
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
REFERÊNCIAS.....	67

1 INTRODUÇÃO

Até o período Neolítico (aproximadamente 5000 a.C.), o sistema de vida dos seres humanos era de forma nômade, mudando suas habitações conforme os recursos naturais se esgotavam, ou sentiam a necessidade de novos recursos em função da evolução natural e de novos processos de socialização, muitas vezes ocasionadas por conflitos (FABER, 2011).

O berço da civilização segundo pesquisadores surgiu por volta de 4.000 a.C. Essas primeiras civilizações se formaram em torno ou em função de grandes rios: A Mesopotâmia estava ligada aos Rios Tigre e Eufrates, o Egito ao Nilo, a Índia ao Indo e a China ao Amarelo, como podemos observar no Mapa 01 (FABER, 2011). Com o passar do tempo, a vida do ser humano passou a sofrer mudanças, quando a agricultura se desenvolveu e houve a necessidade de uma organização social, surgindo as primeiras cidades. Essas estruturas exigiam um maior controle na utilização dos recursos naturais, uma vez que não mais havia interesses em deslocamentos, por causa das construções permanentes e esforços gastos nas construções, sendo o maior recurso natural necessário o hídrico.

As primeiras civilizações se formaram próximas aos corpos hídricos, o que facilitava o desenvolvimento, e a construção de barragens era um meio de acumular água no período onde havia abundância e liberar em períodos de escassez. As primeiras barragens tinham o objetivo de irrigação e abastecimento de água, atualmente os reservatórios são projetados para diversos fins, além de irrigação, abastecimento, produção de energia e outros (BURIN, 2011).

Com a formação dos reservatórios surgem outras atividades, como a pesca, turismo de visitação, esportes aquáticos e até mesmo praias artificiais. Um dos lagos mais conhecidos do Brasil é o de Itaipu, formado em 1982 com o fechamento das comportas do canal de desvio, que possui área de 1.350 km², sendo 770 no lado brasileiro e 580 no lado paraguaio. Com a criação do lago criou-se uma série de alternativas econômicas como clubes, praias artificiais, ancoradouros, marinas e parques. Essas estruturas, atraem milhares de pessoas para o lazer, em locais dotados de conforto e onde são realizadas competições esportivas, festas regionais e encontros culturais (ITAIPU, 2012).

O desenvolvimento da urbanização com o advento da Revolução Industrial no século XVIII concentrou as pessoas nas cidades, em função da necessidade de mão de obra das indústrias e a oportunidade de melhores remunerações, o que exigiu uma maior infraestrutura e condições de desenvolvimento.

Segundo Furtado (2013), há um certo consenso de que a infraestrutura, mais do que uma condição necessária ao desenvolvimento de diversas atividades econômicas, atua como importante catalisador do desenvolvimento econômico. Dessa forma, para que haja condições de desenvolvimento econômico a água é um dos mais importantes objetos nesse cenário, estando presente em praticamente todos os processos, domésticos, comerciais, industriais e públicos.

No que se refere ao Brasil, este é o país que tem o privilégio de ter o maior reservatório de água doce do planeta (12%). Mesmo assim, não garante a distribuição equilibrada desse recurso em todas as regiões, sendo que 80% dessa água se encontra na região norte, onde se concentra apenas 5% da população brasileira. Já na região litorânea, próximas ao Oceano Atlântico, concentram-se aproximadamente 45% da população, e há apenas 3% dos recursos hídricos do país (ANA, 2017).

A região Norte do país detém a maior bacia hidrográfica do planeta: a Bacia Amazônica. Tanta abundância talvez seja um dos motivos dos descasos, no que se refere à sua utilização e na preocupação com sua qualidade. É visível a contaminação gerada através do acúmulo de lixo e toneladas de dejetos, que podem repercutir em doenças principalmente em cidades ribeirinhas como Manaus (RYLO, 2017).

As doenças geradas por questões hídricas são responsáveis por um número significativo de mortes. Segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU), 36 mil pessoas morrem diariamente no mundo por falta de água potável e por carência de saneamento. Estima-se que 80% de todas as moléstias e mais de 1/3 dos óbitos nos países em desenvolvimento sejam causados pelo consumo de água contaminada. São jogados 2 milhões de toneladas de lixo por ano nas águas do planeta (VICTORINO, 2007).

As doenças transmitidas através da água têm sido uma preocupação de saúde pública em âmbito mundial (GLEICK, 2002; CHENJOH *et al.*, 2017). Esse problema atinge países de baixa, média e alta renda, sendo a contaminação fecal uma das principais causas de doenças, uma vez que patógenos humanos, como bactérias, vírus e protozoários, são capazes de se manterem vivos na água poluída e infectar usuários, como os banhistas (ZHU *et al.*, 2018).

Segundo Paiva e Souza (2018), 16,3% das internações no Brasil poderiam ter sido evitadas, caso as condições de esgoto sanitário fossem adequadas. Seriam ainda economizados R\$ 20.372.559,90 nos cofres públicos com os tratamentos dessas doenças. O problema com internações relacionadas a qualidade dos recursos hídricos e saneamento ocorre em todo Brasil, sendo as regiões mais atingidas o Norte e Nordeste.

Devido à importância no desenvolvimento social¹ da região de Alta Floresta, a Bacia Mariana I torna-se alvo desse estudo. Quanto à decisão da escolha em fazer a pesquisa nesta bacia, considerou-se também dois critérios: auxiliar o projeto “olhos d’água da Amazônia” que teve como objetivo:

O primeiro, apoiar o fortalecimento da gestão ambiental no município, por meio da realização do diagnóstico ambiental e da viabilização do processo de registro das pequenas propriedades rurais no Cadastro Ambiental Rural (CAR), além de promover

¹ Ele consiste em um estágio de evolução ou mudança positiva nas relações entre os indivíduos, entre os grupos e as instituições que compõem uma sociedade, sendo o bem-estar social seu projeto futuro. Ele é entendido como um processo de melhoria da qualidade de vida de uma sociedade (SILVA, 2015, p.18).

ações de fomento à recuperação de áreas de preservação permanente degradadas próximas às nascentes localizadas nas pequenas propriedades.

O segundo, fazer a avaliação da influência antrópica da área rural na qualidade e disponibilidade da água. Nesse sentido esta pesquisa poderá de certa forma colaborar na formatação de índices que mensurem a importância desses recursos, no desenvolvimento da região, caso a qualidade dos corpos hídricos seja alterada.

O problema que conduziu a pesquisa fundamentou-se na seguinte pergunta: qual a influência antrópica da área rural em relação à qualidade da água de abastecimento da sede urbana do município de Alta Floresta (MT)?

De acordo com os pressupostos supracitados, o presente estudo centraliza-se na análise da vulnerabilidade dos recursos hídricos de superfície natural da Bacia Mariana I. A razão em desenvolver um estudo da qualidade dos recursos hídricos, e o desenvolvimento sustentável da Bacia Mariana I, está fundamentado na importância para a região e essencialmente por ser a principal fonte de abastecimento de água da cidade de Alta Floresta.

O olhar da sociedade com foco nos fatores econômicos acaba ofuscando a percepção dos benefícios econômicos que são proporcionados pela integridade do meio ambiente. A preocupação mundial com a produção de alimentos incentiva a degradação das florestas para dar lugar as lavouras e as áreas de produção pecuária. Agregado com esse processo os corpos hídricos sofrem as consequências como: assoreamento e contaminação por pesticidas e resíduos químicos utilizados na produção agropecuária.

Ao observar o cenário mundial, há necessidade de alimentação crescente e busca pela conservação dos recursos naturais. A demanda mundial de utilização dos recursos hídricos tanto para produção de alimentos, quanto para produção energética deve crescer por volta de 60% a 80% até 2025, o que exigirá a expansão das áreas cultiváveis (ALEXANDRATOS; BRUISMA, 2012). No uso da gestão pública, que tem como foco o aumento da produção, intensificará a mecanização do solo e do uso de agroquímicos, energia e água. “É provável que a mudança de clima interaja com a mudança de uso do solo e outros impactos humanos, como um fator principal de impacto sobre a biodiversidade” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2007).

Nesse contexto, o presente estudo tem como desafio a busca de mecanismos que possam verificar se a qualidade da água está sendo afetada pela atividade humana, bem como mensurar a magnitude das influências antrópicas na Bacia Mariana I, para a população de Alta Floresta - MT. A gestão pôde ser elaborada através de dados e índices que norteiam a tomada de decisões, caracterizando e demonstrando a situação dos mananciais e vulnerabilidade da Bacia Mariana I, através dos objetivos desse estudo, podendo servir de embasamento na tomada de decisões tanto por parte dos usuários dos recursos hídricos, como também dos órgãos responsáveis na elaboração de políticas públicas.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar o impacto da atividade humana rural na qualidade dos recursos hídricos da Bacia Mariana I.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar as atividades econômicas praticadas pelos produtores rurais localizados nas delimitações da Bacia Mariana I;
- Avaliar através de parâmetros indicados pela Resolução 903 de 22 de julho de 2013 da ANA a qualidade dos recursos hídricos em diferentes pontos da bacia;
- Identificar o papel e ações dos órgãos públicos e privados ligados à atividade envolvendo os recursos naturais da Bacia Mariana I e sua relação com os proprietários rurais;
- Calcular através da utilização do sistema AMBITEC - Ciclo de Vida, a vulnerabilidade e os impactos das atividades desenvolvidas na região sobre a qualidade de água dos mananciais da Bacia Mariana I.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No mundo contemporâneo, a preocupação com a qualidade da água está presente nas universidades, nos relatórios ambientais dos Órgãos e comissões mundiais em defesa da vida, até mesmo inserido em rodas de conversa, onde ocorre a discussão da sua qualidade, de sua disponibilidade ou ainda sobre quais as suas influências no desenvolvimento socioambiental (GLÓRIA *et al.*, 2017; BARBOSA, 2017; ONU, 2016). Todas as alterações realizadas no relevo e na cobertura vegetal podem promover consequências nos recursos hídricos superficiais. Sendo a água um recurso natural, necessário ao desenvolvimento de praticamente todas as atividades humanas e constituinte de todos os organismos vivos, sua qualidade é imprescindível para a manutenção da vida no planeta, ponto esse que chama a atenção para a manutenção de sua qualidade e quantidade. Dessa forma, se faz necessário o monitoramento e controle de atividades que podem vir a degradar este recurso (MMA/IBAMA, 2005).

A água desenvolve papel importante no processo de distribuição da vegetação, o qual determina o tipo de vegetação que pode se desenvolver em um lugar através da quantidade de água disponível para as plantas, onde a principal fonte desse recurso “água” é a chuva (PASCUAL *et al.*, 2017).

No dia 22 de março de 2016, na comemoração do dia mundial da água, a Organização das Nações Unidas (ONU), fez o seguinte alerta:

A água é um componente essencial das economias nacionais e locais, e é necessária para criar e manter empregos em todos os setores da economia. Metade da força de trabalho mundial está empregada em oito setores dependentes de recursos hídricos e naturais: agricultura, silvicultura, pesca, energia, manufatura com uso intensivo de recursos, reciclagem, construção e transporte [...]. A gestão insustentável dos recursos hídricos e de outros

recursos naturais pode causar graves danos às economias e à sociedade, invertendo significativamente os benefícios conquistados duramente na redução da pobreza, na criação de empregos e no desenvolvimento (ONU, 2016, p. 1).

O mesmo relatório relata que desde a década de 1980, a captação de água doce tem aumentado 1% ao ano mundialmente. Isso devido à crescente demanda dos países em desenvolvimento, fator que nos países altamente desenvolvidos graças as tecnologias de reuso e tecnologia empregadas no desenvolvimento de máquinas mais modernas, o índice de consumo de água tem diminuído lentamente.

Outros pontos de forte influência no índice² de utilização dos recursos hídricos é o aumento da população, atrelado ao desenvolvimento do padrão da qualidade de vida, exigindo uma quantidade maior de recursos hídricos para satisfazer o padrão exigido pela população. As melhores condições financeiras influenciam no fator alimentício, aumentando o consumo de produtos como carne e energia e outros recursos naturais (MACEDO; NELSON JÚNIOR, 2017).

O Brasil é um dos países que tem a maior participação na produção de alimentos no planeta, com investimentos em tecnologias modernas, o setor da agropecuária brasileira por exemplo alimenta hoje 1,5 bilhões de pessoas em todo o mundo, o que soma a população Brasileira e a da China juntas. A estimativa que em aproximadamente 10 anos, a população mundial chegará ao patamar de 8,5 bilhões de pessoas. Os principais fatores que corroboram nesse crescimento se dá na urbanização que se acelera cada vez mais, o aumento na renda, associada ao aumento da longevidade e alterações no padrão de consumo, o que é produzirá crescimento na demanda por alimentos (35%), energia (40%) e água (50%). A grande maioria dos países terão dificuldades em enfrentar os desafios sociais, ambientais e geopolíticos, agravada ainda pelo desperdício que pode atingir 20% na produção de grãos e a estratosféricos 50% na produção de frutas e hortaliças (CARMO *et al.*, 2007).

² Realizado mediante a análise da razão entre a vazão de retirada, ou seja, a água captada destinada a atender os diversos usos consuntivos, e a disponibilidade hídrica (em rios sem regularização, equivale à vazão de estiagem – a vazão com permanência de 95%; em rios com regularização, à vazão regularizada somada ao incremento de vazão com permanência de 95%) (ANA, 2017).

Outro ponto a ser levado em consideração é a distribuição e disponibilidade dos recursos hídricos que é desigual entre as diversas partes do planeta, além de existir a variação de sazonalidade – com a concentração de períodos chuvosos em alguns meses do ano. A maior concentração de água está localizada na região das Américas; as regiões do centro, sul e sudeste asiático se encontram em uma situação desfavorável, apresentando recursos mais limitados, embora estejam cada vez mais se destacando como importantes exportadores no cenário econômico internacional de *commodities*, sendo um dos maiores exportadores de soja, carne e açúcar, tendo a disponibilidade de terras cultiváveis e recursos hídricos se destaca no cenário internacional, já em termos ambientais esse destaque significa a transferência de recursos ambientais do Brasil como a água para países que não tem essa disponibilidade. O processo de comércio indireto da água que está embutida em certos produtos como *commodities* agrícolas ou seja, toda água envolvida no processo produtivo de qualquer bem industrial ou agrícola passa a ser denominada água virtual (CARMO *et al.*, 2007).

No Brasil a política nacional de águas proposta na lei de recursos hídricos (Lei 9.433/97). Apresenta aspectos que são fundamentais, representando avanços em termos da gestão da água. Os principais que podemos destacar dentre estes são: as decisões são tomadas de forma democrática, com a implementação dos comitês de bacia, descentralizando as decisões. Com o estabelecimento da outorga de direito de uso, a organização de demanda se tornou eficiente, onde são feitas as cobranças pela utilização da água. O número de bacias hidrográficas ainda é pequeno, que aprovaram a cobrança pelo uso da água no país (ANA, 2009). No caso da Bacia Mariana I, esta enquadrada do processo das Bacias que ainda não tem uma política de cobrança dos recursos hídricos, uma vez que se faz necessário um estudo aprofundado das atividades e utilização dos recursos naturais.

Os recursos naturais produzidos pelo planeta são limitados em algum momento, devido ao crescimento populacional e ao consumo crescente como consequência o planeta deixará de atender a todas as necessidades (NACE, 2017).

A cada ano o chamado “*Earth Overshoot Day*”³, acontece mais cedo todos os anos na década de 1980, esse dia caía no mês de novembro. No ano de 2017 caiu em agosto, gerando um alerta em relação ao padrão de consumo dos recursos naturais (REVESZ, 2017). As principais utilizações dos recursos hídricos ocorrem pela geração de energia (HOGEBOOM *et al.*, 2018), produção de alimentos (VARUGHESE; PRASAD, 2018) produção industrial e lazer (MUELLER *et al.*, 2015), sendo que 70% do uso está no setor agrícola (DOUNGMANEE, 2016).

A disponibilidade dos recursos hídricos vem sendo uma preocupação mundial, ao contrário do que a maioria das pessoas pensam, a quantidade de água existente no planeta não se altera. O processo de escassez de água pode ser atribuído aos fatores de variações climáticas, o aumento de concentração demográfica, incremento dos processos industriais, aumento da demanda, contaminação das reservas superficiais e subterrâneas (JOSÉ JÚNIOR, 2004).

Devido a utilização de forma indevida dos recursos hídricos uma das formas para minimizar os impactos e o acompanhamento através da avaliação é monitoramento da qualidade ambiental de uma região, o que permite instituir medidas de planejamento, controle, recuperação, preservação e conservação do ambiente, ainda pode-se utilizar como base de dados para órgãos governamentais e autoridades na tomada de decisões (GOMES, 2021).

Ainda, nas unidades de conservação, por exemplo, o monitoramento gera informações para que seja efetivado o manejo das áreas, subsidiando a definição e adoção de políticas e modelos de gestão. Este conteúdo deve transmitir clareza aos técnicos, aos tomadores de decisões, à comunidade científica e para toda sociedade sobre a situação analisada. Pontua-se que para a implantação de atividades de monitoramento ambiental há a necessidade de se fazer uma seleção prévia de indicadores que expressem as condições qualitativas e quantitativas do que será medido e avaliado (GOMES, 2021, p. 18)

A água no planeta está dividida em duas características básicas: a salgada, que representa 97%, a qual é imprópria para o consumo humano e para a produção de alimento e a doce, que representa 3%, que é de suma importância na sobrevivência do ser humano (FREEMAN, 2007).

³ A medida do Dia da Sobrevivência da Terra é calculada desde 1986 [...] ela olha para o equilíbrio entre a pegada global - o que os humanos tiram da terra e a Biocapacidade, que nos permite produzir recursos e absorver desperdício (REVESZ, 2017).

A maior concentração de recursos hídricos se encontra em países localizados nos trópicos. No caso do Brasil, é o país que tem a maior concentração de água doce, seguido dos países Canadá, China, Indonésia, Estados Unidos, Colômbia e Zaire. No outro extremo, encontra-se: Bahrein, Qatar, Kuwait, Líbia, Djibuti, Emirados Árabes Unidos, Iêmen, Arábia Saudita, Omã, Egito além de outros (BARBOSA, 2016).

A África subsaariana⁴ é uma região que possui um dos processos de urbanização mais rápido do mundo. Sua população urbana está projetada para triplicar até 2050. Com esse aumento populacional a escassez de água não será a única questão na África subsaariana. Há preocupações crescentes com a distribuição e alocação de recursos hídricos, poluição da água, instituições pobres, governança ineficaz e para enfrentar a crescente escassez de água. Os resultados refletem na dificuldade em atender as necessidades básicas diárias de água. Além disso, os setores agrícolas e industriais da região serão confrontados com um abastecimento de água cada vez mais limitado (SANTOS *et al.*, 2017).

Na década de 1960, na região Vidarbha, localizada Índia, apresentou problemas socioeconômicos relacionados aos recursos hídricos, nessa localidade as variedades de sementes de alto rendimento foram promovidas sob a Revolução Verde. Ao longo dos anos, o uso irrestrito das águas subterrâneas levou a uma diminuição no nível da água devido a exploração exaustiva dos aquíferos (VARUGHESE; PRASAD, 2018).

O custo social e econômico para Vidarbha se apresenta no âmbito ambiental, onde as transações de água entre a agricultura e o setor urbano podem reduzir os fluxos de retorno, afetando o meio ambiente ou prejudicando certas funções do ecossistema. Alternativas de fornecimento como projetos de dessalinização está sendo uma alternativa de minimizar o problema. Contudo os altos custos do processo limitam a expansão. Outro processo utilizado é a transferência entre bacias, mas neste há a desvantagem dos custos de transposição, porque além da necessidade de aquisição de áreas de terras por onde passam os canais, existe a exigência de muitos proprietários em cobrarem uma parcela da água. Aponta-se ainda que o aumento populacional urbano na Índia deverá crescer mais rapidamente do que nas áreas

⁴ África-subsaariana a região que contém os países africanos situados ao sul do deserto do Saara.

rurais, o que ocorrerá em demandas por a água, resultando em uma pressão crescente para transferir a água do uso agrícola para o urbano. Isso poderá ocasionar implicações para a segurança alimentar (VARUGHESE; PRASAD, 2018).

Os recursos hídricos podem exercer influências na vida humana. No ano de 2017, um estudo da Universidade de Califórnia, associou o alto índice de suicídios de agricultores indianos nos últimos anos a alterações climática, além de outros fatores como endividamento e outros. Mostrou também que 69% das vítimas em uma amostra de Vidarbha não tinham fonte de água e dependiam inteiramente das chuvas de monção para seus campos (MERRIOTT, 2016).

Além de ser essencial à vida humana, a água é um recurso necessário no desenvolvimento das economias nacionais e locais (DOUNGMANEE, 2016). Ela é sendo primordial para geração e manutenção de empregos e geração de renda em todos os setores de produção. A maior parte dos setores produtivos são dependentes dos recursos hídricos e naturais para se desenvolver como: agricultura, silvicultura, pesca, energia, manufatura com uso intensivo de recursos, reciclagem, construção e transporte (ONU, 2016), A ausência da qualidade da água pode ser vista como impedimento no crescimento econômico de uma região (OKUMURA *et al.*, 2020).

Assim, uma gestão eficiente do potencial natural pode transformar a economia e gerar o desenvolvimento socioeconômico, o que beneficiará a população com qualidade de vida. Caso contrário, uma má gestão pode ocasionar o enfraquecimento socioeconômico, podendo causar reflexos negativos como desemprego e pobreza (MARQUES *et al.*, 2016).

De acordo com a ANA, 48 milhões de pessoas foram afetadas por secas (duradoura) ou estiagens (passageiras) no território nacional entre 2013 e 2016. Neste período, foram registrados 4.824 eventos de seca com danos humanos, um total de 83% das pessoas afetadas por secas de 2013 a 2016 vivem na Região Nordeste. Ceará, Minas Gerais e Bahia totalizaram 61% dos registros do país. No Acre foi registrada a maior média de pessoas afetadas por evento (58 mil) (ANA, 2017, p. 127).

As inundações em combinação com alagamentos urbanos também podem ocasionar crises hídricas, causando mortes e causando prejuízos sociais e econômicos, “um total de 47,5% (2.641) dos municípios brasileiros decretaram

Situação de Emergência (SE) ou Estado de Calamidade Pública (ECP) devido a cheias pelo menos uma vez de 2003 a 2016” (ANA, 2017, p. 127).

A disponibilidade hídrica de uma determinada região pode ser influenciada por diversos fatores, como a forma da utilização do solo, tipo de vegetação, composição do solo, entre outros. A conservação da vegetação ao longo dos corpos hídricos torna-se fundamental para a prevenção de assoreamentos e conseqüentemente a diminuição do fluxo de água. Recomenda-se ainda que, nas proximidades das nascentes, sejam aplicadas boas práticas de uso do solo, com projetos voltados aos sistemas conservacionistas, agroflorestais, práticas ecológicas e sustentáveis (COUTINHO *et al.*, 2018).

Dentre as bacias de maior destaque no Brasil está a Bacia Amazônica que é considerada a maior área contínua de floresta tropical do mundo com elevados índices de precipitação formando um ecossistema com uma das maiores biodiversidades do planeta. Atualmente com a pressão exercidas com o avanço da agricultura, da pecuária e pelo desmatamento ilegal vem diminuindo suas fronteiras, o equilíbrio do ecossistema está sendo ameaçado pelo uso indiscriminado do solo e com a aplicação do fogo como forma de limpar os campos, modificando o cenário dos diversos componentes envolvidos entre a biosfera e a atmosfera fundamental para a previsão da evolução do clima e da sustentabilidade do ecossistema como um todo (DIAS *et al.*, 2005).

De forma natural o solo oferece certa resistência às perdas de água para a atmosfera, conforme ocorre a redução da água armazenada no solo a resistência aumenta, quando há um saldo positivo entre a precipitação e a evapotranspiração potencial, este é incorporado ao solo, reabastecendo-o e quando o solo atinge sua capacidade de armazenamento pleno, esse saldo passa a ser considerado excesso (escoamento e drenagem profunda); por sua vez, o balanço de água tem, como variáveis derivadas (saída), o armazenamento de água no solo, a variação do armazenamento de água do solo, negativo acumulado, a evapotranspiração real, o excesso e a deficiência hídrica, esse processo é chamado de Balanço Hídrico (LIBERATO; BRITO, 2010).

A disponibilidade hídrica pode ser quantificada pelo balanço hídrico climatológico, no qual fica evidenciada a flutuação temporal de períodos com

excedente e com deficiência. O balanço hídrico de uma região tende a se manter sem grandes alterações naturais, mas com o aumento populacional e o uso indiscriminado da água, as ações antrópicas podem acabar interferindo no ciclo hidrológico por meio das taxas de precipitação, de infiltração no solo, da evapotranspiração e do escoamento superficial e profundo (LIBERATO; BRITO, 2010, p. 171).

Para um bom gerenciamento dos recursos hídricos dentro de uma bacia hidrográfica é de fundamental importância o conhecimento de seu ciclo hídrico, tendo como principais componentes a evaporação, a precipitação, a transpiração das plantas e a percolação, infiltração e a drenagem.

Podemos destacar entre os processos do ciclo hidrológico um dos mais expressivos na produção de vazão dentro da bacia hidrográfica é composto pela infiltração e o escoamento superficial da água. O processo de infiltração da água no solo dependerá de uma série de fatores como: formação do solo, suas condições físicas, existência de cobertura vegetal e condições iniciais de umidade do solo. (VILLELA; MATTOS, 1975).

Quando a capacidade de infiltração é superada pela precipitação ocorre o escoamento superficial, onde sua intensidade depende de fatores como: declividade do relevo, e comprimento da rampa, tipo de cobertura vegetal, onde quanto maior a cobertura maior a infiltração e quantidade de chuva precipitada (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013).

O escoamento superficial, que se desloca rapidamente até o canal de drenagem, é responsável por alguns prejuízos na bacia, como o processo de erosão hídrica, assoreamento dos corpos de água e a consequente perda de qualidade da água, o desabastecimento dos aquíferos e eventos de cheias, devido ao aumento da vazão em curto período de tempo (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 2009 *apud* RUTHES, 2021).

A erosão hídrica pode ser considerado a principal forma de degradação dos solos tropicais, causando danos às plantações, perda de capacidade de armazenamento de água, remoção de nutrientes, matéria orgânica e agroquímicos, acarretando prejuízos econômicos (POSTHUMUS *et al.*, 2015).

A careação de nutrientes da camada superficial para os corpos hídricos, também é considerada responsável pelo deslocamento de resíduos de insumos

agrícolas que podem causar problemas a saúde pública, estudo realizado nos EUA, em 2.747 pessoas com idade entre 18-74, visando obter dados sobre as concentrações de BPA⁵ urinária e o IMC, os dados obtidos do programa *National Health and Nutrition Examination Surveys* (NHANES), entre 2003 e 2006, esse estudo mostra a possível relação entre a exposição ao BPA e a obesidade da população adulta nos EUA (CARWILE; MICHELS, 2011). Outros estudos relacionados efeitos de agrotóxicos demonstram os mesmos resultados.

Estudos de gestantes expostas ao DDT e seus metabólitos sugerem que além de provocarem distúrbios reprodutivos tenham também um poder obesogênico. O herbicida 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D), usado em todo o mundo, tem sido associado a várias alterações. Há estudos que mostram que os indivíduos que foram expostos ao 2,4-D têm baixa qualidade do esperma, enquanto que seus descendentes apresentam alterações no aparelho urinário. Estudos em humanos e animais sugerem uma relação entre a exposição a agrotóxicos e obesidade (WESSELINK *et al.*, 2014, *apud* PONTELLI *et al.*, 2016, p.1).

Em se tratando do estado de Mato Grosso, primeiramente destaca-se que sua extensão é de 903.357,908 km². Está em terceiro no ranking dos estados de maior extensão do país, ficando atrás somente do Amazonas e do Pará. A área urbana é de 519,7 km², o que o coloca em 11^o lugar no ranking de estados com maior mancha urbana⁶. Ainda este, fica no centro geodésico da América Latina, que é um dos lugares com maior volume de água doce no mundo. Por isso o estado é considerado a caixa-d'água do Brasil por conta dos seus inúmeros rios, aquíferos e nascentes. Ele reparte as águas das três bacias hidrográficas mais importantes do Brasil: Bacia Amazônica, Bacia Platina e Bacia do Tocantins (CONACON, 2017).

Delimitando o município de Alta Floresta, que está localizado no extremo norte do estado de Mato Grosso, as questões de enchentes são praticamente inexistentes, e não se assegurar com a escassez de água. A cidade, no ano de 2010, sofreu com o racionamento de água à população urbana, devido à estiagem prolongada. Para amenizar o problema e ações judiciais foram necessárias para o rompimento de

⁵ BPA é uma substância química suspeita de causar distúrbios endócrinos e metabólicos em animais e humanos (CARWILE; MICHELS, 2011, p. 825).

⁶ Uma área que possui características arquitetônicas, artísticas ou históricas especiais que expressam o “modus vivendi” de uma cultura (RIBEIRO DOS SANTOS, [texto digital disponível em: <http://www.ultimaarcadenoe.com.br/manchas-urbanas/>, 26 de abr. 2018])

represas particulares como objetivo de garantir o fornecimento de água (ALVES, 2010).

Na região de Alta Floresta, predomina a atividade agropecuária e outras atividades comerciais como: de prestação de serviços e agroindustriais. O perfil predominante da atividade econômica é formado por produtores agropecuários. Estes foram atraídos para a região a partir da implantação de projetos de colonização na década de 1970. O município passou por vários ciclos econômicos, da extração mineral, extração vegetal (madeira), ciclo da pecuária e no ano de 2015 a entrada da agricultura em larga escala.

A economia conta com indústrias de beneficiamento de madeira que atuam com produtos oriundos de projetos de reflorestamento, obtendo certificação para exportação. A pecuária desenvolvida no município é referência. Atualmente, Alta Floresta é um dos maiores produtores de gado de corte do Estado. Segundo o Indea - MT, o município concentra mais de 700 mil cabeças de gado. A região tem caminhado firme no processo de se tornar a nova fronteira agrícola do país. Na safra 2016/17 foram plantados mais de 3,4 mil hectares de milho, que produziram mais de 18 mil toneladas. Em relação a soja, o município registra aumentos em sua área plantada a cada safra. Na 2016/17 foram plantados mais de 11,4 mil hectares e produzidas mais 37,8 toneladas da oleaginosa. (PREFEITURA MUNICIPAL DE ALTA FLORESTA, [201-?], texto digital).

A cidade de Alta Floresta conta com uma população estimada de 50.189 habitantes, com uma densidade demográfica de 5,48 hab./km² (IBGE, 2017). O município consome diariamente 139 litros de água por habitante dia, sendo tratados 6.976,00 m³/dia.

Como na maioria dos municípios mato-grossenses, a os impactos ao meio ambiente principalmente o da áreas ciliares aos corpos hídricos se dá em relação a expansão desordenado do uso dos solos pela atividade agropecuária, além da pratica da utilização do fogo como alternativa de limpeza das áreas, em conjunto com a exploração das APPs, barramento de corpos hídricos, garimpo, tiveram e tem grande contribuição na degradação da vegetação ciliar e das áreas de preservação Permanentes (APPs) (ROTTA, 2004).

Essas áreas consistem em espaços territoriais legalmente protegidos, ambientalmente frágeis e vulneráveis, podendo ser públicas ou privadas, urbanas ou rurais, cobertas ou não por vegetação nativa, cuja função ambiental é preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, além de proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (SANTOS *et al.*, 2017, p. 1).

A importância da agricultura familiar para o município de Alta Floresta, onde cerca de 60% do território municipal é constituída por pequenas propriedades rurais, cuja principal atividade é a exploração pecuária, que corrobora em aspectos negativos quando da utilização dos solos com a atividade pecuária sendo o superpastoreio, fato que intensifica a compactação do solo e subtrai a cobertura vegetal. Assim influenciam a intensidade desses impactos o sistema de exploração adotado, à disponibilidade de recursos e o tipo de solo. Além disso, a produção animal aumenta a concentração de resíduos líquidos e sólidos e conseqüentemente, o risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais (LEITE *et al.*, 2011 *apud* SANTOS *et al.*, 2017).

Grande parte dos efluentes urbanos no Brasil é deposita nos corpos hídricos sem tratamento, esse processo corrobora com uma carga excessiva de esgoto in natura contendo diversos contaminantes, alguns conhecidos e outros desconhecidos no meio ambiente, sejam eles provenientes da captação ou descartados de maneira irregular, contaminando o solo e os corpos hídricos causando impactos na saúde da população. A média de coleta de esgoto dos municípios brasileiros é de 62,54%, sendo que destes, apenas 39% possuem tratamento antes de serem despejados nos corpos hídricos, o ideal seria acima dos 95% necessários para se obter a universalização de tratamento, mesmo sendo tratados em função do grande número de contaminantes, alguns identificados, outros desconhecidos em ambos os casos nem todos estão contemplados pela legislação brasileira, há necessidade de serem detectados, avaliados, monitorados e removidos, devido a sua capacidade de causarem danos a biota e ao homem, essas substâncias tem a capacidade de alterar o sistema hormonal do ser humano e animais, causando prejuízos nos sistemas imunológico, nervoso, endócrino dentre outros (PONTELLI *et al.*, 2016).

Em Alta Floresta parte da água após ser utilizada e está descartada através da rede de esgoto, a qual passa por uma unidade de tratamento utilizando do sistema de reatores e lagoas de estabilização, posteriormente a água é despejada no córrego Severo, nas proximidades do aeroporto da cidade de Alta Floresta, onde também é efetuado o tratamento de esgoto. Segundo estabelece o Art. 24 da Resolução do CONAMA, “os responsáveis pelas fontes poluidoras dos recursos hídricos deverão realizar o auto monitoramento para controle e acompanhamento periódico dos

efluentes lançados nos corpos receptores, com base em amostragens representativa dos mesmos” (BRASIL, 2011).

O desenvolvimento de um plano de ação objetivando a melhoria do sistema integrado de produção com o meio ambiente, pode ser uma das alternativas de conservação do solo e dos mananciais, minimizando os impactos negativos do sistema de produção da região da Bacia Mariana I.

A Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil é instituída por meio da Lei 9.433/1997 que define bacia hidrográfica como unidade territorial para o planejamento e gestão de recursos hídricos, pois nela ocorre o ciclo hidrológico de maneira completa, repercutindo direta ou indiretamente nos rios, uma vez que a água precipitada é transformada em vazão (BRASIL, 1997). Segundo Finkler (2004, p. 05) “A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação da chuva que converge os escoamentos para um único ponto de saída. Este ponto de saída é denominado exutório”. As características fisiográficas de uma bacia hidrográfica são: tamanho, forma, declividade e densidade hídrica como vemos a seguir:

- 1) Área da bacia: tem como objetivo a definição do potencial de geração de escoamento da bacia hidrográfica, para se obter o volume de água recebido multiplica-se o escoamento pela lâmina da chuva precipitada. É obtida através da projeção vertical da linha do divisor de águas sobre o plano horizontal, sua área é expressa em Hectares(ha) ou quilômetros quadrados (Km²), podendo ser obtida pelo sistema de planimetragem de mapas, cálculos em mapas ou através de ferramentas como SIG (sistema de informações Geográficas) (TUCCI, 2004).
- 2) Forma: “Relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão)” (CARDOSO *et al.*, 2006, p.1).
- 3) Declividade: A declividade é determinada pela diferença entre a elevação máxima e a elevação mínima que resulta na amplitude altimétrica da bacia. Esta é a maneira mais simples de se calcular a declividade, entretanto, para

rios que percorrem relevos muito diferenciados é necessário fazer algumas correções (FINKLER, 2004).

- 4) Densidade: Essa variável se relaciona diretamente com os processos climáticos atuantes na área estudada, os quais influenciam o fornecimento e o transporte de material dendrítico ou indicam o grau de manipulação antrópica. Em outras palavras, para um mesmo tipo de clima, a densidade de drenagem depende do comportamento hidrológico das rochas. Assim, nas rochas mais impermeáveis, as condições para o escoamento superficial são melhores, possibilitando a formação de canais e, conseqüentemente, aumentando a densidade de drenagem e quanto maior a densidade de drenagem maior a capacidade de fazer escoamentos rápidos no exutório (QUEIROZ *et al.*, 2014).

Cada bacia hidrográfica em função das suas diversas características, necessitam de planos de conservação de solos e manejos de atividades, para minimizar os impactos aos corpos hídricos. O aumento das taxas anuais de perdas de solo por erosão hídrica podem aumentar de acordo com o manejo e as práticas conservacionistas adotadas, sendo assim, essas áreas devem permanecer reflorestadas, sofrendo o mínimo ou nenhuma alteração que resultem na diminuição das áreas de preservação permanente (APPs), caso contrário, as perdas serão de maiores proporções (LUZ *et al.*, 2020).

Segundo Galharte e Crestana (2010), plano de ação de conservação de solos e manejo de atividades como o sistema de integração lavoura-pecuária, geram resultados positivos como a diminuição da erosão que influencia na qualidade do solo e também da qualidade da água.

3 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos foram estruturados nesta pesquisa por meio de revisão integrativa sobre a produção científica em “recursos hídricos” nas línguas inglesa, portuguesa e espanhola, realizada na plataforma bibliométrica aberta *Google Scholar*, bem como, revisão bibliográfica (dados secundários em livros e periódicos científicos) e documental (dados primários em legislação e documentos de órgãos públicos), combinada a um trabalho de campo com uso de análise físico-químicas e registro fotográfico.

Quanto aos meios, a metodologia de pesquisa é classificada com base em seus objetivos como descritiva/explicativa, pois têm como meta principal analisar de modo comparativo a evolução da produção científica sobre recursos hídricos em língua inglesa, portuguesa e espanhola, bem como descrever no estudo de caso as características da qualidade dos recursos hídricos a área rural da Bacia Mariana I e a influência antrópica.

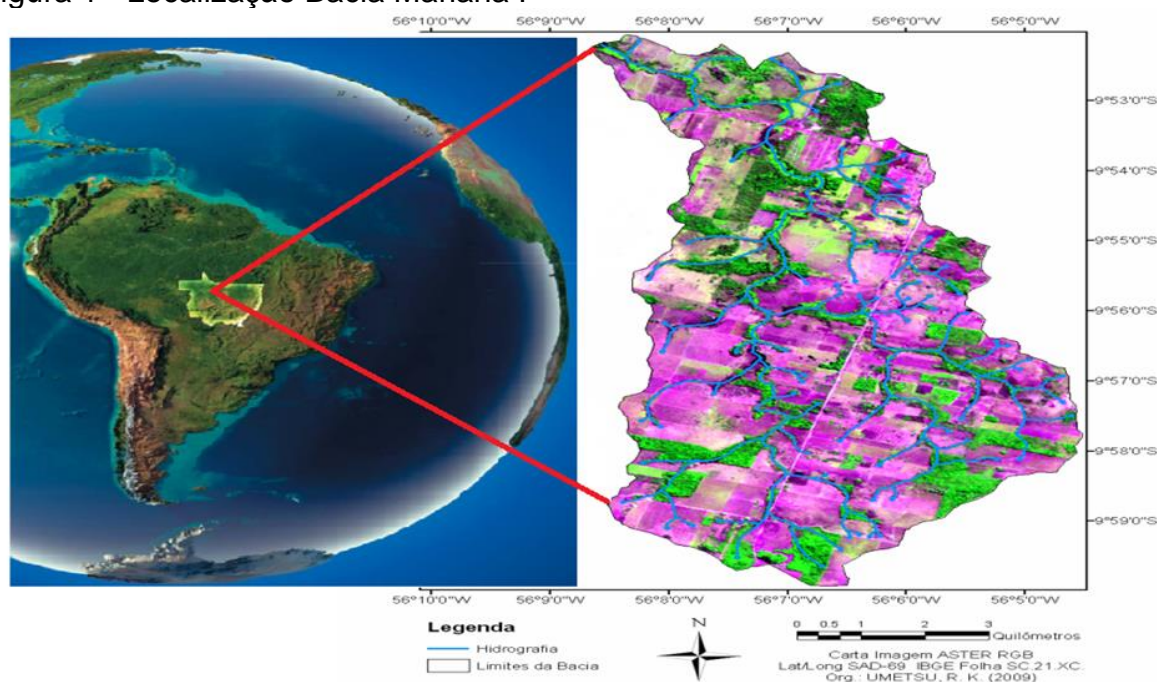
Quanto aos fins, a natureza metodologia da pesquisa é caracterizada pela abordagem qualitativa, o que permitiu coletar e trabalhar informações com o objetivo de se compreender a complexidade do objeto de estudo a partir de um enfoque múltiplo que agrupa complementarmente os aspectos analíticos.

Quanto ao método, foi desenvolvido um estudo, utilizando o método de abordagem indutivo. Segundo Marconi e Lakatos (2009, p. 110) “método indutivo – cuja aproximação dos fenômenos caminha geralmente para planos cada vez mais abrangentes, indo das constatações mais particulares às leis e teorias”. Através da análise de amostragens, pode-se chegar ao cenário amplo dos índices obtidos.

3.1 Escolha do local de pesquisa

A Bacia Hidrográfica Mariana I pertence a Bacia do Rio Taxidermista. Ela compreende uma sub-bacia do rio Teles Pires. Possui uma área de 65,20 km². Está localizada na mesorregião Norte Mato-grossense, Microrregião Alta Floresta, entre as coordenadas geográficas de latitudes 9°52'00" e 10°0'00" Oeste e longitudes 56°9'00" e 56°6'00" Sul do município de Alta Floresta (FIGURA 1) (UMETSU, 2009).

Figura 1 - Localização Bacia Mariana I

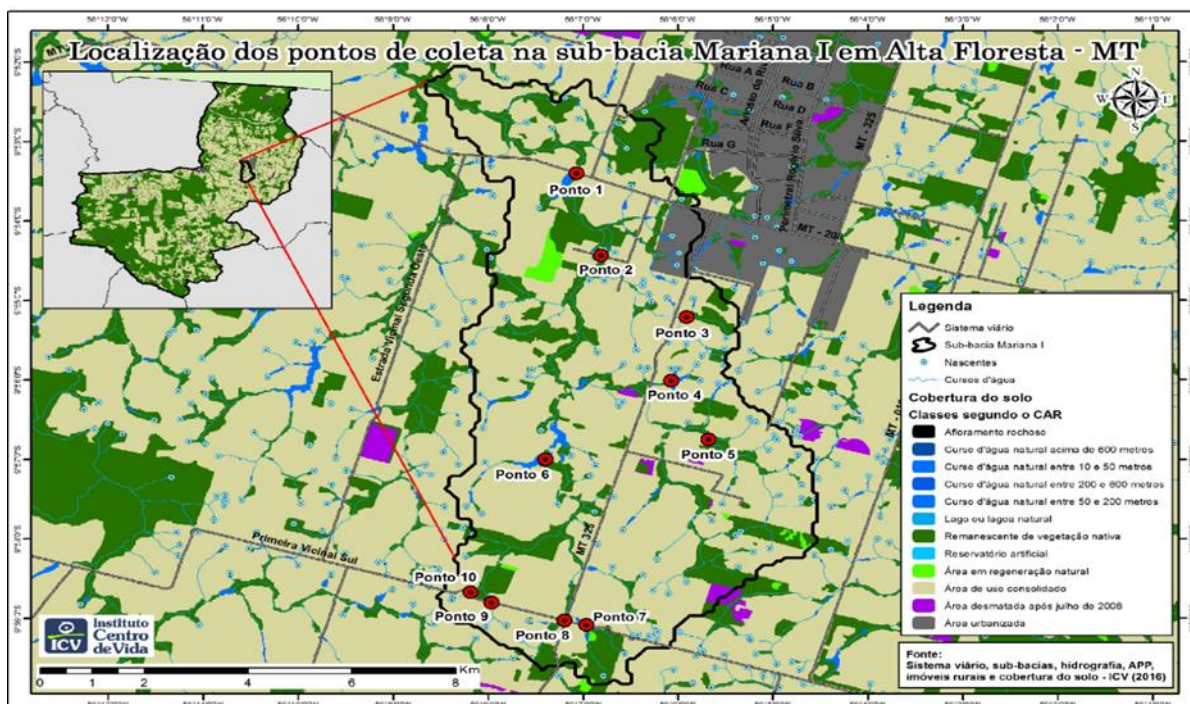


Fonte: Adaptado de Umetsu (2009).

3.1.1 Espacialização da amostra

Diante da inexistência atualizada de dados primários sobre a qualidade dos recursos hídricos da região da Bacia Mariana I, em Alta Floresta (MT), houve um trabalho de campo para levantamento de pontos estratégicos de coleta de amostras, a fim de determinar a qualidade d'água em locais estratégicos. Neste contexto, o desenvolvimento da pesquisa na região da Bacia Mariana I foi estruturada em 10 (dez) pontos de acesso aos corpos hídricos, conforme ilustrado no mapa de localização (FIGURA 2).

Figura 2 - Localização dos Pontos de coleta



Fonte: ICV (2016).

A escolha dos 10 pontos para realização das coletas de amostras de água não aconteceu de modo aleatório (*random walk*), mas antes procurou levar em consideração variáveis socioambientais relevantes, sendo feito visitas in loco, para determinação de pontos estratégicos, com o objetivo de obter uma amplitude da abrangência da extensão da Bacia Mariana I, após a determinação foram mapeados e registrados conforme coordenadas geográficas (TABELA 1).

Tabela 1 - Coordenadas dos pontos de coleta

Pontos	Latitude	Longitude
1	S 09°53'24,2"	WO 56°07'04,2"
2	S 09°54'26,4"	WO 56°06'48,6"
3	S 09°55'12,9"	WO 56°05'54,4"
4	S 09°56'01,1"	WO 56°06'04,3"
5	S 09°56'45,2"	WO 56°05'40,6"
6	S 09°57'00,2"	WO 56°07'23,8"
7	S 09°50'05,2"	WO 56°06'58,2"
8	S 09°59'01,9"	WO 56°07'11,9"
9	S 09°58'48,4"	WO 56°07'58,0"
10	S 09°58'40,5"	WO 56°08'11,3"

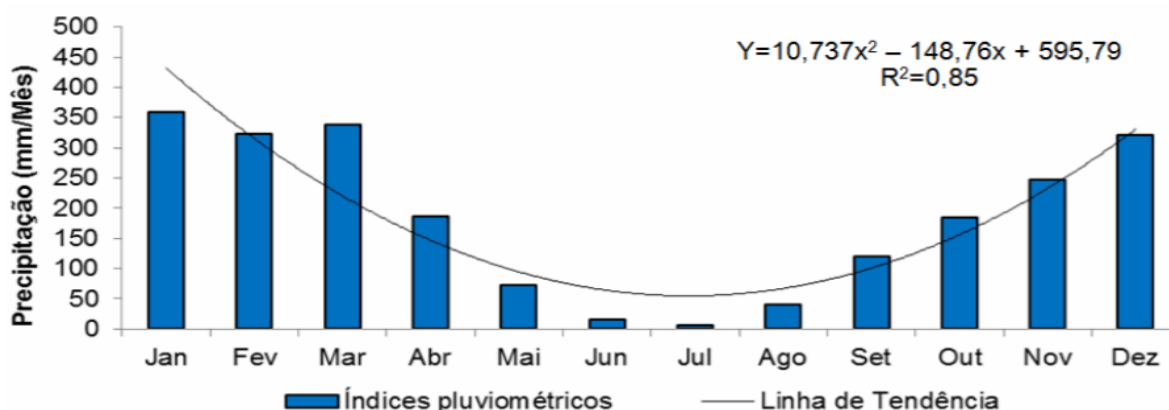
Fonte: Autor (2018).

A fim de se proporcionar uma análise mais precisa, delimitou o tamanho da amostra em 30 unidades aplicadas a 10 pontos do corpo hídrico. O primeiro ponto foi escolhido por ser próximo à subestação de captação de água; o segundo ponto próximo a uma área de cultivo de hortaliças; o terceiro, quarto, nono e o décimo pontos foram incluídos no trabalho por estar numa área de produção pecuária; o quinto ponto está localizado em uma borda de mata virgem; o sexto se localiza em uma área onde a atividade é a piscicultura; o sétimo está localizado em uma Área de Preservação Permanente (APP); o ponto oitavo está localizado em área de confluência de estradas e sofre a influência de erosão e assoreamento em função da inexistência mata ciliar e barreiras de contenção de águas pluviais que desaguam nas proximidades.

3.1.2 Periodização da amostra

O período de amostragem e monitoramento dos recursos hídricos foram de seis meses, onde as coletas se deram no período da manhã, divididas em três momentos: julho de 2017, outubro de 2017 e janeiro de 2018, sendo que o primeiro foi no período pico da estiagem; o segundo de transição e o terceiro no ápice das chuvas conforme Figura 3.

Figura 3 - Distribuição Pluviométrica mensal do município de Alta Floresta MT



Fonte: CAIONI *et al.* (2014).

Foram feitas as coletas e realizadas as medidas dos índices, onde as amostras foram encaminhadas para o Laboratório da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), onde foram emitidos relatórios. Os outros resultados foram anotados nas fichas de coleta de dados, que foram, em seguida, transferidos para o computador. O

material obtido foi qualificado, posteriormente tabulado em planilhas eletrônicas com auxílio do programa *Microsoft Office Excel 2016*, os que resultou em uma forma de organização dos dados por meio de tabelas e gráficos.

3.2 Escolha dos métodos

O método utilizado no levantamento de dados a respeito dos temas abordados no trabalho foi o de procedimento monográfico. Desenvolveu-se a revisão bibliográfica por meio de pesquisa em livros, revistas técnicas, artigos, normas e resoluções. Em seguida, foi desenvolvido um estudo, utilizando o método de abordagem indutivo. Através da análise de amostragens, pode chegar ao cenário amplo, dos índices obtidos através do sistema AMBITEC-Ciclo de Vida, gerou o índice de vulnerabilidade dos recursos Hídricos da Bacia Mariana I.

Através da análise da região, escolheu-se pontos estratégicos, antes e depois de locais onde possuem atividades de agropecuária e piscicultura e Área de Preservação Permanente (APP).

No momento da coleta com o auxílio de sonda exploratória, foram analisados os seguintes dados: o perfil térmico da ($^{\circ}\text{C}$); Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$); Oxigênio dissolvido (mg/L) e pH-potencial hidrogeniônico. Após a coleta as amostras foram encaminhadas para o Laboratório da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), onde foram realizadas as seguintes análises: Turbidez, Coliformes totais e fecais (*Escherichia coli*). O método utilizado foi: Número Mais Provável (NMP) em Caldo Lactosado, para cada grupo de microorganismos. Foram realizados ensaios, utilizando as técnicas de filtração em membrana e NMP, os ensaios de enumeração de coliformes totais, coliformes termotolerantes, enterococos e *Pseudomonas aeruginosa* foram realizados segundo a descrição no *Standard Methods for Examination of Water and Wasterwater* (APHA, 2005). A contagem de clostrídios sulfito redutores foi realizada de acordo com a norma ISO 6461:198612.

Esta pesquisa teve como uma das metas descrever características das atividades econômicas praticadas pelos produtores rurais que tem suas propriedades dentro dos limites da Bacia Mariana I.

O levantamento de dados foi realizado através do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e através de mapas e imagens de satélite. Dessa forma, nas propriedades rurais onde possuem mananciais que interligam ao ponto de captação, foi desenvolvido levantamento das atividades, por intermédio de visitas em loco e entrevistas com os proprietários.

Para calcular os impactos das atividades desenvolvidas na região e suas influências na qualidade dos recursos hídricos será utilizado o método (AMBITEC-Ciclo de Vida)⁷. Esse sistema tem uma estrutura matricial hierárquica que se subdivide em “aspectos” como, exemplo, Conservação da biodiversidade, conservação do solo e conservação da água. Cada “aspecto” agrupa um conjunto de “indicadores”, que por sua vez, estão formados por “componentes”. Cada componente é avaliado, em campo, de acordo com três itens: primeiro, o coeficiente de alteração do componente, que atribui um valor entre -3 e +3 à influência da inovação tecnológica sobre este componente de certo indicador; segundo, este valor então é ponderado de acordo com a escala de ocorrência do impacto (pontual, local e no entorno) e o terceiro o peso relativo que é outorgado ao componente específico dentro do indicador.

O sistema de avaliação de impacto ambiental AMBITEC-Ciclo de vida, no caso da Bacia Mariana I, é composto por oito indicadores como: (Atividade Agropecuária, área de solo exposto, área de solo sujeita a mecanização, área degradada APP, área prioritária para conservação, Área com aptidão agrícola, área com utilização de agrotóxico e área recuperada).

Um elemento importante no procedimento de avaliação do Sistema AMBITEC – Ciclo de Vida é a indicação da direção (aumento, diminuição ou sem alterações) dos coeficientes de alteração dos componentes.

Os valores do coeficiente de alteração tomam os valores de +1 e +3, quando é previsto um aumento moderado ou grande, respectivamente, no componente de dado indicador como efeito da tecnologia. No momento em que o efeito é de diminuição, o coeficiente utiliza estes valores com sinal negativo. No caso de não alteração, utiliza

⁷ O objetivo geral do método é avaliar o desempenho ambiental de uma inovação tecnológica, considerando o ciclo de vida da inovação e a vulnerabilidade ambiental de bacias hidrográficas às questões ambientais relacionadas às atividades agroindustriais (EMBRAPA, 2009, p. 9).

o valor zero. Isto é aplicado para cada indicador, em razão específica da aplicação da tecnologia à atividade e nas condições de manejo particulares a sua situação (EMBRAPA, 2009).

A ponderação por escala de ocorrência expressa o espaço geográfico no qual se processa a alteração no componente do indicador, conforme a situação específica de aplicação da tecnologia e pode ser:

- Pontual: quando os efeitos da tecnologia no componente se restringem apenas ao local de sua ocorrência ou à unidade produtiva na qual esteja ocorrendo à alteração. Neste caso, é adotado o valor de ponderação igual a 1;

- Local: quando os efeitos se fazem sentir externamente a essa unidade produtiva, porém confinados aos limites do estabelecimento em avaliação. Neste caso, é adotado o valor de ponderação igual a 3;

- No entorno: quando os efeitos se fazem sentir além dos limites do estabelecimento. Nesse caso, é adotado o valor de ponderação igual a 5.

A aplicação do Sistema AMBITEC – Ciclo de Vida inclui, além disso, outro fator de ponderação que se refere à importância do componente na conformação do indicador. Os valores dos fatores de importância variam com o peso e o número de componentes que formam um determinado indicador, sendo que a soma dos pesos de todos os componentes estará normalizada no valor de (1) ou (-1), podendo assumir valores positivos ou negativos, definindo a direção (favorável ou desfavorável) do impacto para o indicador dado.

A análise de vulnerabilidade utiliza um conjunto de indicadores de vulnerabilidade, que são normalizados para uma unidade adimensional, o que torna possível a agregação dos resultados em critérios de vulnerabilidade e, a agregação deles no índice de vulnerabilidade de uma bacia hidrográfica.

Para Rezende, Kaiser e Peixoto (2018, p.136) “Vulnerabilidade ambiental é um conjunto de condições determinadas por fatores e processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a suscetibilidade de uma comunidade ao

perigo”. Os principais fatores levados em consideração na avaliação da vulnerabilidade são:

- Exposição da bacia às pressões ambientais típicas de atividades agroindustriais, avaliada por indicadores que mostram a pressão antrópica exercida no sistema.
- Sensibilidade da bacia às pressões exercidas, avaliada pelo uso de indicadores, que mostram as características do meio físico e biótico (tipo de solo, clima, vegetação etc.) que já ocorrem antes de qualquer perturbação e que interagem com as pressões.
- Capacidade de resposta da população da bacia, avaliada pela adoção de ações de conservação ou preservação ambiental, que mitigam ou reduzem os possíveis efeitos das pressões exercidas (EMBRAPA, 2008, p. 18).

Para obtenção do Índice de Vulnerabilidade ambiental de uma bacia, realiza-se a coleta dos dados, a normalização dos indicadores e sua agregação nos critérios e índice, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Indicadores e critérios de avaliação do índice de vulnerabilidade

Impacto ambiental	Indicadores	Crítérios
Influência Antrópica da área rural na qualidade de água	1.1 – APP com cobertura florestal; 1.2 - Área degradada APP 1.3 Atividade Agropecuária 1.4 – Área de solo exposto 1.5 – Área de solo sujeita a mecanização 1.6 – Aptidão Agrícola 1.7 – Utilização de agrotóxico 1.8 – Área preservada	1– Exposição

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2009, p. 19).

Para determinar o a vulnerabilidade, utilizar-se-á a metodologia AMBITEC – Ciclo de Vida (EMBRAPA, 2009), como segue:

Cada indicador de vulnerabilidade é normalizado utilizando-se uma transformação linear, numa escala que varia de 1 a 2 (TABELA 3). A normalização dos indicadores nessa escala única é necessária para que valores em diferentes unidades de medida possam ser agregados.

Tabela 3 - Níveis de Vulnerabilidade

Vulnerabilidade	Valor
Muito Baixa	1,0 – 1,2
Baixa	1,2 – 1,4
Média	1,4 – 1,6
Alta	1,6 – 1,8
Muito alta	1,8 – 2,0

Fonte: EMBRAPA (2008).

São utilizados dois tipos de normalização: um para indicadores qualitativos e outro para indicadores quantitativos. Para Indicadores quantitativos podem ser de dois tipos: “quanto maior seu valor, maior a vulnerabilidade ambiental” e “quanto menor seu valor, maior a vulnerabilidade ambiental”. Para indicadores do primeiro tipo, utiliza-se a Equação 1a, e para indicadores do segundo tipo, a Equação 1b.

$$Valor_i = \left(\frac{indicador_i - Valor_{\min}}{Valor_{\max} - Valor_{\min}} \right) + 1 \quad (1a) \quad Valor_i = \left(\frac{Valor_{\max} - indicador_i}{Valor_{\max} - Valor_{\min}} \right) + 1 \quad (1b)$$

Onde:

i = um indicador dentre os utilizados no método;

indicador_i = valor original assumido por um indicador i de vulnerabilidade;

Valor_{max} = valor máximo possível de ser alcançado pelo indicador i de vulnerabilidade;

Valor_{min} = valor mínimo possível de ser alcançado pelo indicador i de vulnerabilidade;

Valor_i = valor normalizado do indicador i.

Para se estabelecer o cálculo da vulnerabilidade final será utilizado a equação 2, que pondera o valor ocupado por cada área, pelo valor da vulnerabilidade atribuído àquela área.

$$Vulnerabilidade_indicador_i = \sum_{j=1}^n Valor_j * peso_j \quad (2)$$

Onde:

j = uma das áreas que integram a bacia hidrográfica em estudo (ex: área de um município, de uma classe climática ou de um grupo de aptidão agrícola);

Valor_i = valor normalizado da vulnerabilidade de um indicador i numa área j da bacia;

peso_i = percentual ocupado por uma área j na bacia ao qual é atribuído um valor para um indicador_i de vulnerabilidade;

Vulnerabilidade_Indicador_i = valor final da vulnerabilidade de um indicador i na bacia.

Os indicadores de vulnerabilidade são agregados, inicialmente, nos critérios exposição, sensibilidade e capacidade de resposta, de forma linear, pela média ponderada dos indicadores pertencentes a cada categoria (Equação 3). Considera-se que cada indicador tem o mesmo peso na composição do critério ao qual pertença.

$$Critério_c = \sum_{i=1}^n peso_i * Vulnerabilidade_Indicador_i \quad (3)$$

Onde:

c = um dos três critérios de vulnerabilidade do método (1-exposição);

peso_i = peso do indicador i no critério c;

Vulnerabilidade_Indicador_i = valor normalizado do indicador i de vulnerabilidade ambiental numa bacia;

Critério_c = valor de vulnerabilidade do critério c.

O Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA), da bacia Mariana I, será composto pela média ponderada dos valores atribuídos aos critérios (Equação 4) pelo peso de cada um. Considera-se, que cada critério tem o mesmo peso na avaliação, uma vez que são igualmente importantes no estudo da vulnerabilidade de um sistema à degradação ambiental.

$$IVA = \sum_{c=1}^3 peso_c * Critério_c \quad (4)$$

Onde:

peso_c = peso do critério na formação do índice;

Critério_c = valores do critério c (1 - exposição);

IVA = índice de vulnerabilidade ambiental de uma bacia.

Ao final deste trabalho, pretende-se concluir quais as formas de uso dos solos praticados pelos produtores rurais e suas influencias na qualidade dos corpos hídricos da Bacia Mariana I, além de determinar qual a situação atual da dos recursos hídricos quanto à qualidade e a vulnerabilidade da Bacia, ainda pretende-se elaborar um plano de ação visando minimizar os impactos das atividades desenvolvidas no meio rural sobre a qualidade da água sobre o município.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

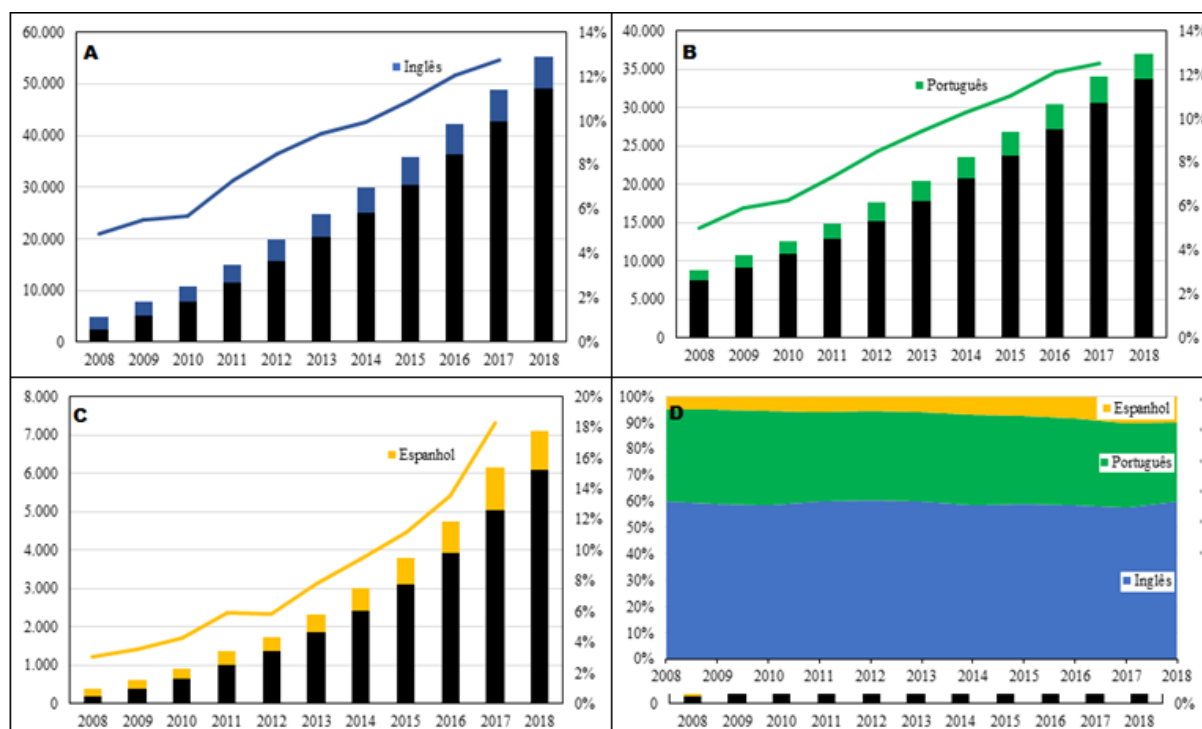
4.1 Mapeamento da produção científica sobre análise ou avaliação físico-química sobre recursos hídricos

O campo de estudos sobre recursos hídricos tem sido identificado por um claro processo de consolidação científica internacionalmente, uma vez que é possível identificar com base em métricas bibliométrica da plataforma *Google Scholar* uma clara evolução positiva de novas publicações ano após ano nas línguas inglesa, portuguesa e espanhola no período entre 2008 a 2018.

Em termos absolutos, o surgimento de novas publicações científicas sobre recursos hídricos com filtros de palavras-chave de análise ou avaliação físico-química nas 3 línguas – inglês, português e espanhol - demonstra um padrão evolutivo com crescente expansão, embora com diferentes ritmos e escalas de publicação entre os idiomas (FIGURAS 4A, 4B e 4C).

O crescente interesse no processo de conhecer a respeito dos recursos hídricos demonstra a importância desse recurso não só para a humanidade, como para todos os seres vivos.

Figura 4 – Evolução das publicações sobre Recursos Hídricos



Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Google Scholar (2019).

A evolução de novas publicações em cada uma das línguas claramente demonstra uma maior maturação do campo científico em língua inglesa à medida que comparativamente, por um lado, em 2008 surgiram 2391 novos textos sobre recursos hídricos em comparação às escalas de 1390 artigos em português e apenas 187 em espanhol, enquanto, por outro lado, até o fim do ano 2018 surgiram 6359 textos em inglês *vis-à-vis* a 3220 em português e 1040 em espanhol.

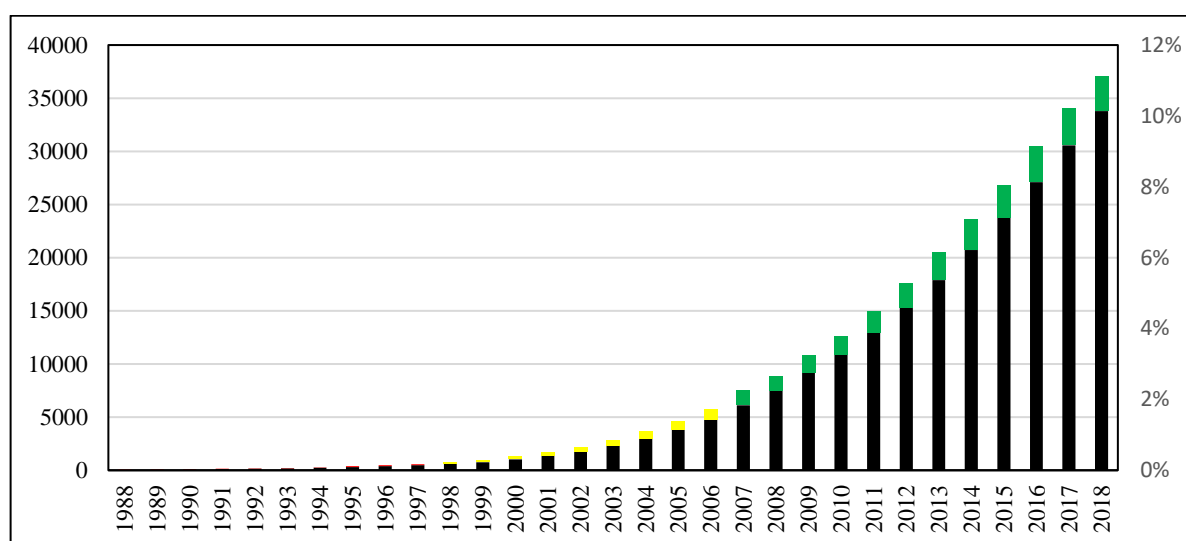
Em termos relativos, ao longo da periodização de uma década entre 2008 a 2018, fica evidente que as publicações científicas em língua inglesa dominam majoritariamente o campo científico de estudos sobre recursos hídricos, totalizando no período 59,2% de todas as publicações, em comparação a 33,4% em língua portuguesa e 7,3% em língua espanhola, respectivamente.

Embora o grau de concentração das publicações entre as três línguas não tenha se alterado significativamente ao longo do período de 2008 a 2018, com um padrão suave de evolução relativamente proporcional, observa-se um ligeiro incremento de novas publicações em um ritmo maior principalmente na língua

espanhola (FIGURA 4C) em comparação à língua portuguesa, mais especificamente entre 2014 e 2018 (FIGURA 4D).

No caso do campo científico de publicações sobre recursos hídricos em língua portuguesa foi possível identificar uma evolução exponencial das pesquisas e dos correspondentes resultados em novos textos ao longo dos anos nas últimas 3 décadas (1988), a qual se caracteriza por um ciclo de vida em 3 fases (FIGURA 5).

Figura 5 - Evolução das publicações sobre recursos hídricos em língua portuguesa



Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Google Scholar (2019).

A embrionária fase entre 1988 e 1997 é caracterizada por uma escassa pesquisa e publicação de textos ao longo do tempo até se chegar à segunda fase entre 1998 e 2006 quando o campo científico adquire massa crítica, repercutindo assim em uma ampliação do autorreferenciamento na terceira fase, com ampliação em escala das publicações (Figura 5).

No caso do Brasil, país que concentra em escala a maior parte das publicações em língua portuguesa sobre recursos hídricos, o mapeamento da produção científica sobre análise ou avaliação físico-química pode ser analisada no Brasil com um nível maior de detalhamento ao se organizar e tabular uma série de informações disponibilizadas na base de dados do Diretório de Grupos de Pesquisa da Plataforma Lattes, onde foi possível identificar 510 grupos de pesquisa (CNPq, 2019).

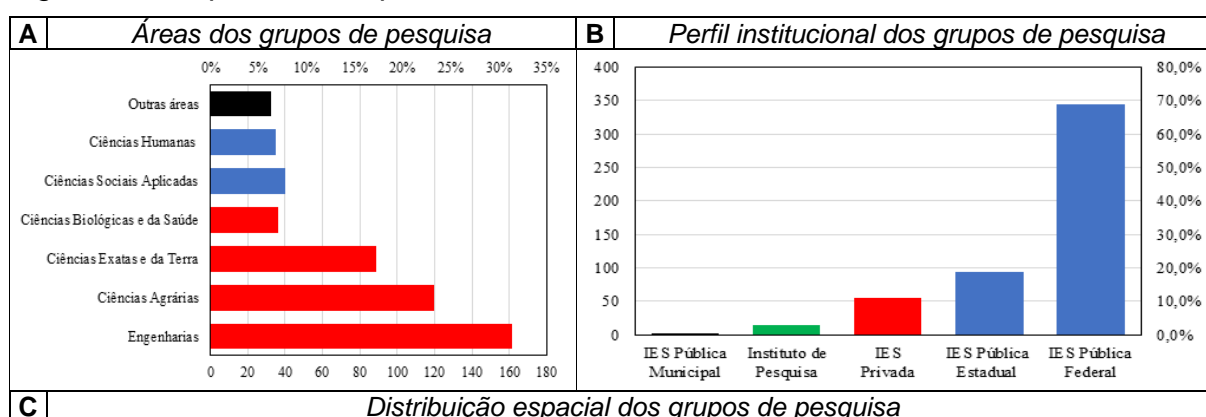
As áreas duras, ou, *Hard Science*, tradicionalmente identificadas pelos métodos indutivos dos campos de Engenharias, Ciências Agrárias e Ciências Exatas e da

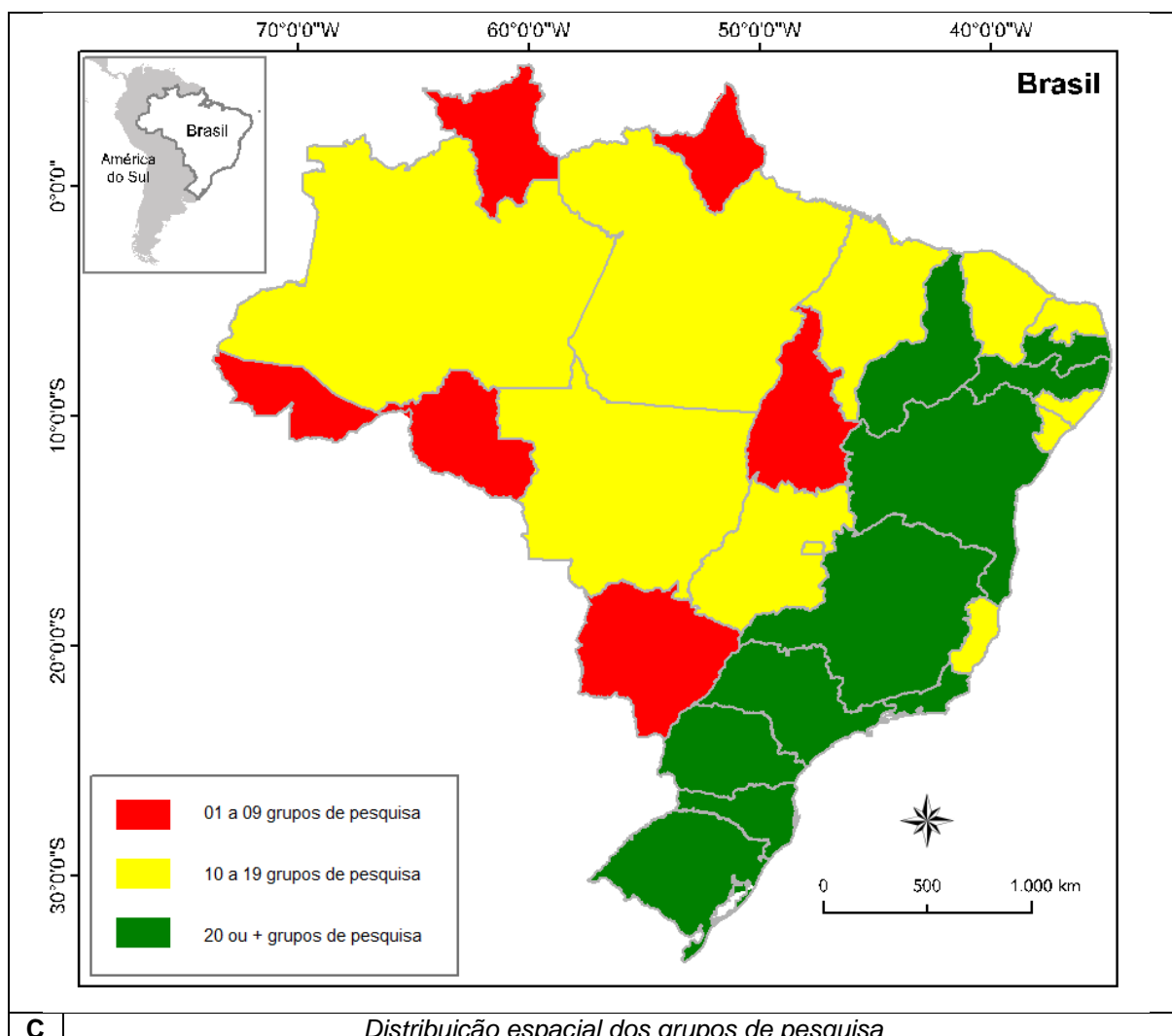
Terra, bem como Ciências Biológicas e da Saúde concentram 403 dos grupos de pesquisa sobre recursos hídricos no Brasil (79%) em comparação a 107 de grupos de pesquisa de áreas de *Soft Science* como Ciências Humanas e Sociais Aplicadas ou mesmo de outras áreas (21%) (FIGURA 5A).

Conforme a Figura 5B, observa-se que o perfil institucional destes grupos de pesquisa sobre recursos hídricos demonstra uma clara concentração de pesquisas sendo desenvolvidas por Instituições de Ensino Superior (IES) de natureza pública (86,3%), com particular das IES públicas federais (67,6%) em comparação às IES privadas (11%) ou mesmo em relação à diminuta participação de Institutos de Pesquisa (IP), públicos ou privados (2,7%).

A distribuição espacial destes grupos de pesquisa sobre recursos hídricos no território nacional apresenta uma clara assimetria, na qual 6 estados das regiões Sul e Sudeste, além de 4 estados do da região Norte possuem alta concentração de pesquisa, com de 20 grupos de pesquisa cada *vis-à-vis* a 6 estados das regiões Centro-Oeste e Norte com baixa concentração (1 a 9 grupos de pesquisa em cada estado) ou mesmo a 9 estados das regiões Nordeste, Norte, Centro-Oeste, incluso o estado do Espírito Santo da Região Sudeste (10 a 19 grupos de pesquisa) (FIGURA 5C).

Figura 6 - Grupos de Pesquisa sobre Recursos Hídricos no Brasil





Fonte: Elaboração própria. Base de dados: CNPq (2019).

4.1.1 Análise de indicadores com base na Resolução CONAMA nº 357/2005

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) que é um órgão consultivo e deliberativo responsável por questões ambientais no país regulamentou por meio da Resolução 357/2005 parâmetros mínimos de qualidade dos recursos hídricos à luz da Política Nacional de Recursos Hídricos (1997) e da Convenção Internacional de Estocolmo (2004), sendo estes tomados em consideração nesta análise.

Por meio de análise físico-química de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$); pH-potencial hidrogeniônico; oxigênio dissolvido (mg/L); turbidez; perfil térmico ($^{\circ}\text{C}$), vazão, coliformes totais e fecais (*Escherichia coli*), obteve-se os resultados apresentados a seguir.

Em um primeiro momento, partiu-se da análise de condutividade, este que tem como característica a relação de que quanto maior seu valor, maior a contaminação d'água. Pelo conceitual de Pinto (2007, p. 02): "Condutividade elétrica é uma medida da habilidade de uma solução aquosa de conduzir uma corrente elétrica devido à presença de íons". A Resolução CONAMA nº 357 de 2005 determina que a margem de variação dos valores medidos em relação a águas naturais pode variar de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Na primeira coleta efetuada no mês de julho do ano de 2017, os parâmetros de condutividade em todos os pontos apresentaram-se dentro dos parâmetros, na segunda coleta efetuada no mês de outubro de 2017, os pontos 1, 2 e 3 apresentaram índices (2, 8 e 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$) abaixo do mínimo, enquanto os pontos 5 e 6 apresentaram índices (128 e 110 $\mu\text{S}/\text{cm}$) acima do estabelecido e na terceira efetuada no mês de janeiro de 2018, os pontos 2, 6, 7, 8, 9 e 10 apresentaram índices (7, 2, 4, 2, 1 e 3 $\mu\text{S}/\text{cm}$) abaixo do estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 que determina que a margem de variação dos valores medidos em relação a águas naturais pode variar de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

O indicador de condutividade tem como característica quanto maior seu valor, maior a contaminação d'água. Pelo conceitual de Pinto (2007, p. 2): "Condutividade elétrica é uma medida da habilidade de uma solução aquosa de conduzir uma corrente elétrica devido à presença de íons".

Segundo Funasa (2013) o Potencial Hidrogênio pH⁸ representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, esse fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento, pois representa o equilíbrio entre íons H⁺ e íons OH⁻.

Na rotina dos laboratórios das estações de tratamento ele é medido e ajustado sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação da água e também o controle da desinfecção. O valor do pH varia de 0 a 14. Abaixo de 7 a água é considerada ácida e acima de 7, alcalina. Água com pH 7 é neutra. A Portaria

⁸ "O pH é usado universalmente para expressar a intensidade de uma condição ácida ou alcalina de uma solução" (RICHTER; AZEVEDO NETTO, 1991, p. 28).

nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição.

O valor do pH é importante, pois apresenta forte relação com o crescimento bacteriano, uma vez que para a maioria das bactérias o pH ótimo para seu desenvolvimento oscila entre 6,5 e 7,5 (Soares; Maia, 1999). Segundo a Portaria nº 518/2004, recomenda-se que o pH da água para consumo humano mantenha-se na faixa de 6,0 a 9,5, sendo que nas amostras avaliadas o pH variou entre 6,1 e 8,3, atendendo, portanto, à legislação vigente (DANELUZ; TESSARO, 2014, p. 01).

Na primeira coleta efetuada no mês de julho do ano de 2017, os parâmetros de pH, apresentaram alterações nos pontos (1, 2, 3, 6, 7, 8, 9 e 10) apresentaram índices (5,97, 5,75, 5,63, 5,63, 5,55, 5,9, 5,8 e 5,6) abaixo do mínimo, na segunda coleta efetuada no mês de outubro de 2017, todos os pontos apresentaram-se dentro da norma e na terceira efetuada no mês de janeiro de 2018, os pontos 3, 6, 7, 8, 9 e 10 apresentaram índices (7, 2, 4, 2, 1 e 3 $\mu\text{S}/\text{cm}$) abaixo do estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 que é de 6,0 a 9,0.

Em um segundo momento, analisou-se o oxigênio dissolvido, que é a concentração de oxigênio (O_2) contido na água, sendo essencial para todas as formas de vida aquática, sendo considerado de certa forma o parâmetro mais importante para expressar a qualidade de um ambiente aquático, é um componente essencial para o metabolismo dos organismos aeróbicos presentes nos corpos hídricos, tem a função de equilibrar as comunidades aquáticas (LIBANIO, 2010).

A descarga em excesso de material orgânico na água pode resultar no esgotamento de oxigênio do sistema. Exposições prolongadas a concentrações abaixo de 5mg/L podem não matar alguns organismos presentes, mas aumenta a susceptibilidade ao estresse. Exposição abaixo de 2 mg/L podem levar à morte a maioria dos organismos (BRASIL, 2001, p. 01).

O valor mínimo de oxigênio dissolvido (OD) para a preservação da vida aquática, estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 é de 5,0 mg/L.

Em terceiro momento, quanto ao índice de temperatura, obteve-se a menor temperatura no mês de julho no ponto 5, que foi de 20,8 °C e maior 30,1 °C no ponto 4, no mês de outubro de 2017, não consta parâmetros de temperatura mínimos e máximos na legislação.

A temperatura da água é resultado da radiação solar incidente sobre a água. Exerce grande influência nas atividades biológicas e no crescimento dos organismos,

também determina os tipos de organismos que habitam o local, uma vez que estes têm uma faixa preferida de temperatura para se desenvolverem. Se este limite for ultrapassado, tanto para mais quanto para menos, os organismos são impactados e espécies mais sensíveis podem até mesmo ser extintas do local. A temperatura influencia a química da água; corpos de água fria tem maior capacidade de reter o oxigênio dissolvido do que a água quente. A temperatura também é a principal responsável por uma das características físicas da água: a densidade. As diferenças de temperatura geram camadas d'água com diferentes densidades, formando uma barreira física que impede que se misturem, e quando a energia do vento não é suficiente para misturá-las, o calor não se distribui uniformemente na coluna d'água, criando assim a estratificação térmica (ANA, 2019).

Em um quarto momento da análise, a concentração de oxigênio dissolvido na primeira coleta efetuada no mês de julho do ano de 2017, apresentou alterações nos pontos (1, 7, 9 e 10), com índices (4,65, 0,81, 3,43 e 4,46) abaixo do mínimo, na segunda coleta efetuada no mês de outubro de 2017. Todos os pontos (1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, e 10), apresentaram índices (2,04, 4,9, 2,5, 4,61, 3,71, 0,48, 1,39, 1,78 e 3,27) abaixo do mínimo na terceira coleta efetuada no mês de janeiro de 2018, todos os pontos com exceção do ponto 5, apresentaram índices abaixo do estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 que é de 5,0 mg/L.

Oxigênio dissolvido é a concentração de oxigênio (O₂) contido na água, sendo essencial para todas as formas de vida aquática, sendo considerado de certa forma o parâmetro mais importante para expressar a qualidade de um ambiente aquático, é um componente essencial para o metabolismo dos organismos aeróbicos presentes nos corpos hídricos, tem a função de equilibrar as comunidades aquáticas (LIBANIO, 2010).

Em um quinto momento, na análise de turbidez, todos os pontos em todos os períodos se permaneceram dentro dos limites estabelecidos, pela resolução n° 357 do CONAMA, a qual impõe limites de turbidez de 40 UNT para águas doces classe 1 e de 100 UNT para as classes 2 e 3.

A turbidez é uma característica física da água ocasionada pela presença de materiais em suspensão, como argila, silte, matéria orgânica e inorgânica, e outros

compostos, que faz com que a luz seja espalhada ou absorvida e não transmitidas em linha reta através da amostra. Em outras palavras é a medida da redução da transparência. “A transparência de um corpo d’água natural é um dos principais determinantes da sua condição e produtividade” (ANA, 2019, p. 8).

Em um sexto momento da análise, avaliou-se a vazão de um corpo hídrico que é influenciada pelas condições climatológicas e características físicas da bacia hidrográfica, seu conhecimento é importante para limitação da capacidade de escoamento do canal. Em nível de Mato Grosso conforme Resolução nº 27, de 09 de julho de 2009, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CEHIDRO), no seu Art. 4º define que “a vazão de referência adotada no Estado é a Q95, vazão de permanência por 95% do tempo. Esta vazão considera a existência de conhecimento da vazão do fluxo do corpo hídrico”. Ainda, a resolução 357/2005 do CONAMA define a vazão de referência como sendo a:

vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGRH) (BRASIL, 2005, p. 03).

Por fim, na análise, além dos parâmetros químicos outros fatores complementares auxiliaram na busca do panorama da situação dos corpos hídricos avaliados, as análises coliformes totais e fecais⁹, estes últimos denominados termotolerantes, pelo fato de que algumas bactérias pertencentes a esse grupo não serem encontradas em fezes, os principais patógenos que transmitem doenças através da água fazem parte do grupo de coliformes totais constituído pelos gêneros, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* e *Enterobacter*.

A Resolução CONAMA 357/2005, determina como sendo o valor máximo de coliformes totais é de 5.000 e coliformes termotolerantes para águas de mananciais é

⁹ Coliformes totais e fecais são definidos como: Totais: (bactérias do grupo coliforme) - bacilos Gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5$ °C em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β –galactosidase e coliformes termotolerantes - subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2$ °C em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal (BRASIL, 2004, p. 02).

de 1.000 por nº/100 mL, e no seu Art. 42. estabelece que enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, atribuindo a responsabilidade de estabelecer metas para reestabelecer a qualidade da água.

Conforme a análise de coliformes totais e fecais registradas na bacia de Mariana I, o indicador ficou abaixo do limite da regulamentação do CONAMA 357/2005, em termos de coliformes totais (5.000/100 mL) e coliformes termotolerantes (1.000/100 mL), demonstrando qualidade dos corpos de água, sem necessidade de ser estabelecido metas de melhoria, desde que seja estabelecido um monitoramento constante.

Com base nos resultados apresentados na pesquisa concluiu-se que a influência antrópica impacta nos corpos hídricos da Bacia Mariana I, não obstante a qualidade dos recursos hídricos da bacia Mariana seja considerada boa e propícia ao consumo humano após tratamento, segundo os parâmetros de análises estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

4.2 Morfologia da Bacia Hidrográfica Mariana I

A morfologia de uma bacia hidrográfica é em grande parte determinada pela sua origem, o tempo de retenção hidráulica, definido como o tempo necessário para toda a água, do lago ser renovada, é uma medida importante na qualidade ecológica e na detecção e efeitos de eventuais fontes poluidoras. Sua ligação está ligada diretamente com o balanço de nutrientes, a estabilidade térmica da coluna d'água, a produtividade biológica e os processos de circulação e dispersão de organismos. É possível ainda através da análise dos dados morfométricos, avaliar a qualidade de assimilação de impactos decorrentes de entradas de efluentes, taxa de acumulação e padrões de dispersão de poluentes, estes parâmetros podem revelar indicadores físicos específicos para um determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais (ANA, 2019).

Em trabalho desenvolvido por Umetsu (2009), os parâmetros morfológicos da bacia Mariana I, foram condensados conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Parâmetros morfológicos da Bacia Mariana I

Parâmetros	Valor
Área (km ²)	6,5
Perímetro (km)	46,52
Comprimento (km)	14,67
Ordem	4 ^a
Número total de cursos d'água	135
Comprimento total decursos d'água (km)	98
Altitude máxima (m)	378
Altitude mínima (m)	248
Coeficiente RHO	0,40
Frequência de drenagem (km ⁻²)	1,38
Densidade de drenagem (km ⁻¹)	1,34
Textura de drenagem (C)	1,85
Amplitude altimétrica (m)	109
Razão de amplitude altimétrica (m. km ⁻¹)	7,39
Razão de alongamento	0,62
Índice de circularidade	0,44
Fator de forma	0,30

Fonte: Adaptado Umetsu (2009).

Segundo Umetsu (2009), o padrão de drenagem da bacia é dendrítico. Baseado na ordem de drenagem, a Bacia Hidrográfica Mariana foi classificada como de quarta ordem. Apresentando a maior parte do relevo correspondente a plano e suavemente ondulado.

Com a caracterização da morfologia da Bacia Mariana I, apresenta características endêmicas, propiciando o desenvolvimento de atividades econômicas diversificadas, a áreas da Bacia Mariana I, é formada por 284 lotes rurais e urbanos, contendo 55 espelhos d'água e 83 nascentes, totalizando aproximadamente 98 km de canais, que formam o fluxo de água responsável pelo abastecimento da cidade de Alta Floresta.

A riqueza de rios na região avaliada, não garante a disponibilidade hídrica, em função a sazonalidade bem definida na região, onde o período de maior incidência de chuvas ocorre de outubro a abril, sendo predominante o período seco nos outros meses, de forma que no final desse período pode-se observar vazões abaixo da média

mensal, inclusive interrompendo o fluxo de água em alguns pontos da Bacia Mariana I.

Com a captação d'água para o fornecimento a população de Alta Floresta nesse período de estiagem, acima citado utiliza-se em do volume morto¹⁰ para garantir o abastecimento. Além de utilizar água de reservatórios particulares ao longo da bacia, utilizando-se a técnica de liberação rompendo as barragens.

Ainda não se tem um consenso qual a vazão adequada, que deve ser mantida nos trechos onde a vazão é reduzida, sendo, no Mato Grosso adotado o sistema Q7, 10(mínima anual da vazão média de 7 dias com 10% de probabilidade de ocorrência em um ano qualquer) ou alguma com permanência acima de 90% (vazão que é igualada ou superada em 90% do tempo). Ainda, traz a luz a resolução 357/05 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), a definição de vazão como sendo "vazão dos do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGRH" (MEES, [201-?], texto digital).

Em se tratando de custo de viabilidade de investimento em captação com a finalidade de abastecimento de uma área urbana, é levado em consideração além da qualidade e quantidade os aspectos econômicos, uma vez que a longo prazo a manutenção dos processos de instalações e conservação da segurança sanitária são interesses primordiais que devem ser levados em consideração no desenvolvimento econômico de uma região.

A degradação das áreas dos mananciais, devido principalmente a atividade de exploração extensiva como a lavoura e a pecuária desenvolvidas na região da Bacia Mariana I, podem ocasionar futuramente processos de contaminação dos corpos hídricos, refletindo no processo de abastecimento urbano.

Para efetivar ações que protejam e recuperem mananciais tem-se como um

¹⁰ O volume morto corresponde à parcela do volume total do reservatório inativa ou indisponível para fins de captação de água. Corresponde ao volume do reservatório compreendido abaixo nível mínimo operacional (MEES, [201-?], texto digital).

dos principais instrumentos jurídicos a Lei das Águas (9433/97), a qual estabelece como fundamento que a “gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas”. Este fundamento prevê o acesso à água pelos seus diferentes usuários provendo o abastecimento humano, a geração de energia, a irrigação, a navegação, o abastecimento industrial e o lazer, entre outros.

4.2.1 Aspectos físico químicos dos recursos hídricos da Bacia Mariana I

A busca por manutenção da quantidade e da qualidade de água tem se tornado uma preocupação frequente da comunidade e dos gestores públicos, no intuito de diminuir os custos socioeconômicos. A forma utilizada na cidade de Alta Floresta para o tratamento compreende na captação dos recursos hídricos, sendo bombeado através de um sistema canalizado por 12 quilômetros, chegando a unidade de tratamento, onde passa pelo processo de decantação, cloração.

4.2.2 Aspectos socioeconômicos

Os aspectos socioeconômicos da região da Bacia Mariana I, segue as características do processo de colonização da implantado pela colonizadora Indeco, na década de 1970, onde por incentivo do governo iniciou um movimento de Integração do território nacional, aumentando os incentivos aos interessados em se deslocarem para a região norte. No ano de 1973 através de edital de concorrência pública 03/73 de 25/07/73, para fins exclusivos de colonização, 2.000.000 ha de terras devolutas estaduais, localizadas no município de Aripuanã-MT.

A INDECO teve seu projeto aprovado pelo INCRA pela Portaria nº 611 de 25 de abril de 1975, conforme consta na Escritura Pública Declaratória de Condições de Aquisição de Lotes Urbanos da Colonizadora INDECO, registrada no Cartório do 6º Ofício de Cuiabá em 6 de outubro de 1977. Assim, Ariosto ao ganhar a licitação de 400 mil hectares do estado de Mato Grosso, agrega essa área à comprada anteriormente da empresa ÍNDIA S/A de 418 mil hectares, dispondo um total de 818 mil hectares para comercialização de terras para colonos migrantes (PERIN, 2015, p. 40).

O processo de colonização seguiu o projeto de colonização da empresa Indeco, a qual dividiu as terras em duas glebas, Alta Floresta e Paranaíta e, posteriormente, criou a gleba Apiacás. O loteamento foi dividido em três categorias: exploração

agrícola em regime de economia familiar; exploração agrícola em regime empresarial; e exploração agroflorestal ou agropecuária de grande porte. Sendo o tamanho das áreas das duas primeiras 100 ha e 300ha, representando essas duas classes 30% e a terceira de 3.000 a 6.000 ha representando 70% da área total (PERIN, 2015).

O perfil dos proprietários se deu em 80% vindos do Paraná, que por estarem nesse período enfrentando condições difíceis viram uma oportunidade de um futuro melhor, desenvolvendo atividades baseadas na agricultura, extração mineral, exploração de madeira e pecuária. Essa derradeira teve a maior adesão sendo a principal atividade na região da Bacia Mariana I, onde a predominância é a pecuária de leite nas propriedades menores e a pecuária de corte nas maiores onde o tamanho dessas áreas varia de 2 ha a 100 ha. O projeto de colonização previa a produção agrícola nessa área, principalmente a produção de café e guaraná, porém com a descoberta do ouro a maior parte da mão de obra, que já era escassa tornou-se ainda mais, tornando a agricultura inviável, dando espaço a pecuária atividade que exige menos mão de obra.

Com a ausência de políticas públicas e planejamento, no início a região sofria com o “Paludismo, assim os mesmos eram orientados a desmatar todas as “beiras d’água” no intuito de extinguir o foco da doença” (UMETSU, 2009, p. 95). Atualmente com a informação facilitada e programas de incentivo como o Programa Olhos d’Água da Amazônia implantado no ano de 2010, onde nessa data de 8.000 nascentes apenas 4.000 se encontravam preservadas, atualmente a maior parte das propriedades já iniciaram a recuperação das áreas degradadas.

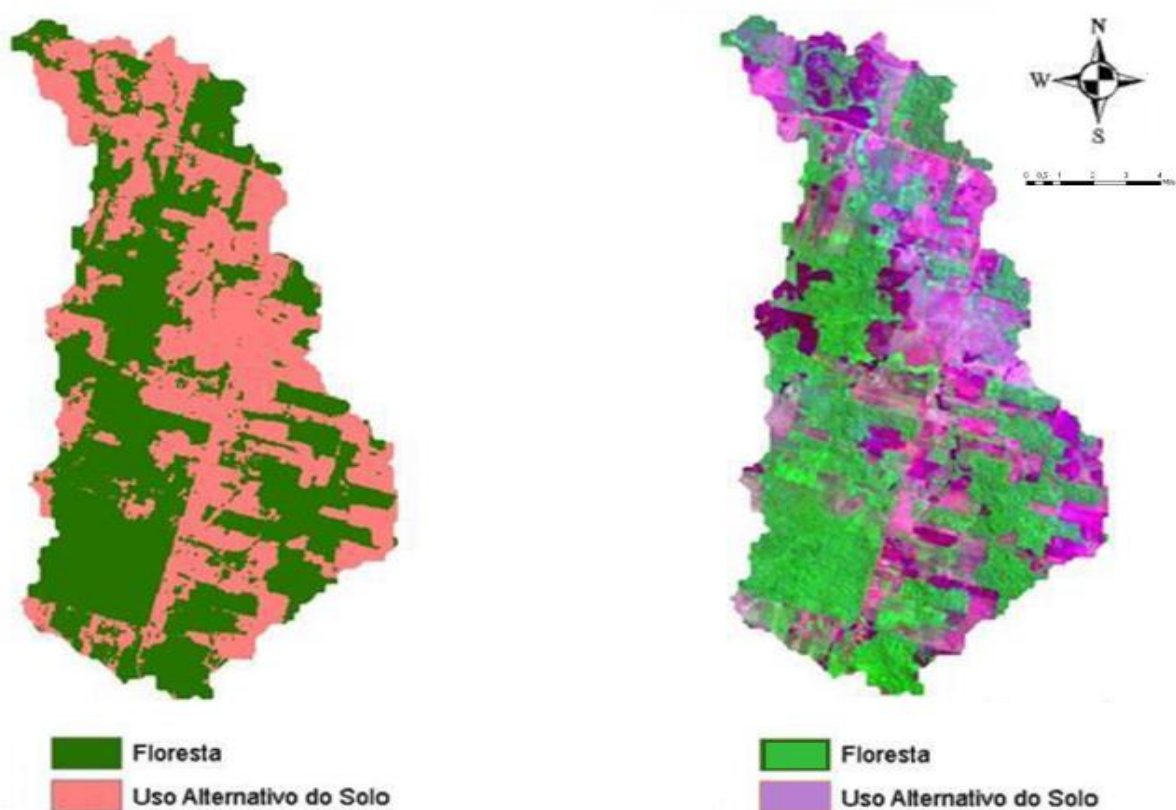
A Bacia Mariana possui uma área de APP hídrica de aproximadamente 687 ha. A análise temporal demonstrou que em 1990 havia 68,5% da área de APP preservada; diminuindo para 48,13% no ano 2000 (BAMBOLIM; DONDE, 2017, p. 96)

É possível observar através da Figura 7, a classificação do uso do solo no ano de 1990, bem como a evolução antrópica na Bacia Mariana I no ano de 2009, onde ainda restam 558 ha de área de APP para serem recuperadas, representando 56% do total da área de APP (FIGURA 9).

Um dos principais fatores que influenciaram na não preservação das APPs foi a falta de orientação dos principais órgãos responsáveis relatados pelos proprietários dessa região, no início da colonização o incentivo ao desmatamento para a ocupação

da área era prática comum, sendo utilizada a prática das queimadas como forma de limpeza das propriedades, por ser um processo barato e que não exigia mão de obra, o que muitas vezes sendo praticado de forma inadequada acabava saindo dos limites da propriedade atingindo áreas vizinhas e reservas florestais, expondo o solo a erosão onde grande parte dos sedimentos podem ocasionar assoreamento e a diminuição do fluxo de água conforme Figura 8.

Figura 7 - Classificação do uso do solo no ano de 1990



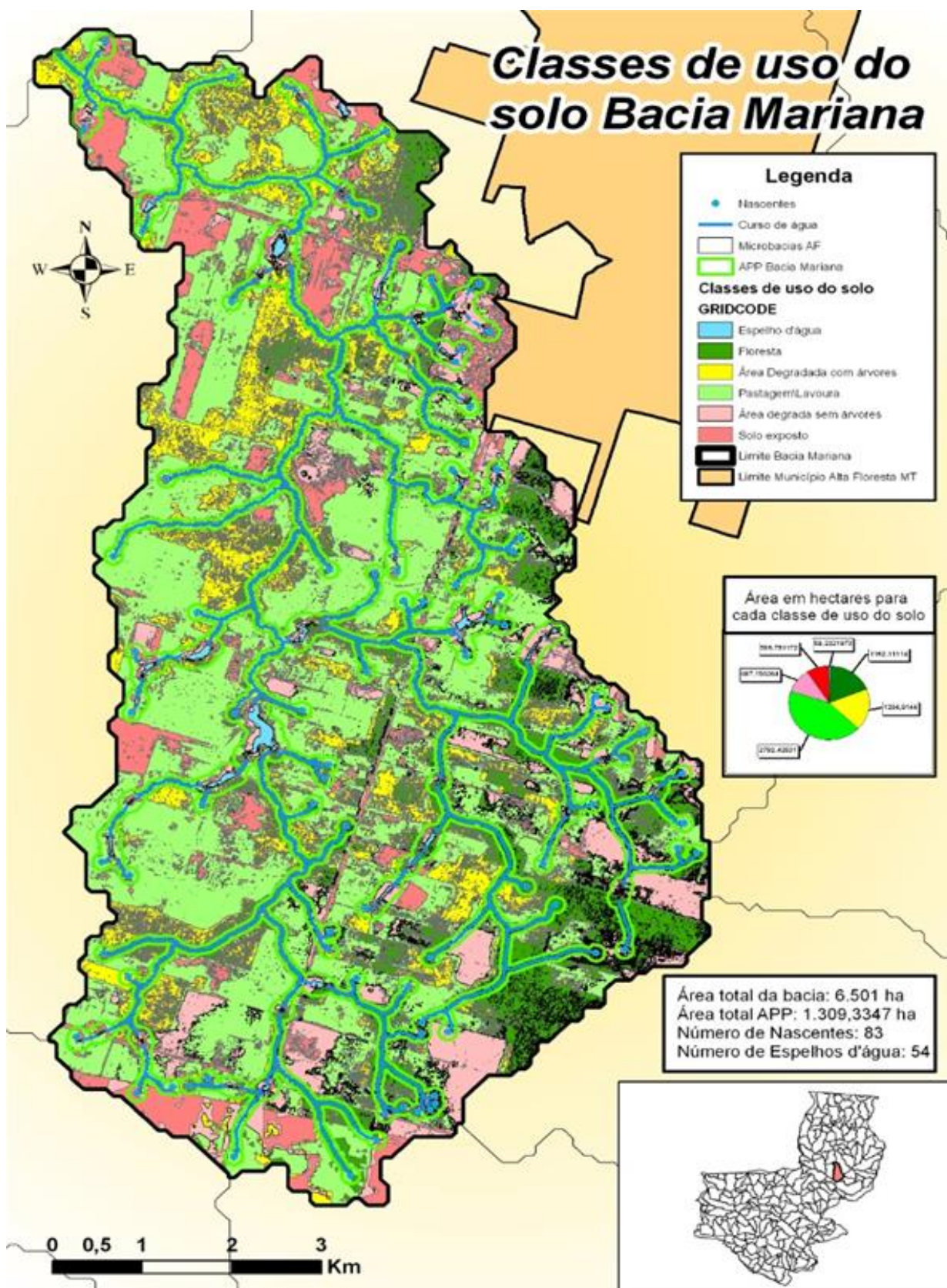
Fonte: Bambolim: Donde (2017).

Figura 8 - Assoreamento corpo hídrico



Fonte: Autor (2020).

Figura 9 - Evolução antrópica na Bacia Mariana I no ano de 2009



Fonte: ICV (2009).

(...) os entrevistados foram indagados se receberam orientação dos técnicos da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Mato Grosso (Emater-MT), da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), da Secretaria Municipal de Agricultura (Sagri), como órgãos responsáveis pela orientação aos agricultores quanto à preservação das APPs no período compreendido entre o início da abertura do município até os anos 1990. Dos 44 agricultores entrevistados, que tinham estabelecimentos agropecuários no período pesquisado, 37 (84%) responderam que não haviam recebido nenhum tipo de orientação (ROBOREDO; BERGAMASCO; GERVAZIO, 2017, p. 87).

No período de 1990 a 2000, houve um aumento considerável da classe Uso Alternativo do Solo em detrimento da classe Floresta especificamente da área da bacia Mariana, estabilizando a partir do ano de 2000, em função da fiscalização ambiental através de operações da Polícia Federal como exemplo a Operação Curupira, junto com um esforço político para tirar o município de Alta Floresta – MT. da lista dos municípios com maior ocorrência de desmatamento do país (BAMBOLIM; DONDE, 2017).

Podemos ainda visualizar os fatores antrópicos dessa região e a pressão exercida pelas atividades da agropecuária desenvolvida de forma inadequada, onde tanto a obediência a legislação ambiental quanto as boas práticas de conservação de solo e manejo de produção não são prioridades.

A degradação das matas ciliares, amparada pela força da lei com obrigatoriedade a sua preservação, podem ocasionar problemas ao meio ambiente, refletindo em problemas socioeconômicos, ainda acarreta a diminuição do auxílio na manutenção dos corpos hídricos.

As Áreas de Preservação Permanente localizadas ao longo das margens dos rios, córregos, lagos, lagoas, represas e nascentes têm como função preservar os recursos hídricos, controlam a erosão nas margens dos cursos d'água evitando o assoreamento dos rios, protege a fauna e a flora, mantém a qualidade da água etc. (RODRIGUES, 2016, p. 30).

O processo Antrópico nas APPs vem diminuindo gradativamente, dos 558 has, de área degradada registrados em 2009, apenas 77,93 has ainda estão nessa situação representando 1,2% da área total da Bacia Mariana I, esse resultado se dá graças aos projetos como Olhos d'água da Amazônia que se iniciou no ano de 2011, o qual contou a parceria entre os proprietários rurais e a Secretaria de Meio Ambiente e entidades como: Embrapa Agrossilvopastoral – Sinop/MT, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, Universidade do Estado de Mato Grosso –

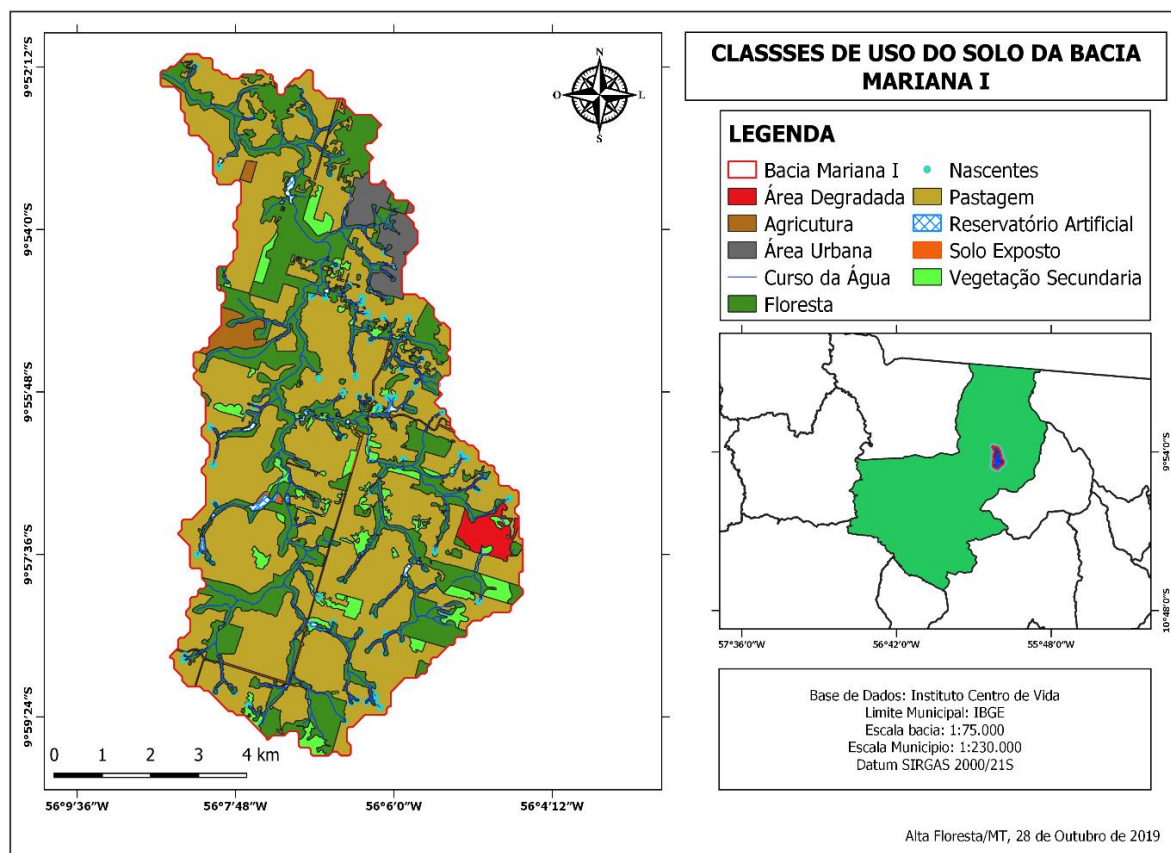
UNEMAT – campus Alta Floresta, Instituto Centro Vida – ICV que é uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP), entre outras instituições, onde foram desenvolvidos várias ações como:

- ✓ Inserção das propriedades familiares no Sistema Municipal de Licenciamento – SILAM;
- ✓ Viabilização no processo de 2 mil adesões dos pequenos proprietários rurais ao Cadastro Ambiental Rural (CAR) – sendo que atingiu mais do que previsto – efetivando no total 2.748 CARs;
- ✓ Recuperação de 1.200 nascentes das 4 mil ameaçadas de extinção;
- ✓ Mapeamento das propriedades rurais que resultou no total de 3.121;
- ✓ Implantação de 20 unidades demonstrativas de pastejo intensivo e 20 de sistemas agroflorestais sucessionais;
- ✓ Cursos de capacitação aos proprietários rurais;
- ✓ 1.200 propriedades georreferenciadas que contou com a parceria do INCRA que realizou a capacitação dos técnicos para a execução da atividade;
- ✓ Formação de um comitê de monitoramento e avaliação;
- ✓ Contratação de equipe técnica executiva (coordenador executivo e financeiro, engenheiros florestais e agrônomos, biólogos e comunicador social);
- ✓ Elaboração dos Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.

Na Figura 10, observa-se a diminuição os efeitos antrópicos nas APPs conforme comparativo das Classes de Uso do Solo nos anos de 2009 versus 2019, estão dispostos na Tabela 5.

A diferença na área total referente do ano de 2019 em relação a 2009, se dá na qualidade das cartas de imagens. O cenário na área da agricultura que em 2009, não aparecia nos índices, representa atualmente 1,10% da área total da bacia Mariana I, a tendência é uma ampliação dessa atividade, uma vez que grande parte das áreas que hoje estão ocupadas por pastagens, estão aptas a implantação da agricultura.

Figura 10 - Classe de Uso do Solo Bacia Mariana I ano 2019



Fonte: Autor (2019).

O estado de Mato Grosso é reconhecido nacionalmente pelo agronegócio que representa 50,5% do PIB do estado segundo o Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária - IMEA, se destacando principalmente na agricultura e pecuária, onde a primeira ocupa 11,9% do território mato-grossense, que tem uma área de 90,3 milhões de hectares os outros 25,5% é ocupado pela pastagem. A representação econômica se inverte a agricultura é responsável por 77% e os outros 23% do PIB do estado é representado pela pecuária. Ainda segundo o IMEA, a perspectiva que nos próximos anos parte das áreas de pastagens sejam ocupadas pela agricultura (IMEA, 2019).

Confirmando-se a tendência de substituição das áreas de pastagens pela agricultura, poderá em um futuro próximo ocasionar um aumento no processo de pressão dos corpos hídricos da Bacia Mariana I, ocasionado pelos impactos tradicionais da agricultura, principalmente da cultura da soja que são, a erosão, aumento da utilização de agrotóxicos, fertilizantes e processos de mecanização.

Tabela 5 - Comparativo Classes de Uso do Solo 2009 *versus* 2019

Classes	Ano 2009		Ano 2019	
	Km ²	%	Km ²	%
Agricultura	0,00	0,00	0,71	1,10
pastagem	39,91	61,22	38,41	59,00
Floresta	15,68	24,05	18,99	29,20
Floresta Secundaria	2,19	3,36	3,50	5,40
Área Degradada	1,60	2,45	0,78	1,20
água	3,62	5,67	2,93	3,30
Solo Exposto	2,20	3,25	0,51	0,80
Soma	65,20	100,00	65,83	100,00

Fonte: Autor (2019).

O aumento da área de florestas de 24,5% em 2009 para 29,2% em 2019, acompanhado pelo aumento das florestas secundárias, de 3,36% para 5,4% em 2019, é resultado do processo de incentivo ao reflorestamento das APPs e da recuperação das áreas degradadas que diminuíram de 2,45% em 2009 para 1,6% em 2019, refletindo ainda na área de solo exposto que acompanhou o resultado 3,25% em 2009 para 0,80% em 2019.

A prática da pecuária tanto como da agricultura ainda não faz a utilização de processos de boas práticas, voltadas a conservação de solo, como micro bacias. Com o revolvimento do solo sedimentos são lançados nos corpos hídricos gerando assoreamento, outro ponto é o sistema de direcionamento das águas pluviais da malha viária para os corpos hídricos (FIGURA 11) e a utilização das áreas de APPs, como acesso de dessedentação animal.

Figura 11 - Assoreamento direcionamento águas pluviais



Fonte: Autor (2019).

4.3 Ciclo de Atividades do sistema de tratamento de água

A água utilizada na cidade de Alta Floresta, é captada de mananciais superficiais (rios e represas), ou subterrâneas e encaminhadas para uma estação de tratamento, onde passam por processos de tratamento e posteriormente é avaliado através de análises físico-químicas, estando em condições adequadas, a água é colocada à disposição da população, por meio de uma rede de tubulação subterrânea, alimentada e pressurizada por reservatórios e onde existe menor pressão, instalam-se bombas, chamadas *boosters*, cujo objetivo é bombear a água para locais mais altos (IGUÁ, 2019).

A forma tradicional de gerenciamento de água envolve o tratamento em diversas fases para remover contaminantes. Os custos ambientais e econômicos dessa estratégia são elevados, especialmente em uma conjuntura em que os custos energéticos vêm aumentando. O novo paradigma emergente enfoca a proteção de fontes vitais de água potável contra a contaminação para, assim, reduzir ou eliminar a necessidade de tratamento (ANA, 2009).

O cenário, no entanto, de estudos realizados demonstra que os solos da Bacia Mariana I, estão degradados segundo Roboredo (2014, p.1).

74,5% das áreas dos estabelecimentos (APP e ENT) apresentaram macroporosidade menor que 10%; 78% dos solos da APP na camada de 0 - 0,20 m apresentaram densidade superior a 1,5 Mg m⁻³; 64,8% das áreas

estudadas estão com a resistência mecânica do solo à penetração variando entre 2,5 e 5 MPa; a saturação por bases identificou que a maior parte dos solos necessita corrigir a acidez devido aos resultados médios que acusarem 46% (APP) e 44% (ENT) deste indicador; e 29,4% dos agroecossistemas apresentou teor de matéria orgânica menor ou igual a 20 g dm⁻³. O marco MESMIS identificou que aquele espaço rural encontra-se muito longe do ideal de sustentabilidade tendo em vista o baixo índice agregado obtido no cluster 1 (35%) e no cluster 2 (35,2%), corroborado pela visão dos atores sociais urbanos que atingiu 40,2%, gerando o índice geral médio de 36,8%, indicando que a MBM encontra-se na condição "não sustentável ou crítica" (ROBOREDO, 2014, p. 01).

A diminuição nos custos de tratamento pode ser influenciada pela qualidade das áreas de recarga, dos corpos hídricos. Quando os ecossistemas estão em equilíbrio, naturalmente possuem a capacidade de autodepuração, influenciando no processo de descontaminação das águas.

A região da área rural onde se localiza os principais corpos hídricos que abastecem a cidade de Alta Floresta é de interesse público que as áreas de recarga estejam preservadas, porém a geração de impactos é difusa, o que dificulta a implementação de ações de controle.

O desafio de manter a conservação e melhorar a qualidade da água e solo nas áreas rurais é uma atividade que depende da participação dos proprietários rurais. Como nem sempre há uma percepção de que aos ganhos com esta prática podem gerar benefícios sociais, ela acaba por não ser realizada. Um dos gargalos está presente na maioria das vezes na renda de pequenos e médios produtores que não é suficiente para arcar com os custos de recuperação das áreas degradadas, sendo atrelada ainda a falta de percepção dos benefícios individual, e no processo coletivo dos demais usuários dos recursos na área urbana em pagar por essa qualidade.

Uma forma de minimizar os impactos aos corpos hídricos de forma coletiva são os programas governamentais que disponibilizam recursos para esse fim, como é o exemplo do Programa Produtor de Água desenvolvido em âmbito federal no Brasil que incentiva a compensação financeira de produtores rurais que, comprovadamente, contribuem para a proteção e recuperação de mananciais, gerando benefícios para a bacia e a sua população (ANA, 2009).

4.4 Características das atividades econômicas da Bacia Mariana I

As principais atividades desenvolvidas, no espaço que constitui a Bacia Mariana I, são as atividades de agropecuária, com ênfase na produção de carne e leite, a produção de grãos principalmente soja e milho estão conquistando espaços, essa microeconomia se dá pelo perfil de das propriedades, que são na sua grande maioria formada por áreas de até 04 módulos¹¹, representando área de agricultura e pastagens 39,12 km², representando 60,1% da área da Bacia Mariana I.

Estudo realizado por Roboredo, Bergamasco e Gervazio (2017), trouxe a luz a reprodução social, que seguindo o conceito do Sociólogo Bourdieu (1974) destaca sendo esse fenômeno como um processo pelo qual as culturas são reproduzidas por meio das gerações. Onde segundo o estudo a reprodução social na região da Bacia Mariana I, é preocupante ocasionada por fatores como: baixo preço da produção, descrédito da política pública, evasão dos jovens para os centros urbanos à procura de estudo e emprego, entre outros. Ainda mostra o presente estudo que os agroecossistemas vem sendo conduzido somente pelos pais, 51% das pessoas que compõem as famílias têm idade superior a 50 anos (31% de homens e 20% de mulheres). Esse fator gera preocupação uma vez que somente as pessoas com idade avançada para conduzir atividades econômicas, predominantemente, de pecuária de leite e corte, e até o momento não há estimulem o retorno dos jovens às suas propriedades.

Com a diminuição da mão de obra as atividades da pecuária leiteira, aos poucos vai sendo direcionada para a pecuária de corte e agricultura, atividades essas que suprem a mão de obra com máquinas e processos mais simplificados.

4.5 Análise da Vulnerabilidade sobre os recursos Hídricos

Para calcular a vulnerabilidade das atividades desenvolvidas na região e suas influências na qualidade dos recursos hídricos foi primeiramente mapeado a área

¹¹ 1 módulo fiscal segundo o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), na região de Alta Floresta é de 100 ha (EMBRAPA, 2019).

através do CAR e imagens de satélite, posteriormente separados os dados em oito classes que são: Atividade Agropecuária, área de solo exposto, área de solo sujeita a mecanização, área degradada APP, área prioritária para conservação, Área com aptidão agrícola, área com utilização de agrotóxico e área recuperada). Esses fatores cada qual com fatores de importância variam com o peso e o número de componentes conforme indicado no método AMBITEC – Ciclo de Vida.

A área em estudo foi mapeada e classificadas em pôr suas características, após os dados foram digitados em planilhas do Excel, atendendo os parâmetros dos coeficientes indicados na metodologia indicada do AMBITEC – Ciclo de Vida (EMBRAPA, 2009). O resumo dos valores de vulnerabilidade obtidos para cada indicador, critério e IVA da Bacia Mariana I, estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Impactos, indicadores e critério

Impacto ambiental	Indicadores	Critério
Influência Antrópica da área rural na qualidade de água	1.1 – APP com cobertura florestal	1– Exposição
	1.2 - Área degradada APP	
	1.3 - Atividade Agropecuária	
	1.4 – Área de solo exposto	
	1.5 – Área de solo sujeita a mecanização	
	1.6 – Aptidão Agrícola	
	1.7 – Utilização de agrotóxico	
	1.8 – Área preservada	

Fonte: Autor (2019).

O resumo com os valores de vulnerabilidade obtidos para cada indicador, critério e IVAs da bacia Mariana I (escala de vulnerabilidade variando de 1 a 2) estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Valores de vulnerabilidade Bacia Mariana I

	Variáveis de conservação da biodiversidade			Variáveis de recuperação ambiental			Averiguação fatores de ponderação	
	APP com cobertura florestal	APP com Área degradada	Atividades agrícola e pecuária	Solos degradados	Área de solo exposto	Área de solo sujeita a mecanização		Aptidão Agrícola
Fatores de ponderação								
Pontual	1	1	3	3	1	1	3	3

...Continua

...Conclusão

Tabela 7 - Valores de vulnerabilidade Bacia Mariana I

	Variáveis de conservação da biodiversidade			Variáveis de recuperação ambiental			Averiguação fatores de ponderação	
	APP com cobertura florestal	APP com Área degradada	Atividades agrícola e pecuária	Solos degradados	Área de solo exposto	Área de solo sujeita a mecanização		Aptidão agrícola
Fatores de ponderação								
Local	2	1	3	3	0	0	3	3
Entorno	5	1	3	3	0	0	3	3
	0,8	36	2,4	0,15	0,15	4,8	4,8	49,10

Fonte: Autor (2019).

Observou-se que as vulnerabilidades da bacia, vem diminuindo com o passar do tempo, porém a aptidão agrícola das áreas que atualmente estão ocupadas por pastagens, pressões humanas medianas e média capacidade de resposta social frente aos problemas ambientais em estudo, observa-se que o critério “exposição” apresentou vulnerabilidade média (49,10).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temática sobre análise de recursos hídricos tem se caracterizado por uma franca evolução institucional do campo científico no mundo e no Brasil em razão, tanto, da clara expansão de novas publicações em língua inglesa, portuguesa e espanhola, quanto do trabalho de diferentes grupos de pesquisa no país.

Tomando como referência a análise dos recursos hídricos, a presente pesquisa avaliou os corpos hídricos da área rural da Bacia Mariana I em Alta Floresta (MT), por meio de análise físico-química de uma série de componentes com base em um cálculo de índices de qualidade estabelecidos pelos marcos legais brasileiros do CONAMA.

Os cálculos dos índices, baseados nos dados das coletas de julho de 2017, outubro de 2017 e janeiro de 2018 demonstraram que ocorre variações entre os períodos de estiagem e de chuvas, em todos os itens avaliados, demonstrando que a influência antrópica impacta nos corpos hídricos Bacia Mariana I.

Tomando como referência os resultados apresentados na pesquisa concluiu-se que a influência antrópica impacta nos corpos hídricos da Bacia Mariana I, não obstante a qualidade dos recursos hídricos da bacia Mariana seja considerada boa e propícia ao consumo humano após tratamento, segundo os parâmetros de análises estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

Observou-se que a influência antrópica sobre os recursos hídricos vem diminuindo, em função da conscientização da importância do meio ambiente no processo de desenvolvimento social, uma vez que o entendimento que sem os recursos naturais não há a geração de recursos econômicos, o índice de vulnerabilida-

de média, não representa garantia de estabilidade na qualidade dos recursos hídricos, uma vez que as áreas que hoje estão ocupadas pela pecuária na sua grande maioria tem aptidão a agricultura, a qual no seu processo aumenta a vulnerabilidade dos corpos hídricos.

É importante salientar que o processo de recuperação de um recurso hídrico não é uma tarefa simples, e este apresenta limitações. Portanto, um dos principais fatores a ser levado em consideração no processo é a necessidade da conscientização da população (NOORHOSSEINI, 2018; VANHAM, 2017) no uso das bacias hidrográficas, principalmente, as que formam mananciais que abastecem as comunidades. “Toda a ação que ocorre numa bacia hidrográfica vai de uma forma ou outra, afetar a qualidade da água desse manancial” (VICTORINO, 2007, p. 50).

Com base nos resultados desta pesquisa, fica sugerida a ampliação das análises e o desenvolvimento de um monitoramento constante para a manutenção dos padrões de qualidade. Conclui-se que os resultados apresentados na pesquisa fornecem dados que podem servir de parâmetros para tomada de decisões da gestão dos recursos hídricos da Bacia Mariana I.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. **World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision**. Agricultural Development Economics Division Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/esa/Global_perspectives/world_ag_2030_50_2012_rev.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2018.

ALVES, M. **Justiça determina captação de água em represas em Alta Floresta – MT**. Jornal Folha de São Paulo, ed. 20 de ago. de 2010. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/ambiente/785966-justica-determina-captacao-de-agua-em-represas-de-alta-floresta-mt.shtml>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Região Hidrográfica Amazônica, A maior do mundo em disponibilidade de água**. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/amazonica.aspx>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

_____. **Monitoramento da Qualidade de água em Rios e Reservatórios. Unidade 2 – Bases conceituais para monitoramento de águas conceituais**. Disponível em: <<https://capacitacao.ead.unesp.br/index.php/temas/65-hidrologia-e-qualidade-da-agua/146-monitoramento-da-qualidade-da-agua-em-rios-e-reservatorios>>. Acesso em: 08 fev. 2019.

_____. **Quantidade de água**, [201-?]. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

_____. **Programa Produtor de Água – Manual do Operativo – Superintendência de Usos Múltiplos**. Agência Nacional de Águas, 2009. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sip/produtor-de-agua/documentos-relacionados/manual-operativo-programa-produtor-de-agua/view>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 21st ed. Washington, 2005.

BAMBOLIM, A.; DONDE, A. R. Análise temporal da Microbacia Mariana no município de Alta Floresta, Mato Grosso. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 3, p. 92-96, 2017.

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução 430, de 13 de maio de 2011**. 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 30 maio 2018.

_____. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agenda 21**, [200-?]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>>. Acesso em: 04 out. 2016.

_____. **LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 20 abr. 2021.

_____, _____. **Interrelações entre biodiversidade e mudanças climáticas: recomendações para a integração das considerações na implementação na Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre a mudança do clima e seu Protocolo de Kyoto**. Brasília – DF. 2007. Disponível em: <<http://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/975/1/Inter-rela%C3%A7oes%20entre%20biodiversidade%20emudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

BARBOSA, V. **10 países no mundo sob risco extremo de falta d'água**. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/10-paises-em-risco-extremo-de-secar/>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

BURIN, R. **Variabilidade da qualidade da água e do estado trófico do reservatório do Vacacaí Mirim**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciência e Tecnologia, Programa de Pós graduação em Engenharia Civil e Ambiental, RS, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7767/BURIN%2C%20RODRIGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 12 jun. 2021.

CAIONI, C.; CAIONI, S.; SILVA, PARENTE, A. C. S.; T. L.; ARAÚJO, O. S. **Análise da distribuição pluviométrica e de ocorrência do fenômeno climático e nos no município de Alta Floresta – MT**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19, 2014. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014b/MULTIDISCIPLINAR/Analise%20da%20distribuicao.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Rev. Árvore**, v. 30, n. 2, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rarv/a/cXmkNxXThc8ksdjWwFM6vNt/?lang=pt#>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

CARMO, R. L., *et al.* Água virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande "exportador" de água. **Ambient. Soc.**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 83-96, 2007. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2007000200006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 08 dez. 2020.

CARWILE, J. L.; MICHELS, K. B. Urinary bisphenol A and obesity: NHANES 2003–2006. **Environmental Research**, v. 111, n. 6, 2011. Disponível em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935111001435>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

CHENJOH, J. N.; CHENG, N. I.; ATEMNKENG, J. T.; MBACHAM, W. The Economic Burden of Water Related Infections in the Bamenda Health District: The Case of Diarrhoea. **Universal Journal of Public Health**, v. 5, n. 4, p. 176 – 182, 2017. Disponível em: <http://www.hrpub.org/journals/article_info.php?aid=6123>. Acesso em: 19 abr. 2018.

COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia: para engenharia e ciências ambientais**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2013.

CONACON – Congresso Nacional dos Auditores de Controle Externo. **Conheça Mato Grosso**. Disponível em: <<https://conacon2017.com.br/conheca-mato-grosso/>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

COUTINHO, M. P.; GONCALVES, D. A.; CARAM, R. O.; SOARES, P. V. Áreas de inundação no trecho paulista da bacia do Rio Paraíba do Sul e nascentes do Cadastro Ambiental Rural. **Rev. Bras. Gest. Urbana** [online], v. 10, n. 3, p. 614-623, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/urbe/a/4y433vwfbCYjdNKWwZrYwZR/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 09 abr. 2021.

DIAS, M. A. F. S.; COHEN, J. C. P.; GANDÚ, A. W. Interações entre nuvens, chuvas e a biosfera na Amazônia. **Acta Amazônica** [online], v. 35, n. 2, p. 215-222, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/aa/a/Pbx8rx6H35P8CQd7WZ4LgXS/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2021.

DOUNGMANEE, P. The nexus of agricultural water use and economic development level. **Kasetsart Journal of Social Sciences**, v. 37, n. 1, p. 38-45, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452315116000096>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Gestão Ambiental na Embrapa Serrados: Guia de Termos e Siglas**. Planaltina – DF. 2007. Disponível em: <http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2007/doc/doc_187.pdf>. Acesso em: 20 out. 2016.

_____. **Módulos Fiscais– Brasília - DF**. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>>. Acesso em: 18 set. 2019.

_____. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária AMBITEC - CICLO DE VIDA**. Fortaleza - CE, Embrapa Agroindústria Tropical, Documento 121, 2009.

FABER, M. **A Importância dos Rios para as Primeiras Civilizações**. História ilustrada, v. 2, ed. 1, 2011. Disponível em: <http://www.historialivre.com/antiga/importancia_dos_rios.pdf>. Acesso em: 04 out. 2016.

FINKLER, R. **A bacia hidrográfica**. Planejamento, manejo e gestão de bacia. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2560/1/Unidade_1.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2021.

FREEMAN, S. **Fontes de água no mundo**. 2007. Disponível em: <<http://ciencia.hsw.uol.com.br/h2o1.htm>>. Acesso em: 25 maio 2017.

FURTADO, J.; URIAS, E. **Recursos naturais e desenvolvimento: estudos sobre o potencial dinamizador da mineração na economia brasileira**. João Furtado, Eduardo Urias, ed. 1, São Paulo: Ed. dos Autores/IbRAM, 2013.

GALHARTE, C. A., CRESTANA, S. Avaliação do impacto ambiental da integração lavoura-pecuária: aspecto conservação ambiental no cerrado. **Rev. bras. eng. agríc. ambient. [online]**, v. 14, n. 11, p. 1202-1209, 2010, ISSN 1807-1929.

GLEICK, P. H. **Dirty Water: Estimated Deaths from Water-Related Disease 2000-2020**. Pacific Institute Research Report, August 15, 2002. Disponível em: <http://pacinst.org/reports/water_related_deaths/water_related_deaths_report.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2018.

GLÓRIA, L. P., HORN, B. C., HILGEMANN, M. **Avaliação da qualidade da água de bacias hidrográficas através da ferramenta do índice de qualidade da água – IQA**. Lajeado: 2017. Disponível em: <<http://univates.br/revistas/index.php/cadped/article/view/1421>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

GOMES, R. C. **Revegetação de áreas degradadas por mineração na Floresta Nacional do Jamari e sua relação com a qualidade das águas superficiais**. Sorocaba, 2021. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/204757/gomes_rc_dr_soro.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 20 abr. 2021.

HOGEBOOM, R. J.; KNOOK, L.; HOEKSTRA, A. Y. The blue water footprint of the world's artificial reservoirs for hydroelectricity, irrigation, residential and industrial water supply, flood protection, fishing and recreation. **Advances in Water Resources**, v. 113, p. 285-294, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917081730307X>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População**. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/alta-floresta/panorama>>. Acesso em: 28 maio 2018.

IGUÁ – Saneamento. **Serviços**. 2019. Disponível em: <<https://www.iguasa.com.br/aguas-alta-floresta/quem-somos>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

IMEA - Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária. **Conjuntura econômica**. Boletim nº 65, publicado em 04/out, 2019. Disponível em: <https://bucket-xiruexterno-2.s3.sa-east-1.amazonaws.com/5/809881640863047682/923078945574166528-.pdf?X-Amz-Expires=432000&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIOZVUSV4HGV74RLA/20191106/sa-east-1/s3/aws4_request&X-Amz-Date=20191106T125416Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=9ac44e66f9dcf87cf7a104c9d3e1b64e5a9bef1cf0c8f54157cd5bfbe9963fd5>. Acesso em: 05 nov. 2019.

ITAIPU. **Bê á Bá de Itaipu**. Disponível em: <https://www.itaipu.gov.br/sites/default/files/BX_beaba_OK.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2021.

JÚNIOR, J. S. P. **Recursos Hídricos - conceituação, disponibilidade e usos**. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados, 2004. Disponível em: <[file:///C:/Users/usuario/Downloads/recursos_hidricos_jose_pereira%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/recursos_hidricos_jose_pereira%20(2).pdf)> Acesso em: 14 mar. 2017.

LIBERATO, A. M.; BRITO, J. I. B. Influência de mudanças climáticas no balanço hídrico da Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, p. 170-180, 2010. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=influ%C3%Aancia+da+amaz%C3%B4nia+no+clima&oq=influencia+da+amazonia+>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

LUZ, C. C. S.; NEVES, S. M. A. S.; WEBBER, A.; RAMOS, P.; FREITAS, L. E. **Avaliação da degradação ambiental a partir da perda de solo por erosão hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Jauru – MT**. Edição Especial dos Anais do V Simpósio Mineiro de Ciência do Solo: Agroecologia e a Compreensão do Solo como Fonte e Base para a Vida, v. 15, n. 1, 2020. Disponível em: <<http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/6273>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

MARCONI, M., LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MARQUES, A. C. C.; BARAZZUTTI, A.; SENNA, A. J. T.; ALVES, R. R. Análise das estratégias para a promoção do desenvolvimento local sustentável: uma investigação no município de São Gabriel-RS. **ESTUDO & DEBATE**, Lajeado, v. 21, n. 1, p. 200-216, 2014. Disponível em:

<<http://www.univates.br/revistas/index.php/estudoedebate/article/viewFile/610/600>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

MACEDO, E. F.; JÚNIOR, N. N. A importância do planejamento logístico com foco no crescimento da demanda da cadeia produtiva de alimentos até 2050. **REFAS: Revista FATEC Zona Sul**, v. 3, n. 3, 2017, ISSN-e 2359-182X. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5968642>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

MEES, A. **Qualidade de Água em Reservatórios**, [201-?]. Disponível em: <https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/74/2/Unidade_1.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2019.

MERRIOTT, D. Factors associated with the farmer suicide crisis in India. **Journal of Epidemiology and Global Health**, v. 6, n. 4, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210600615300277#!>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

MMA/IBAMA. **Plano de Manejo da Floresta Nacional do Jamari – Rondônia**. Volume I – Diagnóstico. Elaboração: Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e de Recursos Naturais Renováveis. 2005. 158 p. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/flona_jamari_pm_diagnostico.pdf>. Acesso em: 18 out. 2020.

MUELLER, S. A.; CARLILE, A.; BRAS, B.; NIEMANN, T. A.; ROKOSZ, S. M.; MCKENZIE, H. L.; KIM, H. C.; WALLINGTON, T. J. Requirements for water assessment tools: An automotive industry perspective. **Water Resources and Industry**, v. 9, p. 30-44, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221237171400047X>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

NACE, T. **Humanity Has Officially Consumed More Than Earth Can Produce This Year**. Whoa Science, 2017. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/trevornace/2017/08/03/humanity-officially-consumed-more-earth-produce-year/#58dc37b59a4d>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

NOORHOSSEINI, S. A.; ALLAHYARI, M. S.; DAMALAS, C. A.; MOGHADDAM, S. S. Public environmental awareness of water pollution from urban growth: The case of Zarjub and Goharrud rivers in Rasht, Iran. **Science of The Total Environment**, v. 599-600, p. 2019-2025, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717312287?via%3Dihub>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, 2016**. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002440/244040por.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2017.

_____. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, 2018**. Roberta Fernanda da Paz de Souza Paiva. Disponível

em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002615/261579por.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2018.

OKUMURA, A. T. R.; DA SILVA, A. G.; DA SILVA, N. R. S.; LOPES, E. R. D. N.; BIFANO, R. B. A.; VIANA, R. V. Q. Determinação da qualidade da água de um rio tropical sob a perspectiva do uso. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 04, p. 1835-1850, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/viewFile/243982/36130>>. Acesso em: 29 mar. 2021.

PASCUAL, M. S.; NEGRÍN, E. F.; VEGA, G. Q.; AGUILAR, M. J. A. Efecto de la inclinación y pedregosidad sobre el reparto del agua de lluvia, su cuantificación y aplicación al estudio de la vegetación en zonas áridas, *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía*, v. 2017, n. 92, p. 51-63, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0188461117300286>>. Acesso em: 03 mar. 2021.

PAIVA, R. F. P. S.; SOUZA, M. F. P. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública [online]**, v. 34, n. 1, 2018. Disponível em: <<https://www.scielosp.org/article/csp/2018.v34n1/e00017316/pt/#>>. Acesso em: 18 Abr. 2018.

PEREIRA, D. S. P. (Org). **Governabilidade dos Recursos Hídricos no Brasil: a implementação dos instrumentos de gestão na Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Brasília: ANA, 2003. <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000127&pid=S1414-753X200700020000600013&lng=en>. Acesso em: 08 dez. 2020.

PERIN, C. L. **Colonização e Formação da Identidade do Colono: História e Memórias da Terra Prometida de Alta Floresta - MT (1976 – 1982)**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação no Instituto de Educação da Universidade Federal de Mato Grosso, Alta Floresta – MT, 2015.

PONTELLI, R. C. N.; NUNES, A. A.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Impacto na saúde humana de disruptores endócrinos presentes em corpos hídricos: existe associação com a obesidade?. **Cien. Saúde Colet.**, 2018. Disponível em: <<http://www.cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/impacto-na-saude-humana-de-disruptores-endocri- nos-presentes-em-corpos-hidricos-existe-associacao-com-a-obesidade/16620?id=16620>>. Acesso em: 06 jun. 2021.

POSTHUMUS, H.; DEEKS, L. K.; RICKSON, R. J.; QUINTON, J. N. Costs and benefits of erosion control measures in the UK. **Soil Use and Management**, v. 31, p. 16-33, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/249322869_Costs_and_benefits_of_erosion_control_measures_in_the_UK>. Acesso em: 06 jun. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ALTA FLORESTA. **Economia de Alta Floresta**, [201-?]. Disponível em: <<http://www.altafloresta.mt.gov.br/A-Cidade/Economia/>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

QUEIROZ, P. H. B.; SALES, M. C. L.; SILVA, J. M. O. Indicadores morfométricos como subsídio ao planejamento ambiental em um setor do médio curso da bacia hidrográfica do Rio Pacoti - CE. **Revista Equador (UFPI)**, v. 3, n. 1, p. 03 – 24, 2014. Disponível em: <<https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/1639>>. Acesso em: 21 jun. 2021.

REZENDE, L.; KAISER, I. M.; PEIXOTO, A. S. P. Vulnerabilidade ambiental das margens do Rio Tietê. **Revista Gest. Sust. Ambient.**, v. 7, n. 1, p. 136-166, 2018. Disponível em: <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/5987/3573>. Acesso em: 06 jun. 2018.

REVESZ, R. **Earth Overshoot Day: Mankind has already consumed more natural resources than the planet can renew throughout 2017**. Independent, 2017, (texto digital). Disponível em: <<https://www.independent.co.uk/news/science/earth-overshoot-day-2-august-2017-year-planet-natural-resources-clean-water-soil-air-pollution-wwf-a7872086.html>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

RYLO, I. **Contato com água contaminada aumenta risco de doenças durante cheia no AM**. 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/contato-com-agua-contaminada-aumenta-risco-de-doencas-durante-cheia-no-am.ghtml>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

ROTTA, G.W. **Princípios básicos para formação e recuperação de matas ciliares**. In: Seminário de educação para o desenvolvimento sustentável da Amazônia Matogrossense, 2004, Alta Floresta. Anais... Alta Floresta: Universidade do Estado de Mato Grosso, 2004, ed. 2, 263 f.

RODRIGUES, J. A. **Relatório Executivo Projeto Olhos D'Água da Amazônia - Fase II**. Prefeitura Municipal de Alta Floresta, 2016.

ROBOREDO, D. **Percepção e lógicas dos agricultores na recuperação da microbacia hidrográfica mariana, no município de Alta Floresta/MT**. Tese apresentada ao Programa doutorado da Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia. São Paulo, 2014. Disponível em: <<https://bv.fapesp.br/pt/dissertacoes-teses/135858/>>. Acesso em: 20 ago. 2019.

ROBOREDO, D.; BERGAMASCO, S. M. P. P.; GEERVAZIO, W. Diagnóstico dos agroecossistemas da Microbacia Hidrográfica Mariana no Território Portal da Amazônia, Mato Grosso, Brasil. **Sustentabilidade em Debate**, v. 8, n.1, p. 80-94, 2017, Brasília. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/7a3c/92243927d2106a53ab538fe0526c6549903f.pdf?_ga=2.170049762.334780906.1571345352-1108802484.1571345352>. Acesso em: 20 ago. 2019.

RUTHES, J. M. **Influência do uso do solo nas vazões máximas da Bacia do Rio Marrecas**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Cascavel, 2021. Disponível em:

<http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/5413/5/Juliane_Ruthes2021.pdf>. Acesso em 20 maio 2021.

SÁ, A. L. **Teoria da Contabilidade**. 5 ed., São Paulo: Atlas, 2010.

SANTOS, A. S. R. **Manchas Urbanas**. Programa Ambiental: A Última Arca de Noé. Disponível em: <<http://www.aultimaarcadenoe.com.br/manchas-urbanas/>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

SANTOS, C. C.; R. C.; O. P. E. P. O. Diagnóstico ambiental das áreas de preservação permanente sob microbacias. **Rev. Ciênc. Agroamb.**, v.15, n.1, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.unemat.br/index.php/rcaa/article/view/2199/1790>>. Acesso em: 13 dez. 2020.

SANTOS, S.; ADAMS, E. A.; NEVILLE, G.; WADA, Y.; SHERBININ, A.; BERNHARDT, E. M., ADAMO, S. B. Urban growth and water access in sub-Saharan Africa: Progress, challenges, and emerging research directions. **Science of The Total Environment**, v. 607–608, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717315759>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

SILVA, D. F. **A importância da prática do futebol no processo de desenvolvimento social das crianças**. Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Bacharelado em Educação Física do Departamento Acadêmico de Educação Física – DAEFI, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5086/1/CT_COEFI_2015_1_12.pdf>. Acesso em: 10 maio 2018.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3 ed. Porto Alegre: ABRH, 2004.

UMETSU, R. K. **Estudo Eco-Hidrologico da Bacia Mariana Afluente do Rio Taxidermista, Alta Floresta – MT**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, 2009.

VARUGHESE, S.; PRASAD, K.V. D. Water trading opportunities and irrigation technology choice: An example from south India. **Water Resources and Rural Development**, v. 9, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212608216300316>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

VANHAM, D.; GAWLIK, B.M; BIDOGLIO, G. Food consumption and related water resources in Nordic cities. **Ecological Indicators**, v. 74, p. 119-129, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X16306562>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

VICTORINO, C. J. A. **Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo, McGraw-Hill, 1975.

VOSSAH, A. G. N. **Insegurança alimentar no Chifre da África Dimensões internas e externas: Caso da Etiópia**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Relações Internacionais da Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

WARNER, M.; WESSELINK, A.; HARLEY, K. G.; BRADMAN, A.; KOGUT, K.; ESKENAZI, B. Prenatal exposure to dichlorodiphenyltrichloroethane and obesity at 9 years of age in the CHAMACOS study cohort. **Am. J. Epidemiol.**, v. 179, n. 11, p. 1312-1322, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/aje/kwu046>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

ZHU, H.; YUAN, F.; YUAN, Z.; LIU, R.; XIE, F.; HUANG, L.; LIU, X.; JIANG, X.; WANG, J.; XU, Q.; SHEN, Z.; LIU, D.; ZHANG, R.; LU, Y. Monitoring of Poyang lake water for sewage contamination using human enteric viruses as an indicator. **Virology Journal**, v. 15, n. 3, 2018. Disponível em: <<https://virologyj.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12985-017-0916-0>>. Acesso em: 19 abr. 2018.



UNIVATES

R. Avelino Talini, 171 | Bairro Universitário | Lajeado | RS | Brasil
CEP 95914.014 | Cx. Postal 155 | Fone: (51) 3714.7000
www.univates.br | 0800 7 07 08 09