

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM EM CIÊNCIAS DA
TERRA E DO AMBIENTE - PPGM**

GABRIELA ALVES DOS SANTOS

**SUSTENTABILIDADE NO SETOR AGROPECUÁRIO: UMA
AVALIAÇÃO DO MODELO PRESSÃO-ESTADO-IMPACTO-
RESPOSTA NA REGIÃO DO ALTO PARAGUAÇU-BA**

Feira de Santana

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM EM CIÊNCIAS DA
TERRA E DO AMBIENTE - PPGM

GABRIELA ALVES

SUSTENTABILIDADE NO SETOR AGROPECUÁRIO: UMA
AVALIAÇÃO DO MODELO PRESSÃO-ESTADO-IMPACTO-
RESPOSTA NA REGIÃO DO ALTO PARAGUAÇU-BA

Defesa apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito para obtenção do grau de mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Dr. *Willian Moura de Aguiar*

Feira de Santana
2022

RESUMO

O Alto Paraguaçu é considerado uma região emergente com potencial de expansão da produção agrícola, considerado um polo econômico importante para o estado. A região tem se destacado em relação às suas atividades econômicas e ao aumento do Produto Interno Bruto (PIB), principalmente devido às atividades agropecuárias, crescentes na região, decorre que esse processo de crescimento nem sempre está atrelado ao desenvolvimento sustentável, uma vez que a região do Alto Paraguaçu tem como característica principal a captação de água superficial e subterrânea para sustentar a produção e, com isso, tem provocado conflitos socioambientais. Este trabalho teve como objetivo geral, analisar a sustentabilidade no setor agropecuário utilizando o modelo Pressão–Estado–Impacto–Resposta (PEIR) na bacia hidrográfica do Paraguaçu, na região do Alto Paraguaçu. Para compreender a dinâmica das atividades agrícolas, foram avaliados aspectos ambientais, sociais e econômicos do rio, com base em indicadores de sustentabilidade locais sob a visão da metodologia PEIR. Essa metodologia consiste em analisar as pressões antrópicas exercidas no meio ambiente, o estado em que esse ambiente se encontra, quais os impactos estão sendo causados e as respostas do poder público e da sociedade para mitigar os impactos negativos. Ao final, foram selecionados 14 indicadores, utilizando critérios de favorável, desfavorável ou inconsistente que serviram de base para medir a sustentabilidade. Com isso, foi possível observar a expansão das atividades agrícolas e, como consequência, a diminuição da área do rio, juntamente com a diminuição das áreas de floresta na região. Destacase, então, a necessidade de programas e projetos para a gestão ambiental, sendo de fundamental importância a fiscalização e monitoramento das atividades na bacia, que concilie o uso com a proteção dos recursos naturais.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, desenvolvimento sustentável, agricultura, PEIR

ABSTRACT

Alto Paraguaçu is considered an emerging region with potential for expanding agricultural production, considered an important economic hub for the state. The region has stood out in relation to its economic activities and the increase in gross domestic product, mainly due to agricultural activities, growing in the region, it follows that this growth process is not always linked to sustainable development, since the Upper Paraguaçu's main characteristic is the abstraction of surface and underground water to sustain production, which has caused socio-environmental conflicts. The general objective of this work is to analyze sustainability in the agricultural sector using the Pressure-State – Impact – Response model in the Paraguaçu watershed, in the Alto Paraguaçu region. To understand the dynamics of agricultural activities, environmental, social and economic aspects of the river were evaluated, based on local sustainability indicators under the Pressure – State – Impact – Response (PEIR) methodology. The PEIR methodology consists of analyzing the human pressures exerted on the environment, the state in which this environment is, what impacts are being caused and the responses of public authorities and society to mitigate the negative impacts. In the end, 14 indicators were selected, using favorable, unfavorable or inconsistent criteria that served as a basis for measuring sustainability. With this, it was possible to observe the expansion of agricultural activities and, as a consequence, the reduction of the river area, together with the decrease of forest areas in the region. Therefore, the need for programs and projects for environmental management is highlighted, being of fundamental importance the inspection and monitoring of activities in the basin, which reconcile the use with the protection of natural resources.

Keywords: Watershed, sustainable development, agriculture, PEIR.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Linha do tempo da Sustentabilidade	11
Figura 2: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável	13
Figura 3: Mapa de Localização da bacia hidrográfica do Alto Paraguaçu	34
Figura 4: Tela inicial da plataforma Mapbiomas	44
Figura 5: Página de monitoramento de dados do sistema SEIA	47
Figura 6: Tela inicial da plataforma MapBiomias Alerta que contém índices de desmatamento	45
Figura 7: Mapa de uso e cobertura da bacia do Alto Paraguaçu	53
Figura 8: Área do Alto Paraguaçu excluindo o PNCD	54
Figura 9: Percentual de formação florestal nos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020	55
Figura 10: Percentual da superfície hídrica no Alto Paraguaçu	57
Figura 11: Aumento da agricultura ano longo dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020	59
Figura 12: Inversão de classe entre formação campestre e pastagem	60
Figura 13: Variação da formação florestal no Alto Paraguaçu	61
Figura 14: Relação estabelecida entre superfície hídrica x agricultura	64
Figura 15: Dados pluviométricos da Estação de Lençóis e Piatã	64
Figura 16: Variação da superfície hídrica no Alto Paraguaçu	68
Figura 17: IDH nos municípios do Alto Paraguaçu	70
Figura 18: PIB x PIB da agropecuária em Andaraí	71
Figura 19: PIB x PIB da agropecuária em Barra da Estiva	71
Figura 20: PIB x PIB do agropecuária em Ibicoara	71
Figura 21: PIB x PIB do agropecuária em Itaeté	71
Figura 22: PIB x PIB do agropecuária em Mucugê	71
Figura 23: PIB x PIB do agropecuária em Palmeiras	71
Figura 24: Mapa das propriedades cadastradas com CEFIR no Alto Paraguaçu	73
Figura 25: Variação Populacional dos Municípios	74
Figura 26: Crescimento da área urbana	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Área territorial dos municípios de acordo com IBGE	35
Quadro 2: Dados do censo municipal em 1990, 2000 e 2010 para os municípios estudados que compõem o Alto Paraguaçu	36
Quadro 3: Aspectos analíticos dos indicadores aplicados na pesquisa	43
Quadro 4: Variáveis adotadas no Sistema de Indicador de Sustentabilidade (PEIR)	45
Quadro 5: Pontos amostrais situados no Alto Paraguaçu	48
Quadro 6: Classificação de sustentabilidade para o sistema de indicador	49
Quadro 7: Classes de uso e cobertura da terra segundo definições do Mapbiomas	50
Quadro 8: Índice de Estado Trófico anual do Alto Paraguaçu	65
Quadro 9: Classificação do nível trófico do Alto Paraguaçu	66
Quadro 10: Área Desmatada nos Municípios do Alto Paraguaçu	68
Quadro 11: Classificação do IDH segundo PNUD, IPEA e FJP	70
Quadro 12: Evolução do IDH nas cidades do Alto Paraguaçu	70
Quadro 12: Resultado geral do PEIR	81

Ficha Catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS

S235s

Santos, Gabriela Alves dos

Sustentabilidade no setor agropecuário: uma avaliação do modelo pressão-estado-impacto-resposta na região do Alto Paraguaçu-Ba /Gabriela Alves dos Santos. – 2022.

103 f.: il.

Orientador: Willian Moura de Aguiar.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, Feira de Santana, 2022.

1. Agropecuária . 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Alto do Paraguaçu - Bahia. I. Aguiar, Willian Moura de, orient. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU 631:504(814.22)

Gabriela Alves dos Santos

"Sustentabilidade no Setor Agropecuário: uma avaliação do modelo pressão-estado-impacto-resposta na região do Alto Paraguaçu - BA"

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Orientador: Prof. Dr. Willian Moura de Aguiar.

Linha de Pesquisa: Estudos Ambientais e Geotecnologias.

Data de aprovação: 30 de novembro de 2022.


BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Willian Moura de Aguiar
Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS



Prof.ª Dr.ª Inaura Carolina Carneiro da Rocha
Universidade Federal de Sergipe - UFS



Prof.ª Dr.ª Taimy Cantillo Pérez
Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	8
2.	OBJETIVO GERAL	10
2.1	Objetivos Específicos	10
3.	PERGUNTA NORTEADORA	10
4.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
4.1	Histórico do Conceito de Sustentabilidade	11
4.2	Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade	15
4.3	Indicadores de Sustentabilidade	17
4.4	Caracterização do Sistema de Indicador PEIR	20
4.5	Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra no Brasil	23
4.6	Agropecuária e Passivos Ambientais	24
4.7	Gestão de Recursos Hídricos	26
4.8	Conflitos Socioambientais	29
5.	METODOLOGIA	31
5.1	Área de Estudo	31
5.2	Caracterização Antrópica	36
5.3	Métodos e Técnica da Pesquisa	39
5.4	Construção de Indicadores de Sustentabilidade PEIR	39
5.5	Elaboração de Mapas Temáticos	48
6.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	50
6.1	Elaboração do Modelo PEIR	54
6.1.2	Indicadores de Pressão	54
6.1.3	Indicadores de Estado	59
6.1.4	Indicadores de Impacto	65
6.1.5	Indicadores de Resposta	71
6.2	Análise Geral do PEIR	77
6.3	Resultado Geral do Sistema de Indicadores PEIR.....	77
7.	CONCLUSÃO	81
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
9.	INFORMAÇÕES ADICIONAIS	97

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho trata de uma temática central: a sustentabilidade; sendo desenvolvido por meio de uma análise qualitativa com observações construídas a partir de pesquisas literárias que buscam elucidar se as atividades ligadas à agropecuária estão sendo desenvolvidas de forma sustentável ou não, verificando sua relação com o aumento dos conflitos socioambientais e as mudanças no padrão da paisagem. As análises foram feitas com base na metodologia Pressão – Estado – Impacto – Resposta (PEIR), cujos índices selecionados permitiram analisar de forma mais clara quais os impactos causados por esse setor econômico, de que forma o ecossistema está se comportando e quais as consequências dessa atividade.

A bacia hidrográfica do Paraguaçu é uma das principais bacias do estado da Bahia. O Alto Paraguaçu tem grande relevância ambiental e social, sendo responsável por comportar um dos maiores agropolos do estado. Está situado entre os municípios de Mucugê e Ibicoara e é conhecido principalmente pelo título de maior produtor de batata inglesa do estado.

A importância deste estudo revela-se na busca pela compreensão do comportamento do ecossistema com a análise de cada variável ambiental nos processos de transformação e a participação de cada uma na área estudada.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os sistemas agrícolas assumiram perfis industriais. Até a década de 1980, esses sistemas eram caracterizados por economias familiares autossuficientes; agora, a produção alimentar se transforma a partir da incorporação da indústria pelo campo. A expansão agropecuária está diretamente vinculada ao agronegócio, que é marcado pelo processo de agroindustrialização, aumento da produtividade, aumento das cadeias produtivas e acúmulo de recursos financeiros em atividades anteriores e posteriores à produção agrícola em si (SILVA et al., 2022).

Sendo a natureza a principal fonte de matéria-prima para esse sistema, o rumo atual é promover problemas ambientais. O uso do solo pelas atividades agropecuárias modifica sensivelmente os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais (MERTEN e MINELLA, 2002). A água configura-se como um recurso natural essencial à manutenção da vida na terra, aos seres humanos e ao meio ambiente, além de interferir direta e indiretamente na agricultura, indústria, produção de energia elétrica, economia, desenvolvimento social e outros (ARAÚJO et al, 2018; KOUNINA, 2013).

A agricultura irrigada caracteriza a prática de maior consumo de água doce no Brasil e no Mundo, sendo cerca de 70% da água doce do mundo destinada à essa prática (ARAÚJO, *et al*, 2018). Outro fator importante para as práticas agrícolas se refere ao ciclo hidrológico, pois a distribuição irregular das chuvas, durante o ciclo de desenvolvimento de culturas, pode explicar a variabilidade da produtividade e seu rendimento ao longo do tempo (BERGAMASCHI *et al.*, 2007). Com isso, há um crescimento nos investimentos em sistemas de irrigação como tentativa de manter a produtividade em períodos de escassez, devido a água ser um recurso escasso em alguns locais. Eis a importância planejar o manejo de irrigação para aumentar o rendimento, a eficiência do uso da água, e a viabilidade econômica da atividade (MARTIN *et al.*, 2012).

Os estudos ambientais no âmbito de bacias hidrográficas são importantes para definir quantitativamente o impacto da agropecuária sobre o ecossistema e os recursos naturais (ar, solo, águas, vegetação/biodiversidade, paisagem), e baseando-se nas condições agronômicas, ambientais e legais, analisar as melhores práticas de manejo que sejam viáveis para a mitigação dos impactos (BROETTO, 2016), dessa forma, a adoção de práticas agrícolas sustentáveis tem se tornado uma realidade crescente devido aos problemas ambientais e sociais, as mudanças climáticas e a preocupação com a segurança alimentar (GONÇALVES, 2016).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de alimentos, fibras e bioenergia. Com o avanço da ciência e da tecnologia dos últimos 30 anos, o país aumentou cerca de cinco vezes a

produção de grãos, com um aumento correspondente de apenas duas vezes da área plantada (MORETTI, 2020). Esse desempenho das atividades rurais contribui expressivamente para o desenvolvimento econômico, social e ambiental (EMBRAPA, 2018).

O conceito e as formas de alcançar o desenvolvimento evoluíram junto com as organizações, as discussões sobre desenvolvimento sustentável, ligado à sustentabilidade das atividades, relaciona valores sociais, econômicos e ambientais que podem ser analisados na esfera mundial, nacional, regional e local, baseado no uso consciente e responsável dos recursos naturais, a longo, médio e curto prazo, em que buscam satisfazer as necessidades do presente sem comprometer as necessidades das futuras gerações (BELLEN, 2006). Sendo economicamente sustentado ou eficiente, socialmente desejável ou incluyente e ecologicamente prudente ou equilibrado (ROMEIRO, 2012), ou seja, buscando cada vez mais identificar caminhos para garantir meios de subsistência resilientes (BOWEN, et al., 2017).

Os indicadores ambientais, por sua vez, são ferramentas utilizadas para auxiliar no monitoramento da sustentabilidade, tendo a função de fornecer informações sobre os aspectos que compõem o desenvolvimento sustentável de uma sociedade e os impactos das ações humanas no ambiente (CARVALHO, et al., 2012). Essa ferramenta é capaz de realizar análises e resolver problemas ligados à gestão de recursos naturais, constituindo, assim, uma base para prevenir, planejar e avaliar os cenários no contexto ambiental.

Nesse sentido, nota-se a necessidade de analisar a sustentabilidade do setor agropecuário através do modelo Pressão–Estado–Impacto–Resposta, utilizando-o como ferramenta de apoio para fornecer informações sobre o desenvolvimento das atividades ligadas às atividades agrícolas, no alto trecho da bacia hidrográfica do Paraguaçu, e identificar como o uso da água para a expansão da agropecuária tem gerado mudanças no uso do solo e conflitos socioambientais na bacia.

Para a aplicação da metodologia proposta foi escolhida a Bacia do Paraguaçu, no alto trecho da bacia, denominada Alto Paraguaçu por exercer forte influência tanto no aspecto econômico como social e ambiental da região, apresentando como resultado um quadro resumo com os impactos ambientais observados, relacionados às possíveis causas e as ações e programas praticados como resposta.

2. OBJETIVO GERAL

Analisar a sustentabilidade no setor agropecuário utilizando o modelo Pressão–Estado–Impacto–Resposta na região do Alto Paraguaçu, Bahia.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Selecionar, na literatura, os indicadores ambientais, sociais e econômicos mais pertinentes para avaliação da sustentabilidade na região de estudo;
- Identificar, para a região do Alto Paraguaçu, as pressões ambientais relacionadas às atividades agropecuárias;
- Empregar o indicador de avaliação da sustentabilidade para identificação dos impactos ambientais, sociais e econômicos gerados na região;
- Verificar as ações de resposta da sociedade e do poder público para mitigar os possíveis efeitos decorrentes das pressões ambientais, e seus consequentes impactos identificados.

3. PERGUNTA NORTEADORA

A expansão do setor agropecuário no Alto Paraguaçu se dá de maneira sustentável de acordo com o modelo PEIR?

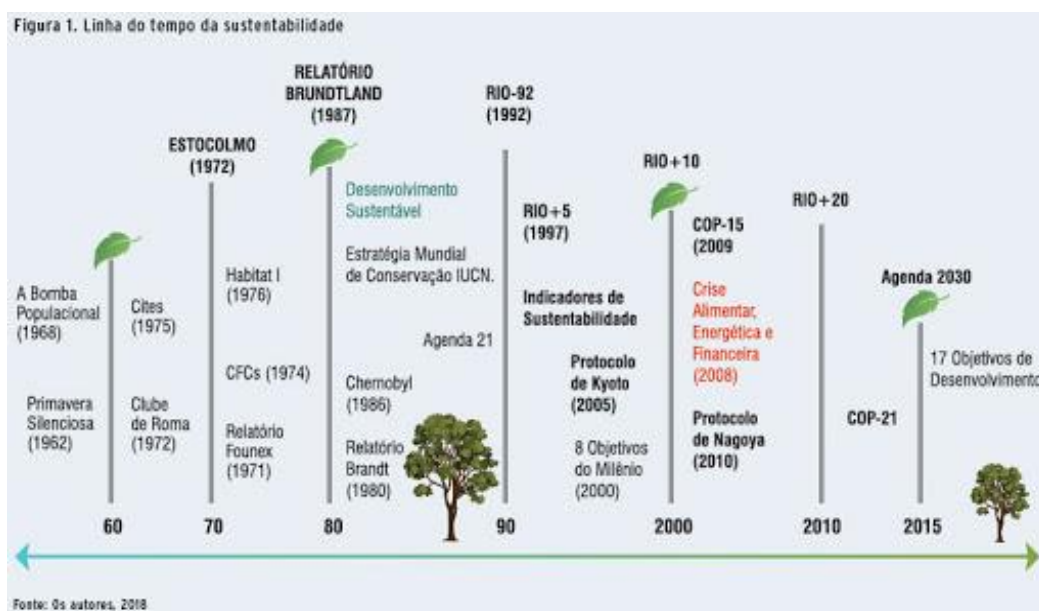
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 HISTÓRICO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE

Desde a segunda metade do século XX, a humanidade passou a acompanhar as consequências da Revolução Industrial que modificou profundamente as relações entre o homem e o meio ambiente (GANZALA, 2018). A exploração dos recursos naturais em prol do crescimento econômico resultou em consequências para a saúde da população, como a contaminação de rios, poluição do ar, vazamento de produtos químicos nocivos e perda de vidas, o que incentivou o início das discussões sobre desenvolvimento e meio ambiente (POTT; ESTRELA, 2017).

As questões ambientais passaram a ser discutidas de forma mais explícita no final da década de 1960 e início de 1970 (PASSOS, 2009; CARDOSO e SANTOS JUNIOR, 2019), como pode ser observado na Figura 1. Em 1962, um marco significativo para as questões ambientais foi a publicação do livro Primavera Silenciosa, que alertou sobre o aumento do uso de compostos químicos e o quanto eles são prejudiciais à vida (NASCIMENTO, 2012).

Figura 1. Linha do tempo da Sustentabilidade



Fonte: Cardoso e Santos Junior (2019)

Outros fatores importantes, como iniciativa de conservação dos recursos naturais, foram a elaboração do relatório intitulado Limites do Crescimento, pelo Clube de Roma, e da declaração de Estocolmo em 1972 decorrente da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente,

que discutia como conciliar o desenvolvimento econômico e industrial sem causar danos ambientais (ADAMS, 2006; FEIL et al., 2016).

Diante das discussões sobre sustentabilidade e utilização dos recursos naturais no final dos anos 60, surgiu a reflexão e o debate a respeito da relação entre o meio ambiente e o crescimento econômico. A primeira apontava os limites do crescimento, definindo que o crescimento exponencial ilimitado era compatível com a disponibilidade ilimitada dos recursos naturais. A segunda definia que a única saída era salvar o mundo da catástrofe e para isso deveria frear o crescimento imediatamente (MEADOWS, MEADOWS e RANDERS, 1972).

Em 1987, foi publicado o Relatório de Brundtland, intitulado “Nosso Futuro Comum” que reafirma críticas adotadas por países industrializados e nações em desenvolvimento sobre o uso excessivo dos recursos naturais, sem considerar a capacidade de suporte dos ecossistemas (BOZA; CALGARO; LUCCA, 2019). Segundo o Relatório de Brundtland, existem medidas necessárias entre o meio ambiental, econômico e social que precisam ser tomadas para os países promoverem o desenvolvimento sustentável. As medidas ambientais se relacionam à preservação da biodiversidade, diminuição do consumo de energia por combustíveis fósseis (desenvolvimento de tecnologias com uso de fontes energéticas renováveis) e, para os países não industrializados, ao aumento da produção industrial à base em tecnologias ecologicamente adaptadas (NOSSO FUTURO COMUM, 1988).

Posteriormente, em 1992, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, também conhecida como Rio+92, no Rio de Janeiro, com o objetivo de discutir problemas referentes à proteção ambiental e ao desenvolvimento socioeconômico baseado nas premissas de Estocolmo (NASCIMENTO 2012; PASSOS 2009). Com o apoio de 176 países para alcançar mudanças, a Rio+92 foi norteada por questões sobre a biodiversidade, estratégia global para a biodiversidade, os piratas biológicos e a Agenda 21 (BOZA, CALGARO e LUCCA, 2019). Dela, foram produzidos documentos importantes como a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Declaração de Princípios sobre o Uso das Florestas, a Conservação das Nações Unidas sobre Diversidade Biológica, a Conservação das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas e a Agenda 21 (MALHEIROS, PHILIPPI e COUTINHO, 2008).

A Agenda 21 passou a ser considerada como instrumento de referência mundial na implementação das políticas, programas e projetos de governos e empresas. Uma década depois, foi realizada a Rio+10, na cidade de Joanesburgo, África do Sul. Esta foi considerada a maior conferência mundial sobre Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável e conseguiu definir que o desenvolvimento sustentável é formado por três pilares fundamentais: o social, o

econômico e o ambiental, denominado de *triple bottom line*, e estabeleceu como meta primordial a aniquilação da pobreza (FEIL, STRASBURG e SCHREIBER, 2016).

Em 2000, líderes mundiais se reuniram para adotar a Declaração do Milênio da ONU, que consiste em reduzir a pobreza extrema através de oito objetivos para serem alcançados até 2015. Posteriormente, em 2012, foi realizada a Conferência Rio+20, a qual estabeleceu condições básicas para que os membros da ONU construíssem um novo conjunto de objetivos e metas: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, representada na Figura 2. A Agenda 2030 se trata de um programa de ações e diretrizes compostos por 17 objetivos e 169 metas, que compõem os chamados Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) que visam guiar os países rumo ao desenvolvimento sustentável, bem como, dão continuidade aos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM) no período de 2015-2030.

Figura 2. Linha do tempo da Sustentabilidade



Fonte: Plataforma Agenda 2030 (2021)

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) representam um dos pilares da agenda 2030 da ONU, com objetivo de garantir um futuro mais sustentável para todas as nações. Os 17 objetivos que compõem a estrutura dos ODS formam um plano de ação transformador projetado para ajudar as nações a alcançar um futuro mais sustentável com foco em seus sistemas ambientais, sociais e econômicos (ALY; ELSAWAH; RYAN, 2022).

Os ODS reúnem conceitos determinantes para o pleno desenvolvimento sustentável, relacionando a proteção ambiental, desenvolvimento social, crescimento econômico, proteção dos povos e promoção dos direitos humanos, destacando os objetivos 6 - água potável e saneamento; 12 - consumo e produção responsável; 13 - ação contra a mudança global do clima; 14 - vida na água; e 15 - vida terrestre, para a dimensão ambiental (GOMES; FERREIRA, 2018).

O ODS 1 – erradicação da pobreza; 2 – fome zero; 3 – saúde e bem estar; 4 – educação de qualidade. 5 – igualdade de gênero; 7 – energia limpa e acessível; 10 – redução das desigualdades; 5 – paz, justiça e instituições fortes, para a dimensão social e, os ODS 8 – emprego digno e crescimento econômico; 9 – indústria, inovação e infraestrutura; 11 – cidades e comunidades sustentáveis; e 11 – parceria em prol das metas para a dimensão econômica.

Ademais, visto que o presente estudo trata da sustentabilidade do setor agropecuário, é necessário destacar, ainda, que, de acordo com os ODS apresentados na Figura 2, a agricultura sustentável é fundamental para que o desenvolvimento sustentável seja alcançado. Levando em consideração a extensão das áreas de lavouras e pastagens e a relevância da agropecuária para o desenvolvimento econômico, a agricultura apresenta relação direta e indireta com os ODS 2 – Fome zero; 7 – Energia acessível e limpa; 8 – Emprego digno e crescimento econômico.

Assim, considerando o exposto, percebe-se que, no cenário atual da dinâmica ambiental, é cada vez mais necessário refletir sobre as problemáticas mundiais e os impactos por elas causados. Essa análise deverá estar voltada para a conservação e preservação do meio ambiente, aliadas ao bem-estar da sociedade. Esses eventos discutem o uso sustentável dos recursos naturais, a mitigação dos impactos da mudança do clima, conservação da biodiversidade e sua utilização de forma sustentável.

A agricultura fornece a maior parte do suprimento de alimentos e muitos serviços ecossistêmicos. Portanto, a agricultura é vital para a segurança familiar e apoia os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, nos quais um dos objetivos essenciais é a fome zero. Um dos grandes desafios para alcançar o desenvolvimento sustentável e a segurança familiar é o crescimento demográfico e a urbanização acelerada, o consumo não sustentável de recursos renováveis e as mudanças climáticas (VIANA, et al, 2022).

A mencionada evolução das discussões sobre o uso de recursos naturais como fonte de sobrevivência tem levado ao crescimento da consciência sobre os problemas ambientais, o que é motivado, principalmente, pelos danos dos vários desastres ambientais ocorridos (como o da baía de Minamata, no Japão; o acidente Bhopal, na Índia; e o acidente na usina nuclear de Chernobyl, na antiga União Soviética) bem como pela perspectiva de cenários futuros advindos do aquecimento global e escassez de recursos (BELLEN, 2006).

Diante disso, promover alterações nas características do modo de viver da população, bem como em sua interrelação com o meio ambiente, consistem em como, quanto e até quais limites essas interações antrópicas podem ser realizadas sem causar desequilíbrio material e ecológico. Tais desequilíbrios podem ocorrer em aspectos como: mudança na paisagem, saturação na exploração de recursos naturais; favelização por ocupações irregulares; destruição

de ecossistemas em razão da poluição ambiental gerada por setores produtivos e da sociedade civil; enchentes causadas pela impermeabilização do solo pelo asfaltamento e edificação (FARIAS, 2011).

Nesse contexto, as leis ambientais surgem para auxiliar na gestão e preservação dos recursos naturais e preservação do meio ambiente (SANTOS, et al., 2016). Aspectos legais importantes para a manutenção e preservação dos recursos ecológicos foram previstos no novo Código Florestal (Lei 12.651/2012) a partir da criação de áreas de reserva legal em propriedades rurais, e de preservação permanente que tem a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade ecológica, biodiversidade, proteger a fauna, a flora, o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (OLIVEIRA; WOLSKI, 2012).

Outra questão importante para a fiscalização, a conservação e o monitoramento dos recursos hídricos é a outorga, constituída pela Política Nacional de Recursos Hídricos, que implica na utilização do recurso de forma supervisionada e condicional, a fim de atender aos usos diversos (CAMPOS, SANTOS e CUNHA, 2013). Portanto, percebe-se que questões ambientais relacionadas a recursos pesqueiros, exploração de florestas, uso da biodiversidade, irrigação, gerenciamento de recursos hídricos, e mudanças climáticas devem ser analisadas sob a perspectiva da sustentabilidade.

4.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A noção de desenvolvimento sustentável se refere a um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se equilibrem e fortaleça o potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e aspirações futuras (NOSSO FUTURO COMUM, 1988, p. 46). Por outro lado, Oliveira (2002), afirma que desenvolvimento é crescimento, incrementos positivos no produto e na renda, modificado para atender às mais diversas necessidades do ser humano, como saúde, educação, habitação, transporte, alimentação e lazer, dentre outras.

Desenvolvimento, portanto, é um processo de transformação que envolve crescimento econômico com mudanças sociais e culturais, admitindo os limites físicos impostos pelos ecossistemas, afirmando que as considerações ambientais sejam envolvidas em todos os setores, até na esfera política (CLARO, CLARO, AMÂNCIO, 2008).

Diante desse cenário, a respeito da sustentabilidade e dos recursos naturais, a relação entre o aumento das atividades agrícolas e a necessidade de práticas sustentáveis é marcada por eventos internacionais que discutem os rumos da sustentabilidade. Dentre eles, pode-se destacar

os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), Acordos e Protocolos da Convenção do Clima (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC), Protocolos e Programas da Convenção de Diversidade Biológica (CDB) e Tratado sobre Recursos Fitogenéticos para Alimentação e Agricultura (TIRFAA).

Essas estratégias internacionais destacaram os desafios que precisam ser enfrentados pela humanidade, pavimentando o caminho para um mundo mais sustentável para atender as necessidades da geração atual sem comprometer as necessidades das gerações futuras (VIANA, et al, 2022). Alcançar essas metas implica superar vários desafios relacionados ao desempenho de políticas, gestão de recursos e compensações entre as próprias metas (ALY; ELSAWAH; RYAN, 2022).

O desenvolvimento sustentável pode ser analisado em diversos aspectos: em termos geográficos, o conceito pode ser estudado na esfera mundial, nacional, regional e local; nos estudos temporais, por sua vez, pode ser analisado a longo, médio e curto prazo e, para que o desenvolvimento seja considerado sustentável, devem-se considerar aspectos das dimensões sociais, ecológicos e econômicos (BELLEN, 2006). Romeiro (2012) também afirma que, para ser considerado sustentado, o desenvolvimento deve ser “economicamente sustentado ou eficiente, socialmente desejável ou incluyente e ecologicamente prudente ou equilibrado”. Diante disso, todas as dimensões entendem que o desenvolvimento sustentável é composto de três dimensões: econômica, social e ambiental ou ecológica (CLARO, CLARO, AMÂNCIO, 2008).

O termo “desenvolvimento sustentável” surgiu em 1980, quando a União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) apresentou as Estratégias de Conservação (WCS) com o objetivo de alcançar o esse desenvolvimento através da conservação dos recursos vivos (IUCN, 1980). Segundo o Relatório de Brundtland, no documento (Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1988, P. 46) “desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades”.

O Relatório de Brundland desperta a atenção no que se refere às questões ambientais, introduzindo discussões sobre desenvolvimento e meio ambiente, interagindo com parâmetros como sustentabilidade, padrões de desenvolvimento, solidariedade, pobreza e degradação ambiental, entre atuais e futuras gerações (DANTAS, 2013).

Os objetivos desse conceito estão relacionados à revitalização do crescimento; à mudança na qualidade do crescimento, ao atendimento às necessidades essenciais de empregos, alimentos, energia, água e saneamento; à garantia de um nível sustentável de população; à conservação e à

melhora dos recursos; à reorientação da tecnologia e ao gerenciamento de riscos; à mescla do meio ambiente e economia em tomadas de decisões; e à reorientação as relações econômicas internacionais (Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1987, P. 49).

Segundo Bellen (2006), outro conceito na visão de algumas ONGs – Organizações não Governamentais e para os Programas das Nações Unidas para o Meio Ambiente e para o Desenvolvimento (PNUMA e PNUD) “o desenvolvimento sustentável consiste na modificação da biosfera e na aplicação de seus recursos para atender às necessidades humanas e aumentar a sua qualidade de vida”. Hassini et al. (2012) afirmam que, nos últimos anos, há um aumento nos estudos que buscam melhorar o entendimento dos pilares da sustentabilidade nas cadeias de produção, tanto de entidades públicas quanto privadas, baseados em medidas de performance produtiva.

Essas medidas são utilizadas como ferramenta para auxiliar nas escolhas de alternativas políticas, direcionadas à sustentabilidade, que funcionam como ferramenta de planejamento. Os indicadores surgem para auxiliar na avaliação da sustentabilidade ambiental, social, e/ou econômica, estabelecendo um conjunto de técnicas que estabelecem a avaliação de resultados em relação às metas de sustentabilidade estabelecidas, promovendo acompanhamento e suporte no processo decisório (MALHEIROS, PHILIPPI e COUTINHO, 2008).

Nessa perspectiva, surge a necessidade de analisar como a sustentabilidade ambiental está sendo tratada. Tal análise é feita a partir de indicadores que consigam mensurar os principais aspectos ambientais, sociais e econômicos, a fim de avaliar o alcance das metas estabelecidas referentes ao desenvolvimento sustentável, utilizadas como ferramentas de avaliação.

4.3 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

A partir das discussões e da definição do desenvolvimento sustentável no final da década de 80 e sua difusão após a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente (Rio-92), veio à tona o desafio da construção de instrumentos para sua mensuração, que servisse de base para guiar as ações e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento sustentável (TAYRA; RIBEIRO, 2006).

Nesse sentido, os indicadores de sustentabilidade são ferramentas usadas na avaliação da sustentabilidade, do desenvolvimento, bem como nos processos de educação e comunicação. Para se obter bons indicadores, é necessário o estabelecimento de sistemas de monitoramento que viabilizem a coleta de dados com qualidade, regularidade e acesso pelos diferentes atores envolvidos na tomada de decisão (MALHEIROS; COUTINHO e PHILIPPI JR, 2008).

A necessidade de desenvolver indicadores de desenvolvimento sustentável está descrito no capítulo 40 da agenda 21, o qual afirma que os indicadores devem servir de “base sólida para a tomada de decisões em todos os níveis e que contribuam para uma sustentabilidade autorregulada dos sistemas integrados de meio ambiente e desenvolvimento”.

O termo indicador é originário do latim *indicare*, que significa “divulgar” ou “apontar”, para anunciar, estimar ou divulgar publicamente. Os indicadores comunicam informações sobre o progresso em direção a objetivos sociais, como desenvolvimento sustentável, mas também podem expressar fenômenos ou tendências que possam ser detectáveis (HAMMOND *et. al.*, 1995).

Para Bellen (2006), os indicadores podem ser classificados em dois tipos: qualitativos ou quantitativos, existindo autores que definem que os mais adequados para a avaliação do desenvolvimento sustentável deveriam ser mais qualitativos, em função das limitações explícitas ou implícitas que existem em relação aos indicadores numéricos, contudo, em algumas situações, as avaliações qualitativas podem ser transformadas em notações quantitativas.

Portanto, os indicadores são considerados instrumentos essenciais para guiar a ação ou subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo à sustentabilidade. Podendo relacionar fenômenos de curto, médio e longo prazo, os indicadores facilitam o acesso às informações relevantes restritas a pequenos grupos ou instituições, assim como apontam a necessidade de geração de novos dados (IBGE, 2010).

De acordo com Januzzi (2009), os indicadores devem possuir três propriedades importantes:

- Relevância: é fundamental para justificar e legitimar o uso do indicador, considera uma das “propriedades fundamentais de que devem gozar os indicadores escolhidos para a elaboração de diagnóstico e para o acompanhamento de programas”.
- Validade: corresponde ao grau de proximidade entre o conceito e a medida; é a capacidade de validar o conceito de abstrato que o indicador se propõe e a sua origem.
- Confiabilidade: serve para validar o indicador; “é a propriedade relacionada à qualidade do levantamento dos dados usados no seu cômputo”.

A qualidade de um indicador está relacionada às propriedades dos componentes utilizados em sua formação e da precisão dos sistemas de informação empregados. O grau de excelência do indicador deve ser definido por sua validade, ou seja, a sua capacidade de medir o que se pretende por sua confiabilidade. Geralmente, a validade do indicador é definida pelas características de sensibilidade, capacidade de medir as alterações do fenômeno e especificidade, capacidade de medir somente o fenômeno analisado (SALDANHA, 2007).

Muitas são as ferramentas desenvolvidas, principalmente para mensurar a sustentabilidade do desenvolvimento, no entanto, pouco se sabe sobre as suas características (SILVA, 2010). Bellen (2006) identificou algumas das principais ferramentas de avaliação do Desenvolvimento Sustentável, são eles: *Ecological Footprint Method*, *Dashboard of Sustainability*, Indicador de Desenvolvimento Sustentável (IDS/IBGE), Índice de Sustentabilidade Ambiental, Barometer of Sustainability e o modelo Pressão–Estado–Resposta (PER).

Existem diversos indicadores nas esferas ambiental, social e econômica que servem de base sólida para mensurar a sustentabilidade. A seguir, serão apresentados os principais indicadores que podem ser utilizados para analisar a sustentabilidade na esfera ambiental, de acordo com LOUETTE et. al (2007).

Environmental Performance Index (EPI)

O *Environmental Performance Index* (Índice de Performance Ambiental) é um índice bienal, proposto pela Universidade de Yale e Universidade da Colômbia. O EPI utiliza 32 indicadores de desempenho em 11 categorias, classificando 180 países em saúde ambiental e vitalidade do ecossistema. Esses indicadores fornecem um indicador em escala nacional de como os países devem estabelecer metas de política ambiental, fornecendo orientações para os países que desejam avançar no futuro o desenvolvimento sustentável, desenvolvendo políticas e modificando decisões ambientais (WENDLING, et al., 2020).

Environmental Sustainability Index - ESI

O *Environmental Sustainability Index* (Índice de Sustentabilidade Ambiental) classifica os países de acordo com a sua capacidade de proteger o meio ambiente durante as próximas décadas. A cada edição, o ESI avalia a evolução das políticas de sustentabilidade, visando alertar os países sobre problemas ambientais futuros, como a escassez de recursos naturais, mau aproveitamento e gerenciamento de risco (SEDAC, 2005).

Barometer of Sustainability (BS)

O *Barometer of Sustainability* (Barômetro da Sustentabilidade) é uma metodologia utilizada para avaliar e relatar o progresso em direção a sociedades sustentáveis. Analisa o bem-

estar humano e do ecossistema, a velocidade, a direção das mudanças e os principais pontos fortes e fracos (LOUETTE, et al., 2007).

Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – IDS

Os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável do Brasil integram as dimensões social, ambiental, econômica e institucional. Estabelecem comparações entre as regiões do Brasil e entre os países para indicar as necessidades e prioridades para a formulação e avaliação de políticas de desenvolvimento (IBGE, 2015).

Environmental Vulnerability Index – EVI

O Environmental Vulnerability Index (Índice de Vulnerabilidade do Meio Ambiente) permite analisar em quê o meio ambiente está vulnerável a danos e degradação. Os países são classificados como: extremamente vulnerável, altamente vulnerável, vulnerável, em risco ou resiliente. De acordo com os indicadores analisados, foi feita uma relação com os aspectos de mensuração de cada um para avaliar a similaridade e a partir dos resultados encontrar novos indicadores e sua relação com a área de estudo (PRATT; KALY; MITCHELL, 2004).

Objetivos de Desenvolvimento do Milênio – ODM

Os oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio surgiram como um guia para traçar estratégias de combate à pobreza e à fome, à desigualdade de gênero, às doenças transmissíveis, à destruição do meio ambiente e às condições precárias de vida. Os ODM são acompanhados através de indicadores que representam o contexto socioeconômico de cada país (IPEA, 2014).

Pressão–Estado–Impacto–Resposta – PEIR

O modelo PEIR retrata, de forma simplificada, as pressões que as atividades humanas exercem sobre o meio ambiente, como estas alterações afetam na qualidade e quantidade dos recursos naturais, os impactos causados e as reações da sociedade diante dessas alterações (FERREIRA, LIRA e CÂNDIDO, 2010).

4.4 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA INDICADOR PEIR

Com o objetivo de uma gestão ambiental mais eficiente, já foram elaboradas várias metodologias de análise ambiental. A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE dispõe de três critérios: **relevância política e utilidade para usuários; estabilidade analítica e mensurabilidade**. A organização trabalha com inúmeras categorias de indicadores, com propósitos específicos para acompanhar o progresso e desempenho ambiental, informar a sociedade, promover integrações e monitorar o progresso rumo ao desenvolvimento sustentável. Nessa perspectiva, foi desenvolvida a metodologia PSR (Pressão–Situação–Resposta), que descreve classificações em indicadores ambientais de pressão, diretos e indiretos, indicadores de situação e das respostas sociais (Ariza; Araújo Neto, 2010).

De acordo com Ariza e Araújo Neto (2010), no modelo PSR as atividades humanas exercem pressão no ambiente que alteram a qualidade e quantidade dos recursos naturais. As pressões induzem mudanças na situação do ambiente, como, por exemplo: aumento do nível de poluentes, alteração de uso do solo, etc. Então, a sociedade responde a essas mudanças por meio de políticas ambientais, econômicas, e programas para mitigar ou recuperar os danos causados.

Segundo Silva (2009), ao longo do tempo o modelo Pressão–Estado–Resposta - PER se destacou e foi tido como um dos indicadores mais eficazes nas análises ambientais. Os indicadores ambientais PER formam uma metodologia criada pela OCDE para tornar possível dimensionar a sustentabilidade na diretriz ambiental. Esse modelo só se consolidou e passou a ser utilizado nos países após a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco-92), realizada em 1992, no Rio de Janeiro, na qual surgiu este mecanismo capaz de sistematizar dados ambientais em todo o globo, auxiliando cada nação a elaborar e desenvolver políticas para a gestão ambiental (RUFINO, 2002).

Todavia, constatou-se a necessidade de aperfeiçoar esse modelo pela percepção de existir uma carência na abordagem sobre os impactos gerados pelas ações da atividade humana (Pressão) que conseqüentemente interferem na situação a qual se encontram os recursos naturais (Estado) e que acabam impulsionando medidas reativas para atender e solucionar os problemas (Resposta). Nesse contexto, em 2007, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) formulou o modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) para que os impactos humanos no meio-ambiente fossem analisados e considerados como uma variável desse modelo (SOARES, 2019).

O modelo PEIR busca estabelecer conexões entre diversos componentes, que buscam “orientar a avaliação do estado do meio ambiente, desde os fatores que exercem pressão sobre os

recursos naturais (sendo a “causa” do estado atual), passando pelo estado atual “efeito”, até as respostas para enfrentar os problemas ambientais de cada localidade” (GEO CIDADES, 2007).

Os componentes do PEIR podem ser classificados como (GEO CIDADES, 2007):

- Pressão exercida pela atividade humana sobre o meio ambiente, normalmente classificadas como causas ou vetores de mudanças;
- Estado ou condição do meio ambiente que resulta das pressões;
- Impacto ou efeito produzido pelo estado atual do meio ambiente sobre ângulos diferentes, como os ecossistemas, qualidade de vida humana, economia urbana local;
- Resposta é o componente que corresponde às ações coletivas ou individuais que analisam ou previnem os impactos ambientais negativos, corrigem os danos ao meio ambiente, conservam os recursos naturais ou contribuem para a melhoria da qualidade de vida da população local. Essas ações podem ser preventivas ou paliativas.

Portanto, os componentes da matriz tentam responder a quatro perguntas básicas:

1. O que está acontecendo com o meio ambiente?
2. Por que ocorre isto?
3. O que podemos fazer e o que estamos fazendo agora?
4. O que ocorrerá se não atuarmos agora?

A metodologia PEIR é utilizada pelo PNUMA nos informes GEO CIDADES (Global Environmental Outlook), que consiste num projeto de avaliações ambientais desenvolvido pelo PNUMA desde 1995, que aborda escopos geográficos e temáticos contribuindo para as avaliações sobre o estado do meio ambiente (ARIZA e NETO, 2010).

No método de indicador PEIR não existem variáveis fixas, o pesquisador pode escolher variáveis que satisfaçam a necessidade do estudo. Portanto, os indicadores ambientais podem avaliar o ar pelas variações de composição dos gases atmosféricos, o solo pelas suas condições de fertilidade e mineralógicas, bem como a água na perspectiva de análise dos corpos hídricos, expressando sua qualidade tanto qualitativamente quanto quantitativamente, pelos parâmetros químico-físicos e biológicos fundamentados nos critérios da legislação brasileira que tratam da água, como a Lei das Águas de 1997 (BRASIL, 1997; CARVALHO et al., 2011; ANDRIETTI et al., 2016; SOARES, 2019).

No tocante ao desenvolvimento sustentável, o Departamento de Coordenação Política e Desenvolvimento Sustentável (Department for Policy Coordination and Sustainable Development – DPCSD) da Divisão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, propõe a classificação dos indicadores segundo o modelo Força Motriz – Estado – Impacto -

Resposta, este termo seria mais adequado para reunir indicadores econômicos, sociais e institucionais (FERREIRA, LIRA e CÂNDIDO, 2010).

A estrutura FPEIR é o modelo mais completo na linhagem da metodologia ER. Esse modelo mostra as conexões entre as causas dos problemas ambientais, seus impactos e respostas da sociedade de forma integrada. A componente Força Motriz tem o intuito de descrever os desenvolvimentos sociais, demográficos e econômicos nas sociedades e as alterações correspondentes nos estilos de vida, nos níveis globais de padrões de consumo e produção (FERREIRA; LIRA e CÂNDIDO (2010); (FELINTO, RIBEIRO e BRAGA (2018); FELINTO (2016).

Embora possa existir modelos diferentes que possibilitem descrever as pressões das atividades humanas sobre o ambiente, o estado do ambiente e as respostas da sociedade, foram escolhidos neste trabalho os indicadores que mais satisfaçam os critérios estabelecidos nos objetivos.

4.5 DINÂMICA DE USO E COBERTURA DA TERRA NO BRASIL

O Brasil é o maior país da América do Sul, seu território ocupa cerca de 851 Mha e possui uma grande diversidade ecológica, especialmente ao se considerar que abrange seis diferentes biomas, ricos em biodiversidade: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Pampa, Pantanal e Mata Atlântica. Esses biomas apresentam características diferentes em relação à composição da vegetação, estrutura, características físicas e químicas do solo, disponibilidade hídrica, biodiversidade, clima e atividades de uso do solo (SOUZA JR, et al., 2020).

O desmatamento para expansão de pastagens e agricultura, o desenvolvimento da infraestrutura das cidades e os incentivos políticos e financeiros para promover a ocupação de terras, são os principais fatores que provocam mudanças de uso e cobertura da terra nos biomas brasileiros. Esses fatores afetam, conseqüentemente, a biodiversidade e os recursos hídricos, e provocam emissões de carbono regionais e locais (GANEM, 2017; SOUZA JR, et al., 2020), o que pode desencadear na perda e fragmentação de habitat, além de prejudicar a conservação da biodiversidade.

O bioma Caatinga, localizado na região semiárida do Nordeste brasileiro, é considerado um dos biomas que mais foi alterado pela mudança de uso e cobertura, sendo composta principalmente por plantas xerófilas, formada por plantas que desenvolvem métodos para sobreviver a ambientes de baixa umidade e pouca chuva. (MAIA, et al., 2017; SOUZA JR, et al., 2020).

A Caatinga possui área equivalente a 9,9% do território nacional, que corresponde aproximadamente a 844.453 km², já o estado da Bahia é composto 19% de Mata Atlântica, 54% de Caatinga e 27% de Cerrado (IBGE, 2021). A Caatinga é uma das regiões mais secas do mundo e tem grande importância biológica, entretanto, vem sendo desmatada desde o período colonial. O bioma vem sendo ocupado pela expansão do gado e pecuária extensiva, principalmente em virtude da predominância de vegetação herbácea e arbustivas, que são consumidas por bovinos e caprinos; além disso, o desmatamento, queimadas, exploração de madeira, diminuição da vegetação lenhosa, erosão e perda da fertilidade do solo, desertificação, assoreamento, salinização do solo em perímetros irrigados, e perda de biodiversidade, também contribuem para o comprometimento deste bioma. (GANEM; 2017 DRUMOND, 2000).

O aumento do desmatamento do bioma Caatinga vem causando processos de desertificação em diversas áreas, alterando a biota, o microclima e os solos (SOUZA, ARTIGAS e LIMA, 2015), devido às alterações no bioma, a caatinga vem sendo classificada, segundo Maciel (2010) como o bioma mais ameaçado do Brasil, depois da Mata Atlântica e do Cerrado. Apesar da grande variedade de tipos de vegetação e biodiversidade de espécies e paisagens, o bioma é o menos estudado no país e sua representação para a biodiversidade brasileira tem sido subestimada (LEAL, et al., 2005). No entanto, é um importante laboratório para estudos de plantas, vertebrados e invertebrados e como eles se adaptam a um regime de chuvas altamente variável e estressante. Além disso, o bioma possui clima favorável para a produção frutífera com maiores teores de açúcar e menor ocorrência de pragas (REBOUÇAS, 1997).

Atualmente, o sertão se destaca pela produção extensiva de atividades agropecuária e extrativismo mineral, sendo a pecuária a atividade principal dentro do bioma Caatinga, devido ao tipo de vegetação, sobretudo, após a utilização de pastos e cultura de plantas forrageiras (ALVES; ARAÚJO e NASCIMENTO, 2008). Domingues e Bermann (2012), em seu estudo sobre a Amazônia, mostrou algumas consequências no avanço da produção da soja e a agricultura que tem substituído o bioma local, aumentando o desmatamento e provocando a perda da biodiversidade, semelhante ao que vem acontecendo na Caatinga.

Dentre os potenciais econômicos da Caatinga, destacam-se a agricultura que segue o modelo migratório ou itinerante, que adota o desmatamento, queima de madeira e cultivo de até dois anos com pousio para recomposição da vegetação nativa e fertilidade do solo; na pecuária, 90% das propriedades criam bovinos, caprinos e ovinos simultaneamente com regime extensivo, sendo a vegetação a principal e, muitas vezes, a única fonte de alimento para os rebanhos. Um outro fator importante é a exploração de lenha, que corresponde a cerca de 30% do consumo de energia da região nordestina (ARAÚJO FILHO, 2013).

4.6 AGROPECUÁRIA E PASSIVOS AMBIENTAIS

O Brasil caracteriza-se por ser um país agrário, em que atividades ligadas à agropecuária avançam a cada ano no país, e atualmente, o país é um dos principais produtores agrícolas do mundo (GODOI e DOMINGOS, 2020). O crescimento de monoculturas (soja, milho, cana, algodão e arroz) avança progressivamente sobre ecossistemas inteiros, áreas de proteção ambiental, e biomas até então intocadas pela agropecuária, como a Amazônia, o Cerrado brasileiro (GOMES; SERRAGLIO, 2017). O consumo de pesticidas no Brasil também teve um aumento expressivo a partir de 1990, em proporções relativamente próximas aos países do Mercosul, porém, foi superior a outros grandes produtores agrícolas (MORAES, 2019).

Diversos fatores contribuíram para o aumento do consumo de agrotóxicos no Brasil, dentre eles estão o processo de modernização do campo e a criação de linhas de crédito voltadas para o setor agrícola que contribuíram para o aumento da compra de insumos agrícolas e consolidou esse mercado (GODOI e DOMINGOS, 2020); (OLIVEIRA, 2016).

Devido à grande diversidade de produtos químicos, eles podem ser classificados em diversos aspectos. A classificação mais comum leva em conta o alvo a ser atingido na utilização do produto seguido das características intrínsecas e à composição química. A gestão incorreta de produtos químicos está associada às agressões aos ecossistemas naturais e urbanos, causando sérios problemas à saúde humana (GONÇALVES, 2016).

Em seu trabalho, Godoi e Domingos (2020), demonstraram também que, além do Brasil se destacar como um dos principais consumidores de agrotóxicos do mundo, há um exagero na quantidade de agrotóxicos consumidos pelo país, sendo desproporcional o crescimento no consumo de pesticidas e o avanço em tamanho nas áreas utilizadas para agricultura.

A atividade agropecuária pode causar impactos ambientais nos recursos naturais através da mudança do uso do solo devido à supressão da vegetação natural e sua conversão em áreas cultivadas, que influenciam na redução da biodiversidade, extinção de espécies animais e vegetais, erosão, desertificação, aquecimento global, entre outros (ROCHA, et al., 2014). Ademais, há degradação do solo das áreas cultivadas são decorrentes das práticas de manejo inadequadas e o uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes, outro fator importante, são as queimadas para retirada da vegetação original que agrava a poluição atmosférica e reduz os nutrientes do solo, sendo necessário utilizar uma maior quantidade de produtos químicos durante o cultivo dos alimentos por consequência do uso de fertilizantes e agrotóxicos, além da contaminação das águas subterrâneas causada pela lixiviação desses produtos, que ocorre quando

a água da chuva ou da irrigação, ao percorrer no solo, carrega consigo substâncias dissolvidas que poderão ter destino final o lençol freático ou os aquíferos profundos (BIGUELINI e GUMY, 2012; SAMBUICHI et al., 2012; ROCHA, et al., 2014).

A agricultura traz consequências positivas e negativas ao meio ambiente, efeitos na terra e água doce, além da importância em fornecer produtos para o sustento humano. Como fatores negativos podemos destacar a conversão de florestas, pastagens e degradação da qualidade do solo, poluição do solo, águas e aquíferos através do uso excessivo ou inapropriado de fertilizantes e pesticidas (ROHILA, et al., 2017).

Assim, as atividades agrícolas podem causar impactos ambientais na terra, água e ar (ROCHA, et al., 2014). Os impactos se diferenciam com base na localização, tipo e prática de gestão da produção utilizada na terra (ROHILA, et al., 2017). Segundo ARAÚJO et al, (2010), a degradação dos componentes naturais é muito séria. A degradação pode ser causada de diversas formas, como a erosão devido à perda da camada superficial do solo, a mecanização que pode levar a compactação e selagem do solo, o cultivo excessivo sem período de pausa para a reposição dos nutrientes, assim como, o manejo incorreto dos recursos hídricos pode levar ao encharcamento do solo ou a salinização, no qual os níveis de sais chegam à toxicidade.

O uso de práticas insustentáveis pode ser facilmente observado pelos danos gerados à propriedade rural, de acordo com CALLADO, SILVA e SILVA (2017) a não utilização de práticas sustentáveis acarreta problemas como degradação do solo, disponibilidade hídrica, esgotamento de recursos naturais, pobreza rural, entre outros. Entre os principais causadores desse problema existe a água, que pode ser contaminada com poluentes de origem animal, humana e química e afetar principalmente a produção e consumo de insumos, além de destruição de biomas e desmatamento não planejado.

Melhorar as práticas de manejo da agricultura é fundamental de acordo aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio das Nações Unidas, que incluem reduzir pela metade a pobreza extrema e a fome até 2015 e eliminá-la até 2030, o que requer a otimização de práticas e sistemas agrícolas e lidar de forma eficaz com questões tecnológicas, sociais, ambientais e econômicas que influenciam na sustentabilidade da produção agrícola.

4.7 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

O primeiro marco brasileiro legal relacionado aos recursos hídricos foi o Decreto nº 24.643/34 assinado pelo então Presidente Getúlio Doneles Vargas em 10 de julho de 1934, que ficou conhecido como “Código das Águas” (BRASIL, 1934). Constam, no enunciado, a

classificação das águas em comuns, particulares e públicas e as premissas para o uso das águas subterrâneas, que estabelecem diretrizes para uso, segundo os quais o dono de terras poderia: apropriar-se das águas que existissem debaixo da superfície da sua propriedade e explorar o recurso por meio de poços, galerias, ou outro equipamento; entretanto os aproveitamentos existentes não poderiam ser prejudicados e o curso natural das águas públicas dominicais, públicas de uso comuns ou particulares não poderiam ser derivados ou desviados (BRASIL, 1934).

O Código das Águas criou o instrumento de outorga em três níveis: federal, estadual e municipal. O código priorizava, além do abastecimento humano, a produção de energia e o uso para irrigação no semiárido nordestino, o que demonstra a preocupação com o uso racional e igualitário deste recurso (SOUZA, 2018). No entanto, com a publicação da constituição da República Federativa do Brasil, no dia 05 de outubro de 1988, foram introduzidas novas definições, sendo que parte dos recursos hídricos passaram a ser bens da união e parte dos estados, de acordo com os artigos a seguir:

- Bens da União (Art. 20): os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites ou com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais.
- Bens dos Estados (Art. 26): as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União.

A água foi reconhecida como recurso hídrico devido à sua utilização econômica, ou seja, o termo “recurso hídrico” refere-se à função econômica da água, desempenhada como meio para irrigação, hidroeletricidade, engarrafamento de águas minerais, produção de alimentos, dentre outros. Dessa forma, apresenta-se a água como substância essencial à vida e como recurso hídrico fundamental para a produção de bens, regulamentada a partir de leis, decretos, portarias, resoluções que facilitam a gestão para contemplar o poder público, a sociedade civil e o setor empresarial (ALMEIDA, 2021).

Em 31 de agosto de 1981 foi promulgada a Lei Federal nº 6.938 que define a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), e cria o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) (BRASIL, 1981).

O CONAMA dispõe sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida (BRASIL, 1981), dessa forma,

define como competências a elaboração de resoluções, decisões, moções, recomendações e proposições, utilizadas para critérios relativos à proteção ambiental e ao uso sustentável dos recursos naturais.

Outro marco na gestão dos recursos hídricos foi a promulgação da Lei Federal nº 9.433, no dia 8 de janeiro de 1997, que ficou conhecida como Lei das Águas e serviu de suporte para a criação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e o do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) (BRASIL, 1997). A Lei 9.433/97 também estabelece diretrizes para o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que define metas e programas para assegurar o uso racional da água no Brasil até 2020.

A Lei das Águas institui como um dos objetivos de assegurar à geração atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos (BRASIL, 1997), permitindo a distribuição e acesso equitativo em todo território brasileiro, em seu Art. 1º direcionam ações desta política, a saber:

I - a água é um bem de domínio público;

II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - em situação de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

No Art. 5º, a lei estabeleceu a Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos que determinou elementos para controle dos recursos hídricos. No Art. 11, foi estabelecido o regime de outorga como objetivo de assegurar o controle qualitativo e quantitativo dos usos da água e efetivo exercício dos direitos de acesso à água. O Art. 12 dispõe sobre os usos de recursos hídricos que estão sujeitos a outorga pelo Poder Público, como: captação de água, lançamento de efluentes e outros usos que alterem o regime, a qualidade e quantidade do corpo hídrico, o uso para fins de aproveitamento de potenciais hidrelétricos e extração de água de aquíferos subterrâneos para consumo final ou insumo de processo produtivo (SILVA e MONTEIRO, 2004).

Tais medidas são importantes para nortear o uso e gestão dos recursos hídricos, para garantir o uso igualitário em todo território brasileiro. Uma vez que o acesso à água não acontece de maneira justa e igual, as organizações menos favorecidas são as que mais sofrem com a

escassez desse recurso, tendo em vista que a tendência das regiões semi-áridas para o uso agrícola na vizinhança dos grandes mananciais seja voltadas para produtos de maior rentabilidade, e a agricultura de subsistência fica voltada para as áreas de pouca disponibilidade hídrica (TUCCI, HESPANHOL e NETTO (2000); OLIVEIRA (2021)).

A oferta de um recurso ambiental para diferentes setores socioeconômicos pode antecipar e dirimir conflitos. Diante disso, o gerenciamento e oferta dos recursos não podem ser realizados de forma isolada, visto que o uso pode comprometer qualitativa ou quantitativamente a oferta de outro e/ou alterar sua demanda, como, por exemplo: a utilização da água e o solo, o uso do solo pode aumentar a demanda por água e conseqüentemente diminuir a sua disponibilidade (LIMA, 2019). Nesse sentido, faz-se necessário o gerenciamento sustentado e a participação multisetorial de todos os atores que utilizam o recurso natural.

Para promover a participação social na gestão dos recursos hídricos, a sociedade precisa estar consciente quanto aos aspectos que envolvem uma gestão integrada dos recursos. No entanto, ao considerar os conflitos e disputas dentro de uma mesma bacia, eles não ocorrem apenas entre os diferentes setores e atores da sociedade que tenham algum interesse, ocorrem também entre regiões, unidades administrativas, cidades e áreas irrigadas que a integram (PEREIRA, 2008).

4.8 CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS

O conceito de conflitos socioambientais, segundo Lima e Neto (2015), parte do princípio de que sua ocorrência se origina da disputa por recursos naturais. Acselrad (2004) diz que os conflitos ocorrem quando são envolvidos grupos sociais com modos diferentes de apropriação, uso e significado do território. Sendo originados “quando pelo menos um dos grupos sofre ameaças quanto à continuidade das formas sociais de apropriação do seu meio” (ACSELRAD, 2004, p. 18). Corroborando com Lima e Neto (2015), Acselrad (2004) afirma que os conflitos socioambientais podem ser classificados de duas formas: o conflito por distribuição de externalidades e o conflito pelo acesso e uso dos recursos naturais, quando decorre das dificuldades de definir a propriedade sobre os recursos.

Os conflitos ambientais são caracterizados por um conjunto de problemáticas envolvendo a disputa pelos recursos ecossistêmicos, ocasionando a degradação em um ou mais pontos de determinada área (SILVEIRA e SILVA, 2019). Os conflitos podem ocorrer devido ao uso excessivo de recursos renováveis, da sobrecarga da capacidade do ambiente, e empobrecimento do espaço de vida (LIBISZEWSKI, 1992).

No Brasil, após o fim da ditadura militar na década de 1980, as pautas dos movimentos sociais de base popular começaram a ganhar volume e as lutas sociais que trabalham com as mediações dos conflitos passaram a se organizar de forma mais efetiva, buscando frear o avanço do modelo imperialista de apropriação dos recursos naturais, que outrora organicamente partilhados, passaram a ser incorporados nas lógicas da apropriação e acumulação vinculadas ao modo de produção capitalista. Esse modelo mercantil de apropriação dos bens ecossistêmicos é o que fundamenta e acirra a grande parte dos conflitos, tendo em vista que a maioria deles está ligada a processos de expropriação das populações rurais, impactando principalmente os povos tradicionais indígenas e quilombolas, bem como as comunidades ribeirinhas e pequenos agricultores que dependem dos recursos naturais para sustentar seu modo de viver e trabalhar (SILVEIRA & SILVA, 2019).

Os conflitos socioambientais no Brasil vêm aumentando na última década, envolvendo tanto populações do campo como das cidades. Os conflitos no Brasil ocorrem de maneira distinta, como terra, água, atividade mineradora, vegetação, dentre outros, com destaque para terra, água e trabalho escravo. A região Nordeste do Brasil ocupa o segundo lugar no ranking nacional do quantitativo de conflitos por água ao ano e o terceiro em número de famílias envolvidas, envolvendo principalmente usos e preservação, construção de barragens e açudes e apropriação privada da água (SILVEIRA e SILVA, 2019).

Silveira e Silva (2019), apresentou também que os números mais alarmantes de conflitos por água se encontram na Bahia e Pernambuco. Com o passar dos anos, outro aspecto que apresentou crescimento foi a concentração de terra nas mãos de poucos.

Considerando os municípios que compõem a região do Alto Paraguaçu, um fator importante para o avanço das atividades agrícolas e a geração de conflitos foi a construção da barragem do Apertado, que acelerou significativamente a concentração das terras no município de Ibicoara, crescimento este que se encontra acima da média nacional. Em 2012, Ibicoara apresentou a maior ascensão de concentração de terras depois da construção da barragem do Apertado, assim como, o município de Mucugê (MIRANDA e ALENCAR, 2012).

De acordo com Coelho et al (2010), “quanto mais concentrada a terra reflete numa concentração de renda maior”, e isto tende a piorar os indicadores sociais, pois “quanto mais concentrado forem a renda e a terra, piores serão os indicadores sociais”. Corroborando com Coelho (2010), Fernandes afirma que a concentração fundiária e a expansão da agropecuária são alguns dos responsáveis pela expansão de conflitos no campo brasileiro, devido ao aumento do controle sobre o território e as relações sociais, acarretando o enriquecimento de apenas uma

parcela da população, e como consequência desse processo, o aumento das desigualdades sociais (FERNANDES, 2008).

A maior concentração de terra está associada ao município de Ibicoara, em relação a Mucugê. Isso pode estar relacionado à dimensão territorial, sendo Ibicoara menor, além disso, parte do município de Mucugê está inserida dentro do Parque Nacional da Chapada Diamantina, o que impede a expansão de novas áreas agrícolas (MIRANDA, 2012).

Com base nos recursos hídricos, cada região de uma bacia possui interesses específicos, no entanto, os conflitos e disputas pertencentes a uma mesma bacia hidrográfica, ocorrem não apenas entre diferentes setores e atores sociais que tenham interesse na bacia, eles acontecem também entre regiões, unidades administrativas, cidades e áreas irrigadas que a integram (PEREIRA, 2008).

Esse fato pode ser visualizado nas atividades relacionadas à agropecuária, no alto trecho da bacia do Paraguaçu, quando o rápido avanço pelas terras, vem causando, vários problemas de ordem ambiental e social. Para tanto, este trabalho dará destaque aos conflitos que envolvem a água, tomando como referência o alto trecho da bacia hidrográfica do Paraguaçu.

5.0 METODOLOGIA

5.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido na Bacia Hidrográfica do Paraguaçu, que está localizada na porção Centro-Oeste do Estado da Bahia, com área de aproximadamente 54.877 km², ocupa 10% do território da Bahia e abrange 86 municípios, os quais encontram-se inseridos total ou parcialmente na área de drenagem do Rio Paraguaçu. A bacia apresenta três tipos de clima: o clima Semiárido ocupando 67% da área central com chuvas anuais inferiores a 700 mm; na parte superior, o clima Subúmido a Seco predominante na região da Chapada Diamantina; e o clima Úmido e Subúmido que predomina no terço inferior da bacia e em pequenas áreas em sua nascente (INEMA, 2021).

O contexto de utilização como área de estudo delimitada pela Bacia hidrográfica se dá devido a sua definição como uma área drenada por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascente e do lençol freático, convergindo para um único ponto de saída, podendo ser a foz deste canal, outro rio, lago ou mar. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e rios, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas e à medida que as águas dos riachos descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios, esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando rios maiores até desembocarem no oceano (ALCÂNTARA; AMORIM, 2005; BARRELLA, 2001).

As bacias hidrográficas são caracterizadas como: “um sistema de águas que fluem a um mesmo rio, lago ou mar, cujas modificações são provenientes à ação ou interação dos subsistemas sociais e econômicos”. Os principais componentes das bacias são: o solo, a água, a vegetação, a fauna e a flora, que interagem permanentemente, formando diversos ecossistemas, sendo este afetado pelas ações naturais assim como pelas antrópicas (LIMA, 2019).

O Rio Paraguaçu nasce na Serra do Sincorá, nas Fazendas Farinha Molhada, Paraguaçu e Brejões, no município de Barra da Estiva, com aproximadamente 1.200m de altitude em relação ao nível do mar. Percorre quase 450 km até sua foz na Baía de Iguape passando antes pelos municípios de São Félix, Iraquara, Boa Vista do Tupim, Palmeiras, Lençóis, Wagner, Ruy Barbosa, Várzea da Roça, Macajuba, Anguera, Ibiquera, São Domingos, Itaberaba, Ipirá, Rafael Jambeiro, Cabaceiras do Paraguaçu, Governador Mangabeira, Piritiba, Tapiramutá, Baixa

Grande, Pintadas, Mairi, Serra Preta, Tanquinho, Utinga, Muritiba, Mundo Novo, Gavião, Riachão do Jacuípe, Capela do Alto Alegre, Pé de Serra, Nova Fátima, Candeal, Antônio Cardoso, Santo Estevão, Ipecaetá, Ichu, Itaetê, Andaraí, Nova Redenção, Maragogipe, Cruz das Almas, Santa Terezinha, Itatim, Iaçú, Marcionílio Souza, Ibicoara, Mucugê, Mulungu do Morro, Bonito, São José do Jacuípe, Feira de Santana, Piatã, Boninal, Castro Alves, Seabra, Souto Soares, Morro do Chapéu, Miguel Calmon, Várzea do Poço, Valente, Retirolândia, Conceição do Coité, São Gonçalo dos Campos, Conceição da Feira, Cachoeira, Barrocas, Piatã, Jaguaripe, Salinas das Margaridas, Saubara, Sapeaçu, Milagres, Nova Itarana, Planaltino, Maracás, Iramaia, Barra da Estiva, Barro Alto, Serrolândia, Quixabeira, Serrinha, Lamarão, Santa Bárbara, Santa Luz e Nazaré.

A bacia do Paraguaçu insere-se numa região de contraste que convive em formas de extrema pobreza e riqueza, escassez e abundância, característica das terras do Nordeste brasileiro. É considerada a mais importante do estado da Bahia devido à sua dimensão, responsável pelo abastecimento da água da região metropolitana de Salvador, ao passo que os principais conflitos por uso das águas estão relacionados à irrigação mecanizada, à exploração mineral, ao abastecimento e ao lançamento de efluentes (SANTOS; SAMPAIO e ROSSI, 2005).

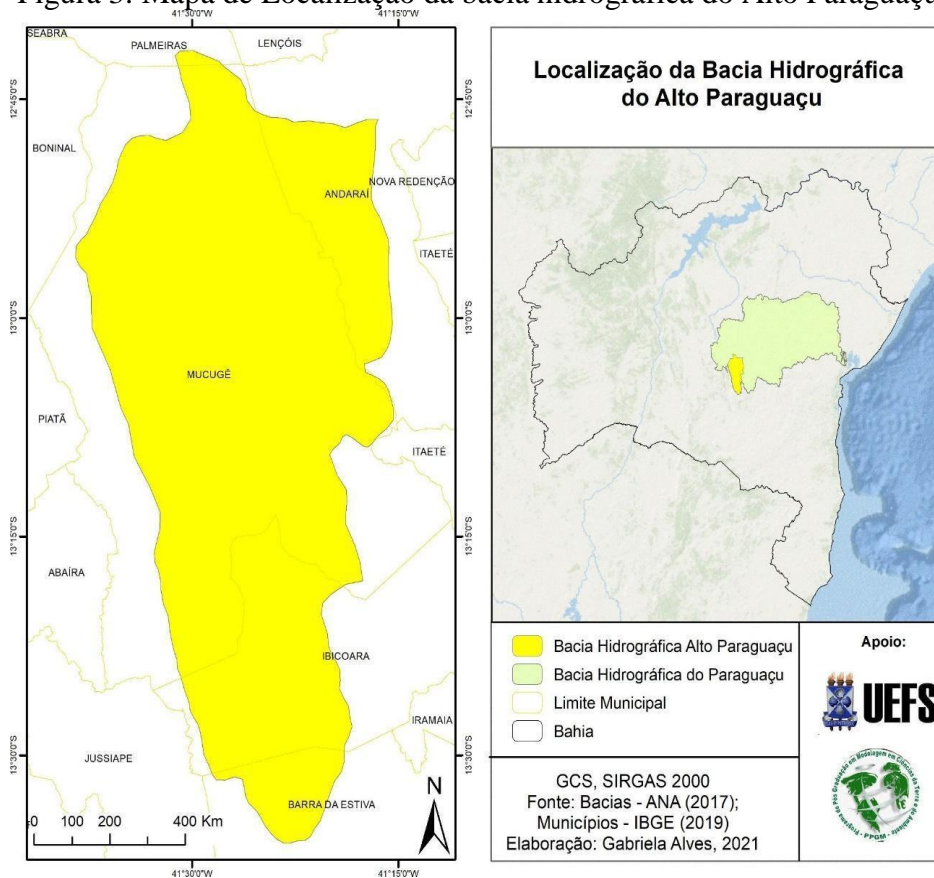
O rio exerceu um papel fundamental na ocupação e povoamento do território baiano, já que sua localização o tornou importante via de transporte fluvial possibilitando a comunicação entre as regiões do Sertão e do Recôncavo Baiano à capital do estado, o que possibilitou a expansão da cultura da cana-de-açúcar e do fumo na Bahia, favorecendo o surgimento dos municípios de Maragogipe, Cachoeira e Santo Amaro (SANTOS; SAMPAIO; ROSSI, 2005; ÁVILA et al., 2020).

O plano diretor da bacia do Paraguaçu, que foi elaborado para contribuir e facilitar o desenvolvimento de projetos e pesquisas, dividiu a bacia hidrográfica em três regiões: Alto Paraguaçu, que compreende a região da nascente, onde ocorre o clima tropical de altitude e rochas quartzíticas e calcárias; Médio Paraguaçu, que compreende a região intermediária na qual há presença de rochas graníticas e ocorre o clima semiárido e o Baixo Paraguaçu, que compreende a região final e da foz, onde predomina o clima tropical chuvoso de floresta e rochas graníticas (GONÇALVES, 2014).

A sub-bacia do Alto do Paraguaçu está situada entre as latitudes 12°40'S e 13°40'S e longitudes 41°15'W e 41°39'W, na ecorregião da Chapada Diamantina. Parcialmente inserida no Parque Nacional da Chapada Diamantina, a sub bacia integra o alto trecho da Região de Planejamento e Gestão das Águas do Rio Paraguaçu e Baía do Iguape (RPGA X) (Figura 3).

A ocupação do trecho superior da bacia ocorreu por consequência das expedições de bandeirantes paulistas e portugueses às minas de ouro e diamante na Chapada Diamantina. O povoamento iniciou com o desenvolvimento da criação de gado, que exerceu papel importante no cenário econômico, assim como o ciclo da cana de açúcar, fumo, mineração, café, mamona até o ciclo do turismo e lazer. Atualmente, a agricultura irrigada, a mineração e o turismo destacam-se na economia local na região da Chapada Diamantina. (SANTOS, SAMPAIO e ROSSI, 2005; ÁVILA et al., 2020).

Figura 3: Mapa de Localização da bacia hidrográfica do Alto Paraguaçu



Fonte: próprio autor

A área de estudo abrange parcialmente seis municípios, na qual a localização compartilha vizinhanças entre si: Andaraí, Barra da Estiva, Ibicoara, Itaeté, Mucugê e Palmeiras, como pode ser visto no Quadro 1. No entanto, os municípios de Itaeté e Palmeiras não farão parte das análises deste trabalho, pois a área inserida na bacia representa apenas 0,0089% e 1,08% respectivamente, se tornando insignificante para a discussão.

Quadro 1: Área territorial dos municípios de acordo com o IBGE

Municípios	Área Territorial (km ²)	Área Inserida na Bacia	Proporção (%)
Andaraí	1.591.326 km ²	286.365 km ²	17,99 %
Barra da Estiva	1.658.218 km ²	114.958,3 km ²	6,93%
Ibicoara	817.988,5 km ²	414.731,9 km ²	50,70%
Itaeté	1.332.377 km ²	119,752 km ²	0,00898%
Mucugê	2.464.582 km ²	1.734.440 km ²	70,37%
Palmeiras	738.270 km ²	8.006,48 km ²	1,08%

Fonte: IBGE (2018)

A seguir, o Quadro 2 apresenta o censo populacional, IDH e PIB nesses municípios realizados pelo IBGE durante os anos de 1990, 2000, 2010. No entanto, não houve dados de PIB no ano de 1990 e o censo de 2020 foi adiado por duas vezes, o que está sendo realizado em 2022, o que limitou a análise dos dados. Também não foram encontrados dados de população no site do IBGE para os municípios de Itaeté e Palmeiras nos anos de 1990 e 2000.

Quadro 2: Dados do censo municipal 1990, 2000 e 2010 para os municípios estudados que compõem o Alto Paraguaçu.

Município	IDH			PIB			População			PIB <i>per capita</i>			PIB-Agro			% Agro no PIB		
	1990	2000	2010	1990	2000	2010	1990	2000	2010	1990	2000	2010	1990	2000	2010	1990	2000	2010
Andaraí	0,279	0,375	0,555	-	13.043	55.841	14.285	13.884	13.960	-	939,43	3.780,21	-	2.666	4.943	-	20,44	8,85
Barra da Estiva	0,293	0,412	0,575	-	44.774	126.784	17.245	24.440	21.187	-	1.831,99	4.756,85	-	19.979	37.995	-	44,62	29,97
Ibicoara	0,270	0,393	0,591	-	36.193	218.258	8.725	14.453	17.282	-	2.504,19	11.500,94	-	13.381	105.601	-	36,97	48,38
Itaeté	0,220	0,373	0,572	-	19.945	65.315	-	-	14.924	-	-	4.066,36	-	7.268	14.492	-	36,44	22,19
Mucugê	0,327	0,401	0,606	-	41.807	219.894	10.334	13.682	10.545	-	3055,62	17.243,97	-	19.918	140.399	-	47,64	63,85
Palmeiras	0,351	0,511	0,643	-	8.563	35.199	-	-	8410	-	-	4.370,55	-	1.172	4.215	-	13,69	11,97

Fonte: IBGE (2021)

5.2 CARACTERIZAÇÃO ANTRÓPICA

O rio Paraguaçu nasce no município de Barra da Estiva na Bahia, sua bacia tem como principais usos o abastecimento urbano e rural, irrigação e dessedentação de animais, geração de energia hidrelétrica, abastecimento industrial, aquicultura, lazer e turismo. Os principais impactos ambientais são atribuídos às atividades agropecuárias e extrativismo vegetal, com desmatamento e uso de agrotóxicos, sendo este último o grande responsável pela contaminação do rio com poluentes químicos (SOUZA, 2010).

Atividades Econômicas

Agricultura

A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu apresenta diversas atividades agrícolas em seus municípios. Os produtos de maior expressão econômica regional estão relacionados ao abacaxi na cidade de Itaberaba e Coração de Maria; café em Barra da Estiva, Piatã, Boninal, Bonito, Wagner e Mucugê; sisal em Valente e Santaluz; morango em Morro do Chapéu; batata do reino em Mucugê e laranja em Sapeaçu e Cruz das Almas (IBGE, 2019).

Pecuária

A pecuária representa uma das principais atividades econômicas dos municípios da bacia, com os rebanhos bovinos em Andaraí e Barra da Estiva, atingindo 17.814 e 13.232 cabeças, respectivamente; equinos em Barra da Estiva com um rebanho de 2.231 cabeças, caprinos em Antônio Cardoso; ovinos em Itatim, Marcionílio Souza; suínos em Antônio Cardoso, Barra da Estiva com rebanho de 1.298 cabeças em Cruz das Almas; muares em Barra da Estiva e avicultura em Feira de Santana, Barra da Estiva com 47.342 aves, Cruz das Almas, Marcionílio Souza e Antônio Cardoso. (IBGE, 2020).

Extrativismo

As atividades de extrativismo vegetal estão relacionadas à extração de madeira para fabricação de carvão, estacas e lenhas, no entanto, essa prática tem diminuído com a exaustão das áreas de mata. Nas áreas de predomínio da caatinga, os principais produtos extraídos são o

umbú e o licuri, além de folhas, raízes e cascas de vegetais para uso na medicina caseira. As atividades extrativistas animais são representadas pela pesca artesanal, mariscos, crustáceos e camarões nas áreas estuarinas. O extrativismo mineral é representado pela exploração de diamantes, rocha ornamental, areia, argila, diatomito, barita, quartzo, entre outros (GONÇALVES, 2014).

Outorgas

A Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e estabeleceu como uma de suas diretrizes a Outorga de Direito e Uso de Recursos Hídricos. Esta diretriz faculta ao outorgado (usuário da água) o uso de recurso hídrico, por prazo determinado, de acordo com condições expressas na lei. Segundo a Lei, a outorga tem o objetivo de assegurar o controle qualitativo e quantitativo da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso a este recurso, disciplinando a sua utilização e compatibilizando demanda e disponibilidade hídrica.

A cobrança e a regulamentação pelo uso das águas pode trazer dois viés para a zona rural, o primeiro consiste na redução da demanda da irrigação devido a cobrança e a racionalização do uso da água, o que favorece a sustentabilidade regional das atividades, com a obediência aos acordos e as decisões dos comitês de bacia; e o segundo ponto consiste no aumento dos conflitos, com a resistência na implementação das decisões do poder público e de restrições de diferentes naturezas (TUCCI, HESPANHOL e NETTO, 2000).

A outorga do uso da água é, portanto, um instrumento primordial ao gerenciamento dos recursos hídricos, pois, se manejada de maneira correta, ela pode possuir aspectos técnicos, legais e econômicos que colaboram com a sustentabilidade e um uso racionalizado do uso dos mananciais (SILVA e MONTEIRO, 2004; ANUNCIAÇÃO, 2022)

No ano de 2008, foram cadastradas 819 outorgas na bacia hidrográfica do Paraguaçu, sendo 76 para captação em usos diversos, 43 para lançamentos de efluentes domésticos e industriais. Em 2013, houve um aumento na quantidade de registros, tendo 1152 outorgas para usos diversos, 13 para lançamentos de efluentes e apenas 283 outorgas em vigor. Com isso, os principais conflitos pelo uso da água na bacia são observados nas atividades relacionadas a: a) mineração; b) abastecimento humano; c) abastecimento animal; d) abastecimento industrial; e) irrigação; f) geração de energia; g) pesca e h) diluição de efluentes domésticos e industriais (GONÇALVES, 2014).

Segundo Oliveira (2021), no período entre 2012 e 2020 houve um aumento progressivo nas emissões de outorga que se concentram no Alto Paraguaçu. A concentração das outorgas está numa área dominada pelo agropolo Mucugê-Ibicoara, que, juntas, totalizam 245 outorgas. Houve concentração também em outros municípios que têm produção agrícola intensa ao longo da bacia, como Morro do Chapéu com 91, Seabra com 63, Piatã com 33 e Iraquara com 34 dispensas.

Barragem Apertado

A exploração agrícola da Chapada Diamantina teve início no ano de 1984 com o plantio de soja e trigo. No entanto, o déficit hídrico para o desenvolvimento das lavouras ocasionou a quebra de investimento nos cultivos, o que mostrou a necessidade de investimentos para a irrigação (GUERRA e GONZALEZ, 2013).

Em 1998, foi construída pela Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia (CERB) no Rio Paraguaçu a barragem do Apertado, com volume de acumulação de 108.000.000 m³ e formação do lago com 23km de extensão. A barragem foi projetada para atender principalmente a agricultura irrigada da região, possibilitando o aumento da oferta de água para os irrigantes e grandes produtores (CERB, 2021; MIRANDA, 2012).

A bacia do Paraguaçu possui aproximadamente 18 mil hectares de área irrigada, dos quais 10 mil estão localizados no Alto Paraguaçu, abastecendo a agricultura irrigada para a produção de hortaliças, café e fruticultura de clima subtropical, sendo abastecidos pela barragem de Apertado (LAMAS; RITA e MIRANDA, 2016).

A barragem do Apertado está situada na Chapada Diamantina, no trecho do Alto Paraguaçu, e tem como principal função atender o agropolo de Mucugê, Ibicoara e Barra da Estiva, segunda região agrícola do Estado, com produção principal de batata, mas com produção diversificada (TOPÁZIO, 2017).

Agropolo de Mucugê e Ibicoara

O Agropolo de Mucugê e Ibicoara é considerado uma região agrícola emergente, com potencial de expansão da produção agrícola, com grande quantidade de pequenos produtores rurais que utilizam as águas do rio Paraguaçu para a prática da agricultura irrigada. A

produção agrícola da região é direcionada ao cultivo do café, juntamente com lavouras temporárias como milho, mandioca, tomate e banana (JUNIOR e WINKALER, 2020).

O cultivo da região é praticamente todo sob condições de irrigação, sendo o principal método de irrigação a aspersão com o sistema de pivô central (BARBOSA, 2015). A região de Ibicoara foi a maior produtora de tomate com mais de 42.500 toneladas, enquanto Mucugê ficou em oitavo lugar no ranking estadual de produção de café, com uma produção de quase 3.000 toneladas e em quarto lugar na produção de arroz com produção de 77 ton. (IBGE, 2017).

Miranda (2012) conseguiu identificar em seu trabalho que houve um aumento de 120,5% entre os anos de 2000 e 2010 em relação à quantidade de área plantada nos municípios de Mucugê e Ibicoara, com o destaque para café, batata – inglesa e milho. No entanto, com a expansão agrícola outros produtos começaram a se desenvolver na região, como, por exemplo: arroz, batata doce, cana de açúcar, cebola, melancia, tomate, banana, laranja, maracujá, entre outros.

Os municípios de Mucugê e Ibicoara apresentam respectivamente 12,93% e 11,91% de área ocupada por pivô central, tornando-as os municípios com maior área relativa por pivô central na Bahia. Essa concentração coincide com a localização do polo Mucugê e Ibicoara, que surgiu após a construção da Barragem do Apertado no Rio Paraguaçu (BORGES *et al.* (2009); MIRANDA e ALENCAR (2012)).

5.3 MÉTODO E TÉCNICA DA PESQUISA

Essa pesquisa utiliza a metodologia PEIR na tentativa de discutir a vulnerabilidade hidrológica diante dos impactos causados pelas atividades agrícolas. Foram abordados trabalhos e dados para compreender as características da área e sua situação, a fim de facilitar a compreensão e auxiliar na tomada de decisão de gestores da área estudada.

Neves (1996) afirma que os estudos de natureza qualitativa são baseados nas seguintes características:

1. O ambiente natural é a fonte direta de dados e o pesquisador um instrumento fundamental;
2. O caráter descritivo;
3. O significado que as pessoas dão às coisas e a vida como preocupação do investigador;
4. O enfoque indutivo.

Os indicadores podem ser qualitativos ou quantitativos. A escolha dos indicadores refere-se intimamente na escolha da variável, ou das variáveis, cujos valores derivam de medições (variáveis quantitativas) ou observações (variáveis qualitativas) em tempos, lugares, populações, entre outras (MALHEIROS; COUTINHO e PHILIPPI JR, 2012).

Tomando como base o esclarecimento, o presente estudo contemplará a análise dos dados de forma qualitativa, tendo em vista que, as variáveis foram selecionadas a partir de informações baseadas na literatura e o conhecimento prévio sobre a área. Devido ao período pandêmico, não foi possível realizar trabalhos de campo na área de estudo.

5.4 CONSTRUÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PEIR

O modelo PEIR foi escolhido por se tratar de uma metodologia mais flexível devido à fragilidade dos dados que estão disponíveis na região. Ao escolher as variáveis para a avaliação da sustentabilidade das atividades relacionadas à agropecuária na bacia hidrográfica do Paraguaçu, região do Alto Paraguaçu, foram consideradas as pressões exercidas pelas atividades humanas sobre o ecossistema e os recursos naturais, o estado do ecossistema considerando a qualidade ambiental e quantidade dos recursos naturais, os impactos causados pelas ações antrópicas e as respostas coletivas e individuais da sociedade civil e do poder público para mitigar os efeitos negativos.

O modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta é uma metodologia facilmente ajustável a diferentes realidades. É um instrumento importante na gestão pública por mostrar a ligação, em quatro esferas, dos elementos que compõem a gestão ambiental. Além de sintetizar informações relacionadas com as atividades, processos urbanos, e ações da esfera ambiental (ARIZA; ARAÚJO NETO, 2010; SILVA et al., 2012).

A seleção das variáveis ambientais, e a relação de integração de tais variáveis para auxiliar no processo de discussão, é um dos principais problemas para o processo de avaliação ambiental. Com isso, a flexibilidade é um instrumento importante, tendo em vista que pode auxiliar na compreensão dos critérios selecionados para a análise das variáveis ambientais que serão utilizadas como indicadores, bem como o grau de dependência e a influência entre os parâmetros (SILVA, 2010).

A seleção das variáveis do modelo PEIR foram feitas a partir de uma consulta bibliográfica juntamente com os indicadores Environmental Performance Index (EPI), Environmental Sustainability Index (ESI), Barometer of Sustainability (BS), Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS), Environmental Vulnerability Index (EVI), Objetivos do

Desenvolvimento do Milênio (ODM), somado ao conhecimento prévio da área de estudo. Ao estudar indicadores capazes de mensurar o desenvolvimento sustentável, foram encontrados parâmetros analíticos que são utilizados por esses indicadores como base para suas análises. O Quadro 3, mostra alguns dos aspectos analíticos analisados por esses indicadores que contribuíram para o referencial teórico desta pesquisa.

Quadro 3: Aspectos analíticos dos indicadores aplicados na pesquisa

Aspecto	Variável	EPI	ESI	BS	IDS	EVI	ODM
BIODIVERSIDADE	Proteção de áreas	x			x		x
	Proteção de ecorregiões	x	x				
	Espécies ameaçadas		x	x	x	x	x
	Abundância das espécies			x			
	Diversidade de Plantas			x			
	Espécies invasoras				x		
	Cobertura vegetal					x	x
	Perda de cobertura					x	
	Fragmentação de habitat					x	
	Degradação					x	
	Taxa de desmatamento						x
SOLO	Porcentagem do solo com baixo impacto antropogênico		x				
	Porcentagem do solo com alto impacto antropogênico		x				
	Habitat da vida selvagem			x			
	Cobertura do solo			x			
	Textura do solo			x			
	Reciclagem de nutrientes			x			
	Fertilidade do solo			x			
	Estabilidade do solo			x			
	Uso de fertilizantes				x		
	Uso de agrotóxicos				x		

	Terras em uso agrossilvilpastoril				x		
	Queimadas e incêndios florestais				x		
ÁGUA	Concentração de nitrogênio	x					
	Consumo de água	x					
	Concentração de oxigênio		x	x			
	Condutividade elétrica		x				
	Sólidos em suspensão		x				
	Padrão de drenagem			x			
	Qualidade da água			x	x		
	Quantidade de água		x	x			x
	Assuntos costeiros					x	
AGRICULTURA	Intensivo para agricultura					x	
	Fertilizantes					x	
	Pesticidas					x	
	Biotecnologia, produtividade, sobrepesca					x	

Fonte: próprio autor

Na escolha dos indicadores, levou-se em consideração características dos aspectos que envolvessem as atividades ligadas à agropecuária, e conseqüentemente atividades humanas sobre o meio ambiente, possíveis elementos que contribuem na alteração dos habitats e mudança de uso e cobertura do solo, além dos aspectos que tenham relação com os recursos hídricos. Os parâmetros de análise tiveram como base os preceitos da sustentabilidade e cada variável foi analisada da forma mais conveniente em relação a uma das dimensões ambiental, social e/ ou econômica.

O processo metodológico foi dividido em quatro fases, sendo elas:

1. Levantamento de indicadores ambientais utilizados em outras metodologias para compor base de dados e utilizar os aspectos mais relevantes de acordo com a realidade do local;
2. Para a seleção dos indicadores foram analisadas as pressões e o estado da área de estudo, através dos mapas de uso e cobertura da terra, fazendo uma comparação ao

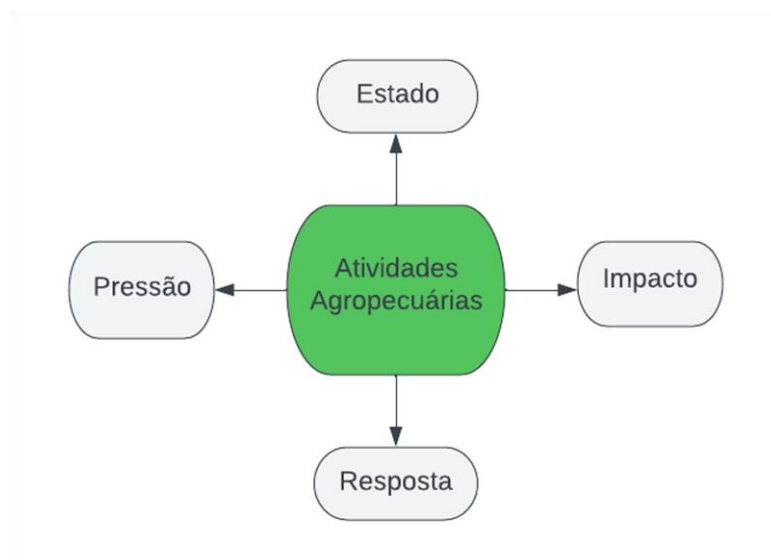
longo dos anos e relacionando o avanço da atividade agropecuária com a perda de formação florestal juntamente com a lâmina d'água;

3. Identificação dos impactos provenientes das alterações ocorridas na área;
4. Levantamento das respostas dadas pelo poder público e pela sociedade, com análise dos resultados obtidos diante da metodologia proposta.

Concluída a análise dos dados, foi feita a escolha das variáveis que integraram como indicadores do modelo PEIR. Estes foram organizados conforme a ordem de geração dos dados baseadas no objeto principal da pesquisa que é o avanço das atividades agropecuárias, ou seja, primeiramente as componentes de pressão e estado da área, e posteriormente os componentes de impacto e resposta. Os componentes não seguem uma ordem hierárquica, os indicadores têm como base as atividades agropecuárias e são selecionadas a partir desse objeto. A partir disso, foram selecionados 3 indicadores de pressão, 3 indicadores de estado, 4 indicadores de impacto e 4 indicadores de resposta.

Com base nas informações obtidas pelo Quadro 3, foi construída a matriz PEIR. Essa matriz considera individualmente as pressões exercidas pelas atividades agropecuárias, o estado ou condição do meio devido as atividades agropecuárias, o impacto que essas atividades podem trazer de maneira positiva ou negativa e a resposta da social, econômica ou ambiental que essas atividades podem proporcionar.

Figura 4: Base da pesquisa para análise PEIR



O Quadro 4 mostra os indicadores do modelo PEIR que foram elencados baseados nos resultados obtidos através dos indicadores analisando anteriormente.

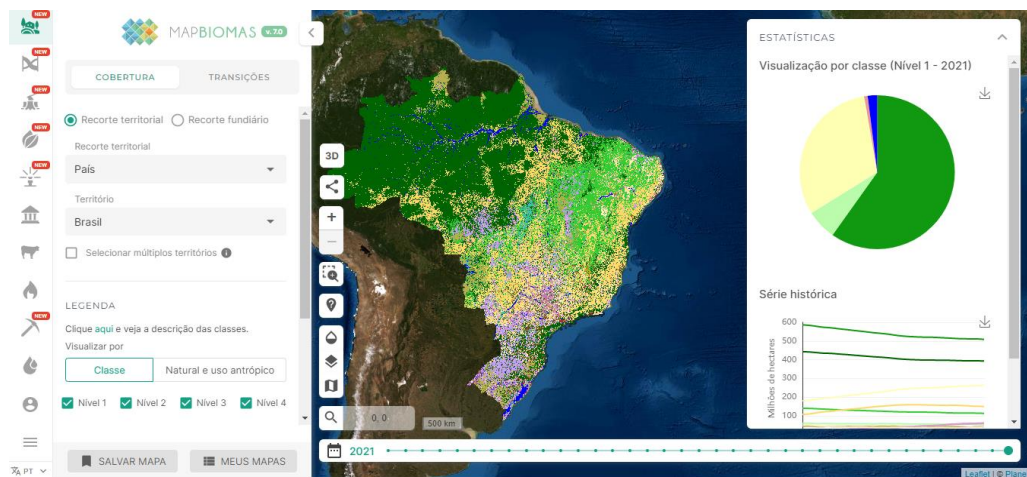
Quadro 4: Variáveis adotadas no Sistema de Indicador de Sustentabilidade (PEIR)

Pressão	Estado	Impacto	Resposta
Uso e ocupação do solo	Solo	Desmatamento	Certificação ambiental como CEFIR
	Contaminação do solo pela agropecuária	Aumento da oferta de emprego	Crescimento populacional
Demanda hídrica para irrigação	Quantidade e qualidade da água	Disponibilidade hídrica	Conflitos socioambientais pela água
Aumento da produção agrícola		Crescimento do PIB e IDH	Melhoria da condição de vida

Fonte: próprio autor

O levantamento referente às informações de uso e ocupação do solo, solo, demanda hídrica, aumento da produção agrícola e disponibilidade hídrica, foi realizado através da análise dos mapas de uso e cobertura, extraídos da plataforma MapBiomas (<https://brasil.mapbiomas.org/>) (Figura 4).

Figura 4: Tela inicial da plataforma MapBiomas (2022)



Fonte: Mapbiomas (2022)

Os dados de desmatamento, por sua vez, foram extraídos da plataforma MapBiomas Alerta, uma ferramenta da plataforma que quantifica alertas de desmatamento e áreas desmatadas, com dados a partir do ano de 2018 (<https://alerta.mapbiomas.org/>).

Figura 5: Tela inicial da plataforma MapBiomias Alerta que contém índices de desmatamento



Fonte: Mapbiomas Alerta (2022)

A contaminação do solo, quantidade e qualidade da água, conflitos socioambientais, foram analisados através de dados secundários a partir de trabalhos como de Lima e Moreira (2019); Barbosa et al. (2017); Oliveira et al. (2011); CEDOC Dom Tomás Balduino – CPT (1985), respectivamente. Outro dado importante para a análise de qualidade da água foi o Índice de Estado Trófico (IET). O Índice do Estado Trófico (IET) objetiva realizar uma avaliação da qualidade da água relacionada ao enriquecimento por nutrientes, concomitantemente ao crescimento em excesso de algas, ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas, fitoplânctons etc.

Elevados níveis tróficos são comumente verificados em corpos hídricos como lagos, barragens ou represas, já que os ambientes lênticos são mais suscetíveis à bioacumulação. Todavia, a eutrofização também pode ocorrer em ambientes lóticos como os rios, já que estes podem estar inseridos em bacias hidrográficas que sofrem com a descarga de efluentes industriais e domésticos não tratados e/ou uso indiscriminado de fertilizantes na agricultura da região, pois esse processo se dá em áreas que sofrem acumulação de nitrogênio e fósforo, nutrientes que participam do metabolismo de macrófitas aquáticas, algas e cianobactérias, que podem trazer prejuízos crônicos aos ecossistemas aquáticos (ESTEVEZ, 1988).

Um estudo realizado por Schmitt et al. (2013) verificou que as aplicações de fósforo (P) em vinhedos podem causar o acúmulo desse nutriente no solo e maximizar seu potencial poluente. Conhecer a qualidade da água disponível é essencial para a gestão dos recursos hídricos, uma vez que a eutrofização pode levar a alterações no sabor, odor, turbidez e na cor

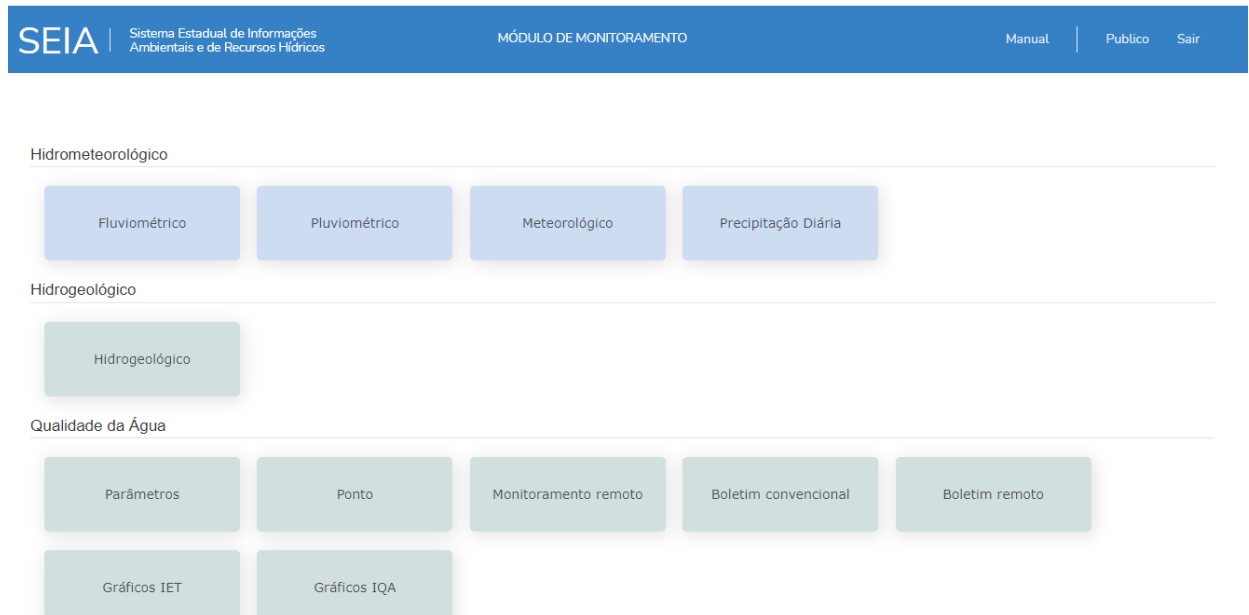
da água, provocando a redução de oxigênio dissolvido, o crescimento de plantas aquáticas, redução da biodiversidade, mortandade de peixes, além de interferir nas condições de lazer na água (SMITH & SCHINDLER, 2009).

Os pontos amostrais da área de estudo situam-se no uso e na ocupação do solo da região utilizados no presente estudo, já que se evidencia a hipótese de contaminação da bacia pelo emprego de adubação fosfatada, no trecho do agropolo Mucugê – Ibicoara, onde ocorre agricultura altamente tecnificada com predominância de irrigação mecanizada por pivô central e fertilizantes químicos que podem vir a contaminar o lençol freático e posteriormente o rio.

As variáveis de melhoria da qualidade de vida e aumento da oferta de emprego foram classificadas como inconsistentes, uma vez que grande parte do trabalho foi realizado no período pandêmico além das fontes secundárias consultadas nas quais os dados oficiais disponíveis encontram-se desatualizados, como por exemplo, os dados de pobreza e desigualdade e índice de gini disponíveis no IBGE só tem registro para o ano de 2003, dados de saneamento básico só tem registro nos anos de 2008 e 2017, e dados de serviços de saúde só tem registro no ano de 2005 e 2009, impossibilitando a construção de comparativos.

Para análise da qualidade da água na área de estudo, foram coletados dados secundários disponíveis no Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (SEIA) do Módulo de Monitoramento do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) (<http://monitoramento.seia.ba.gov.br/>). Nele, foram obtidos valores do Índice de Estado Trófico (IET), resultantes de uma equação que leva em conta um parâmetro químico (fósforo total) e um parâmetro biológico (clorofila-a), oriundos de amostras da RPGA do Rio Paraguaçu em oito pontos amostrais situados na área de estudo, no Alto Paraguaçu, conforme o Quadro 5.

Figura 6: Página de monitoramento de dados do sistema SEIA



Fonte: Inema (2022)

Atribuiu-se o nível trófico segundo a classificação de Lamparelli (2004), que é analisada como uma metodologia para análise de eutrofização de corpos hídricos mais adequada ao considerar a realidade climática do Brasil, onde são registrados valores climáticos de temperatura e umidade elevados, por se tratar de um país tropical. Esta consideração é feita por Rabelo e Vasconcelos (2019) já que há importantes variações nos estudos de regiões de clima quente comparando essa metodologia com o modelo proposto por Carlson (1977) que é frequentemente empregado nos estudos para classificação do nível trófico de corpos lânticos e com adaptações a estruturas lólicas, considerando sua simplicidade e seu pioneirismo

Os dados dos parâmetros Químicos, Físicos e Biológicos são oriundos de amostras da RPGA do Rio Paraguaçu em oito pontos situados na área de estudo no Alto Paraguaçu, conforme quadro abaixo.

Quadro 5: Pontos amostrais situados no Alto Paraguaçu

Código	PRG-APE-001	PRG-APE-002	PRG-APE-003	PRG-PRG-050	PRG-PRG-300	PRG-PRG-330	PRG-RCH-500	PRG-STA-340
Município	Ibicoara	Mucugê	Mucugê	Ibicoara	Mucugê	Andaraí	Ibicoara	Andaraí
Latitude	13°15'49"	13°11'20"	13°4'38"	13°26'11"	13°0'21"	12°50'26"	13°23'35"	12°45'23"
Longitude	41°23'29"	41°24'12"	41°26'29"	41°20'19"	41°23'22"	41°19'22"	41°26'35"	41°19'44"
Altitude	378 m	195 m	195 m	1072 m	879 m	796 m	1107 m	330 m
Ambiente	Lêntico	Lêntico	Lêntico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico

Fonte: próprio autor

Para complementar a avaliação das variáveis, e apresentar os resultados de forma mais didática, foram utilizados os parâmetros favoráveis à sustentabilidade, desfavorável à sustentabilidade ou inconsistente com relação aos pilares da sustentabilidade referente a cada variável, conforme pode ser observado em outros trabalhos, como o de: Silva, Cândido e Ramalho (2012); Dantas (2013); Soares, Barros e Bezerra (2017).

Ao final da análise dos dados, foi realizado uma comparação entre as variáveis do sistema de indicador, na intenção de verificar o número de indicadores que incidirão positivamente ou negativamente.

Apesar de não existir a determinação na literatura, acredita-se que, para o sistema ser considerado sustentável, o resultado deve haver um quantitativo maior ou igual a 50% das variáveis deveria apresentar resposta favorável à sustentabilidade, caso o resultado for abaixo de 50%, o sistema será considerado desfavorável à sustentabilidade ou insustentável. Em alguns casos, os dados referentes a uma determinada variável não permitem a análise quanto a favorável ou desfavorável, tais variáveis são consideradas inconsistentes e ignoradas no número total de variáveis analisadas.

Quadro 6: Classificação de sustentabilidade para o sistema de indicador

Percentual de variáveis favoráveis	$\geq 50\%$	$< 50\%$
Sistema de indicador	Sustentável	Insustentável

Fonte: próprio autor

Considerando o estudo de caso na bacia hidrográfica do Paraguaçu, na região do Alto Paraguaçu, Chapada Diamantina, aplicou-se o modelo PEIR para realizar a pesquisa com indicadores ambientais na região, já que, metodologicamente, este modelo tem uma vantagem em comparação a outros, pois se adequa a diferentes realidades que se diversificam pelos variados elementos envolvidos no sistema ambiental em questão (SILVA et al., 2012).

Avaliar um sistema ambiental pode englobar dezenas de variáveis, tornando a análise dos resultados pouco esclarecedores, dessa forma, foram selecionados variáveis em menor número, porém, em quantidade suficiente para alcançar os objetivos do estudo, restringindo aqueles que influenciam diretamente em quatro elementos fundamentais para a realização das atividades do setor agropecuário que são água, solo, ar e cobertura vegetal.

5.6 ELABORAÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS

A descrição quantitativa da estrutura da paisagem na bacia do Rio Paraguaçu, região do Alto Paraguaçu, foi realizada através do geoprocessamento com uso do *software* ArcGis e teve por base mapas de uso do solo e da cobertura vegetal, nos anos 1990, 2000, 2010, 2020, provenientes da coleção 6.0 da plataforma MAPBIOMAS (2021) usando imagens do sensor Landsat 7.

O MAPBIOMAS é um projeto de mapeamento de uso e cobertura da terra no Brasil e outros países, criada em 2015 e baseado no processamento digital de imagens Landsat (5, 7 e 8) desde o ano de 1985 até os dias atuais (SOUZA JR. e AZEVEDO, 2017).

A plataforma MapBiomias oferece um ambiente online e gratuito e oferece imagens de satélite e todo processamento das imagens de forma rápida, eficiente e confiável para processar os conjuntos de dados e gerar séries temporais históricas de mapas de cobertura e uso da terra. O processamento das imagens ocorre na plataforma online de processamento do Google Earth Engine (GEE) (SOUZA JR. e AZEVEDO, 2017).

O Google Earth Engine (GEE) é uma plataforma em escala planetária de computação em nuvem projetada para armazenar e processar grandes conjuntos de dados para estudos geoespaciais. Os dados disponíveis no GEE contêm informações públicas disponíveis,

envolvendo dados meteorológicos, topográficos e socioeconômicos (MUTANGA e KUMAR (2018).

Os produtos são originados de classificação pixel a pixel e exportados em formato matricial, com resolução espacial de 30m (SOUZA JR. e AZEVEDO, 2017). As características a respeito das categorias adotadas neste estudo, encontram-se no Quadro 7.

Quadro 7: Classes de uso e cobertura da terra segundo definições do MAPBIOMAS

Código Mapbiomas	Classe	Descrição	Natureza
1.1.1.	Formação Florestal	Tipos de vegetação com predomínio de dossel contínuo – Savana Estépica Florestada, Floresta Estacional Semi-Decidual e Decidual.	Natural
1.1.2.	Formação Savânica	Tipos de vegetação com predomínio de espécies de dossel semi-contínuo - Savana-Estépica Arborizada, Savana Arborizada.	Natural
1.2	Floresta Plantada	Espécies arbóreas plantadas para fins comerciais (ex: eucalipto, pinus, araucária).	Antrópico
2.2.	Formação Campestre	Tipos de vegetação com predomínio de espécies herbáceas (Savana- Estépica Parque, Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa, Savana Parque, Savana Gramíneo – Lenhosa) + (Áreas inundáveis com uma rede de lagoas interligadas, localizadas ao longo dos cursos de água e em áreas de depressões que acumulam água, vegetação predominantemente herbáceas a arbustiva).	Natural
3.2.1.3.	Outras Lavouras Temporárias	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessitam de novo plantio para produzir. Os mapas anteriores ao ano de 2000 incluem lavouras de soja.	Antrópico
3.3.	Mosaico de Agricultura e Pastagem	Tipos de vegetação com predomínio de dossel contínuo - Savana-Estépica Florestada, Floresta Estacional Semi-Decidual e Decidual.	Antrópico
4.2.	Infraestrutura Urbana	Áreas urbanizadas com predomínio de superfícies não vegetadas, incluindo	Antrópico

		estradas, vias e construções.	
	Outras Áreas não vegetadas	Áreas de superfícies não permeáveis (infraestrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes.	Antrópico e Natural
2.4.	Afloramento Rochoso	Rochas naturalmente expostas na superfície terrestre sem cobertura de solo, muitas vezes com presença parcial de vegetação rupícola e alta declividade.	Natural
5.1	Água	Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água.	Natural
3.1.	Pastagem	Área de pastagem, predominantemente plantadas, vinculadas a atividade agropecuária. As áreas de pastagem natural são predominantemente classificadas como formação campestre que podem ou não ser pastejadas.	Antrópico
3.3	Silvicultura	Espécies arbóreas plantadas para fins comerciais (ex. pinus, eucalipto, araucária)	Antrópico
4.3	Mineração	Áreas referentes a extração mineral de porte industrial ou artesanal (garimpos), havendo clara exposição do solo por ação antrópica. Somente são consideradas áreas próximas a referências espaciais de recursos minerais do CPRM (GeoSGB), da AhkBrasilien (AHK), do projeto DETER (INPE), do Instituto Socioambiental (ISA) e de FL Lobo et al. 2018	Antrópico
3.2.2.1	Café	Áreas cultivadas com a cultura do café.	Antrópico
3.2.2.3	Outras Lavouras Perenes	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de ciclo vegetativo longo (mais de um ano), que permitem colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio. Nessa versão, o mapa abrange majoritariamente áreas de caju, no litoral do nordeste e dendê na região nordeste do Pará, porém sem distinção entre eles.	Antrópico

Fonte: MAPBIOMAS (2021)

6.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Uso e Cobertura da bacia do Alto Paraguaçu

As mudanças no uso e cobertura da terra, geralmente, são provenientes de processos antrópicos, que podem provocar mudanças nos padrões espaciais das paisagens e em processos ecológicos, provocando modificações nos padrões de biodiversidade (FAHRIG, 2003; OLIVEIRA; VALENTE; VETTORAZZI, 2002).

Analisando os mapas de uso do solo para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2020 foi possível observar a predominância da formação savânica na região, que sofreu pouca variação ao longo do tempo, com percentual equivalente a 1,02% de aumento. Entre os anos de 1990 e 2020, houve o crescimento de 104% da classe de outras lavouras temporárias ao tempo que pastagem e mosaico de agricultura e pastagem diminuíram, respectivamente, 28% e 41%, uma tendência inversa em relação aos anos 90. Entre 1990 e 2000 o mosaico de agricultura e pastagem diminuiu 6% enquanto a pastagem aumentou 12%, ao mesmo tempo em que aparece as áreas de outras lavouras temporárias, como pode ser observado na Figura 6.

As áreas de floresta plantada, classificada como silvicultura, são observadas a partir do ano de 2010, essas áreas são baseadas na recuperação de áreas degradadas através da introdução de espécies arbóreas nativas, de valor madeireiro, além de espécies de ciclos curtos, que podem ser plantadas e comercializadas nos primeiros anos do sistema (SERRANO, 2017).

Em seu estudo, Serrano (2017), realizou um experimento no município de Lençóis – Chapada Diamantina, passível de ser replicado em outras áreas propriedades rurais da região, e constatou que as espécies arbóreas com melhor desenvolvimento para floresta plantada foram a canafístula (*Peltophorum dubium*), o mogno africano (*K. senegalensis*), o cedro-rosa (*Cedrela fissilis*), o jacarandá- mimoso (*Jacaranda mimosifolia*), jacarandá – da – Bahia (*Dalbergia nigra*) e o Ipê roxo (*Handroanthus impetiginosus*). As espécies de ciclo curto com melhor resposta para produção foram o feijão carioca e o preto, o girassol, milho e melancia. Do mesmo modo, a área de estudo apresentou crescimento na classe de café, e complementando os dados discutidos em Serrano (2017), segundo IBGE (2022), existe plantação de eucalipto na região, o que pode justificar também o surgimento da classe de floresta plantada.

Em 1998, houve a construção da barragem do Apertado, devido a isso, é possível observar no mapa o aumento de área irrigada por meio de pivôs centrais de agricultura, que

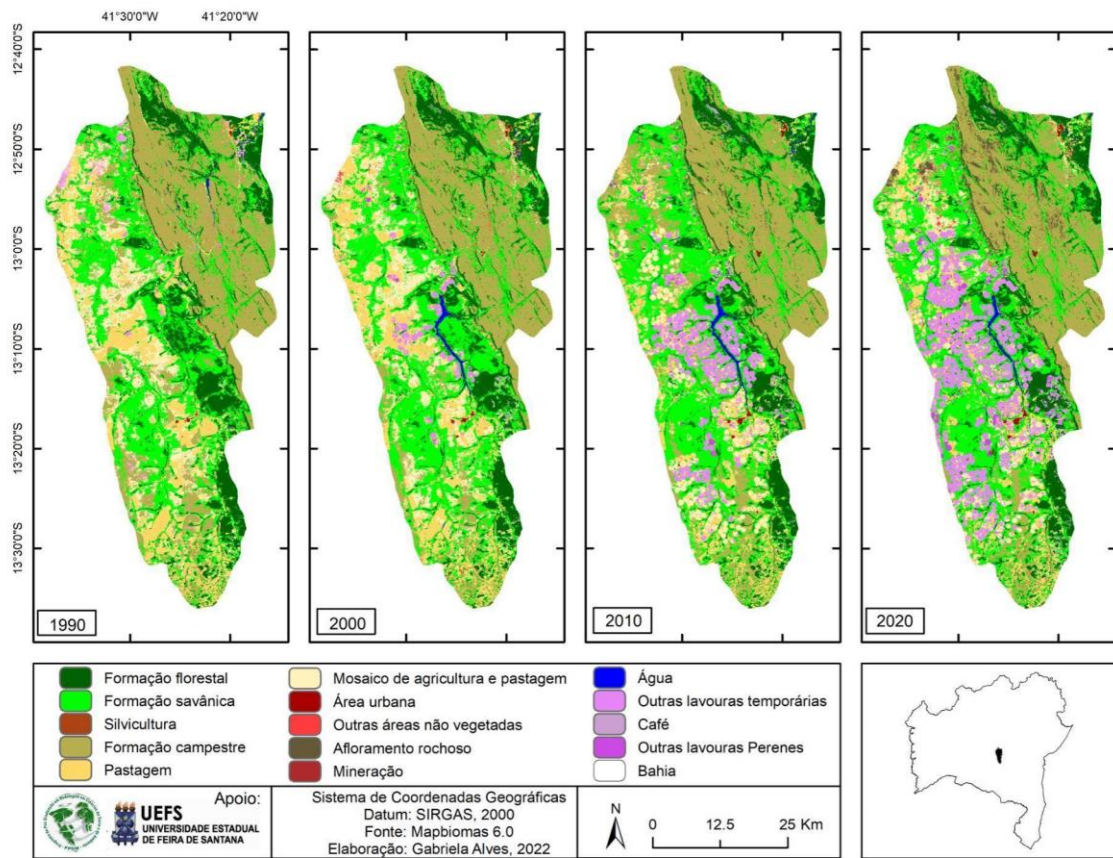
está identificado no mapa como “outras lavouras temporárias”, aumento da infraestrutura urbana e aumento da classe água. No entanto, entre os anos de 2010 e 2020 observa-se a diminuição da área da barragem, que foi de 17.389 hectares para 13.683 hectares, representando uma diminuição de 21 da área total da barragem, o que pode ter sido ocasionado pelo aumento da demanda hídrica para irrigação, associado com a grave seca que ocorreu no período de 2010 a 2016, tendo 2012 como o ano mais crítico (SANTOS, *et al.*, 2012).

A seca que assolou o Nordeste no período de 2010 a 2016 foi a mais grave já registrada (LIMA e MAGALHÃES, 2018). No período de 2012 o índice de precipitação em todo território do Nordeste foi classificado como seco, muito seco ou extremamente seco (SANTOS *et al.*, 2012).

A irregularidade da chuva e a escassez hídrica trouxeram consigo a perda significativa da vegetação, o que potencializa a degradação vegetal e do solo (CORREIA FILHO *et al.*, 2018). A classe de área urbana acompanha crescimento contínuo em ocupação na paisagem, os índices de variação percentual durante 1990 a 2020 foi de 254 %. Em 1990, essa classe ocupava 210,33 ha e após a construção da barragem do apertado passou para 532,35 ha. Ao relacionar a área de cada município dentro da bacia pode-se perceber que o Município de Mucugê possui a maior área e o maior PIB da região, como será observado no Gráfico 6. Em contrapartida, o município de Andaraí que está localizado majoritariamente dentro da área do Parque Nacional da Chapada Diamantina, apresenta os menores índices de PIB, IDH e renda *per capita*. Nesse período, também foi observado o crescimento do PIB.

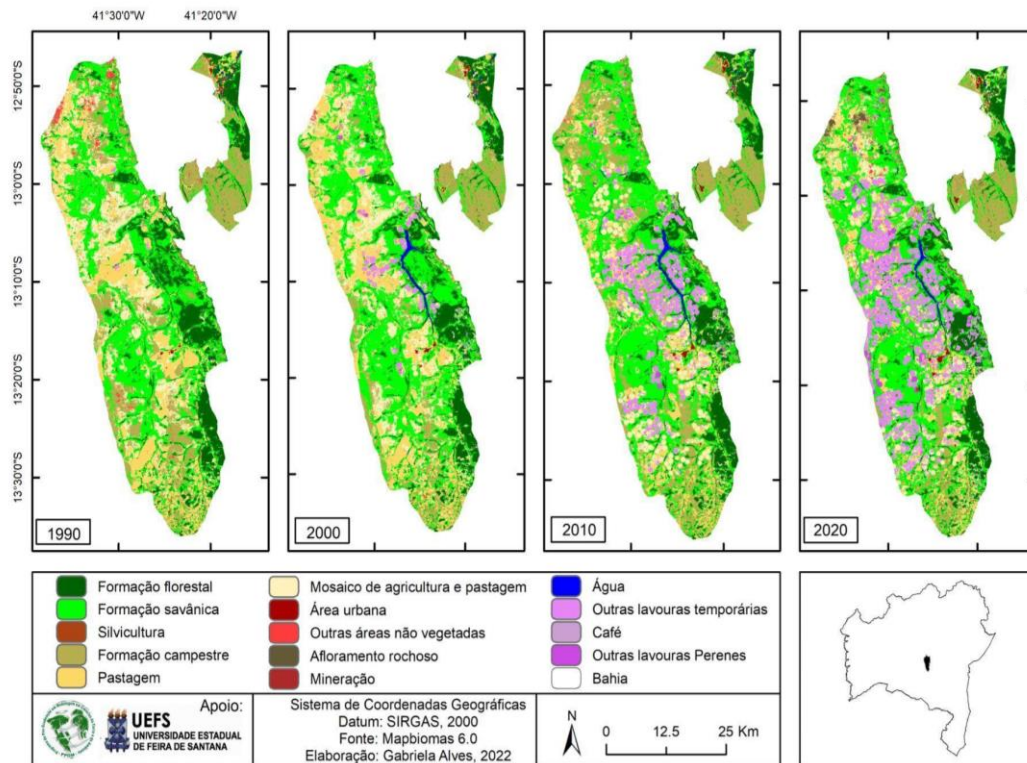
Outro fator importante que foi observado, é que, com o crescimento da agricultura na região, houve alteração com diminuição de 11,7 % na área de formação florestal. Como a área de estudo sofre influência do Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD), foi elaborado um mapa de uso e cobertura do solo, excluindo a área do PNCD, com o objetivo de observar se houve maior alteração nas áreas de floresta, como pode ser observado na figura 7.

Figura 7: Mapa de uso e cobertura da bacia do Alto Paraguaçu



Fonte: próprio autor

Figura 8: Área do Alto Paraguaçu excluindo o PNCD



Fonte: próprio autor

Ao elaborar o mapa de uso e cobertura da terra sem a área do Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD), foi possível observar que a formação savânica continua predominante na região (Figura 6). A formação florestal, ao considerar a área do PNCD, teve perda de 11,71%, após análise com a retirada da área do parque, a perda na porcentagem de floresta passa para 14,38%.

O Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) é uma Unidade de Conservação Federal regulamentado pela Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, decreto nº 84.017, de 21 de setembro de 1979 que considera Parques Nacionais como áreas extensas e delimitadas, dotadas de atributos excepcionais da natureza, ou seja, da flora, fauna, solo e paisagem natural ou de valor científico ou histórico, objeto de preservação permanente, postas à disposição da população. A utilização desses espaços é para fins científicos, educacionais e recreativos que dependerá de prévia autorização do IBAMA.

As áreas de uso agrícola apresentam grande representatividade na região, o aumento de pivô central que está representado no mapa como “outras lavouras temporárias”, teve um pico demasiadamente elevado, representando aumento com mais de 10.000% ao longo da série histórica de 1990 a 2020.

Por meio das análises, foi possível observar que, pela tendência geral, a classe de formação florestal sofreu interferência negativa, em que perdeu 14,38% ao longo do tempo. Em paralelo, a classe água na região estudada também sofreu interferência negativa com diminuição de 21%. A classe de outras lavouras temporárias aumentou mais que dobrou. Com isso, pode-se observar que, à medida que a agricultura irrigada cresce na região, a porcentagem de floresta e superfície de água tendem a diminuir.

6.1 ELABORAÇÃO DO MODELO PEIR

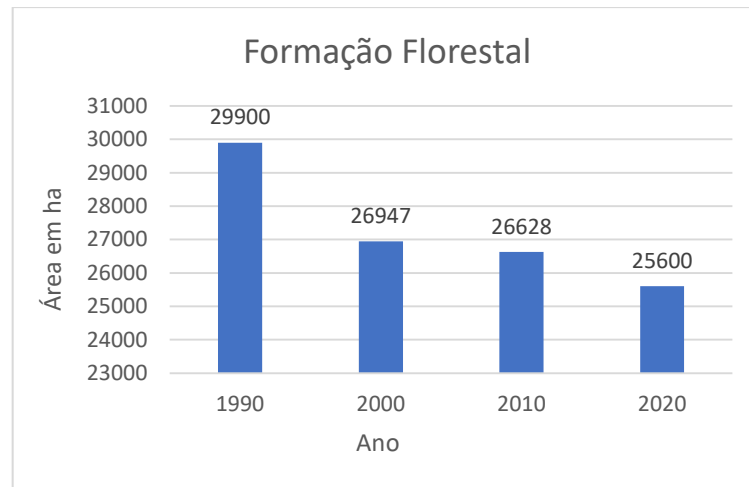
O modelo PEIR foi organizado de acordo com as dimensões adotadas para Pressão – Estado – Impacto – Resposta que foram demonstradas no Quadro 4. Na construção do modelo foram selecionadas 3 indicadores de Pressão, 3 de Estado, 4 de Impacto e 4 de Resposta.

6.1.2 INDICADORES DE PRESSÃO

Uso e ocupação do solo

As análises das mudanças dos padrões espaciais de uso e cobertura da terra ao longo da série temporal foi realizada através dos mapas de uso e cobertura da terra. A partir das análises, foi possível observar que houve uma diminuição de 10% da cobertura florestal entre os anos de 1990 e 2000, quando iniciaram-se as atividades agrícolas após a construção da Barragem do Apertado, como se pode perceber na Figura 8. Ao longo da série temporal estudada, houve diminuição de 14,38% da classe de formação florestal e esta perda está atrelada às atividades agrícolas, devido a isso, a variável foi considerada **desfavorável**.

Figura 8: Percentual de formação florestal nos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado do Mapbiomas (2021)

Alterações ocorridas na paisagem natural decorrentes do desenvolvimento de atividades antrópicas como expansão agrícola e desmatamento sobre uma bacia hidrográfica, exercem influência nos processos referentes ao ciclo hidrológico, e um dos principais problemas que interferem diretamente na qualidade e quantidade da água de uma bacia é o uso que se dá a sua superfície territorial (ANDRADE; RIBEIRO; LIMA, 2016).

No âmbito dos recursos hídricos, o impacto decorrente da alteração do uso do solo reflete-se em todos os componentes do ciclo hidrológico, como no escoamento superficial, na recarga dos aquíferos, na qualidade da água e no transporte de sedimentos (LIMA, 2019; MENDES e CIRILLO, 2001). Moreira *et al.* (2015), destaca que o uso da terra, incluindo o tipo de vegetação e a atividade antropogênica, afeta a produção de água. Esse fator é um dos mais relevantes a ser considerado no manejo de bacias hidrográficas.

Segundo Pereira *et al.* (2001), a conversão de áreas de floresta em áreas de uso agropecuário causa impacto sobre o meio ambiente, como diminuição da biodiversidade, alterações no balanço de CO₂ e outros gases de efeito estufa, ruptura no regime hidrológico, entre outros. Em seus trabalhos, autores como: Sardinha *et al.* (2010), Conceição *et al.* (2011), Frascareli *et al.* (2015) e Soares (2019) relatam que a intensa atividade agrícola numa bacia hidrográfica, como ocorreu no Alto Sorocaba em São Paulo, tem degradado continuamente a qualidade da água e do solo.

Nesse sentido, Feltran Filho *et al.* (1989), afirmam que o uso do solo consiste na forma como o solo está sendo utilizado pelo homem. Esse uso pode provocar danos ao meio ambiente como erosão, inundações, assoreamento dos reservatórios e cursos d'água. O uso e manejo incorreto das terras e a falta de ações conservacionistas implicam em perdas

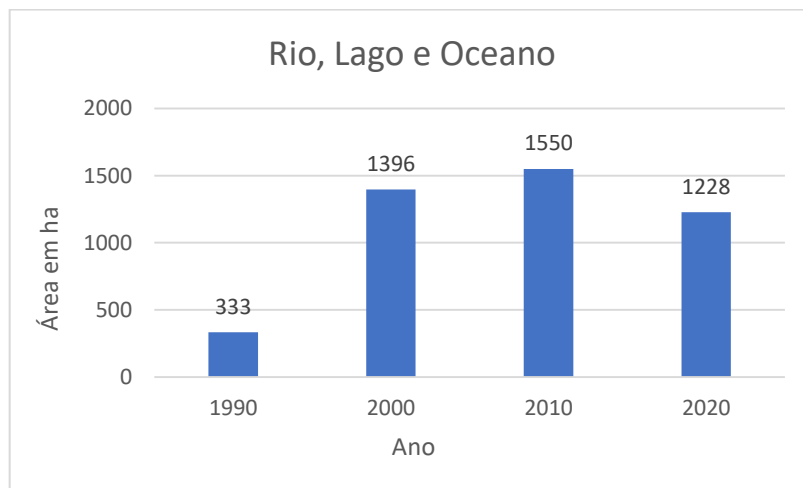
significativas de solo, matéria orgânica, nutrientes, biodiversidade, água, prejudicando o equilíbrio dos sistemas hídricos em bacias hidrográficas (VAEZA, et al., 2011).

Diante deste cenário de alteração do uso do solo na região do Alto Paraguaçu, o parâmetro de uso e ocupação do solo é considerado desfavorável a sustentabilidade levando em consideração os impactos que podem ser provocados pelas atividades agropecuárias, somado à redução já existente das áreas de floresta.

Demanda hídrica para irrigação

A demanda hídrica da região é alimentada prioritariamente pela barragem do Apertado, que caracteriza o principal reservatório que alimenta a agricultura irrigada na região. Após análises dos mapas de uso e cobertura do solo, observou-se diminuição de aproximadamente 20,7% de sua área entre os anos de 2010 e 2020, como observado na Figura 9. Contudo, este fator deve ser considerado **desfavorável** para a sustentabilidade devido ao uso descontrolado do recurso hídrico e a alta demanda utilizada nos sistemas de irrigação.

Figura 9: Percentual da superfície hídrica no Alto Paraguaçu



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado do Mapbiomas (2021)

Corroborando as informações obtidas no mapa de uso e cobertura do solo, Soares; Santos e Pinheiro (2020) relatam que a região é marcada pela agricultura irrigada por pivô, devido a isso, a Barragem do Apertado chegou a atingir no final de 2019 menos de 3% do seu volume. Os autores afirmam também que em vinte anos foi registrado a redução de 21% da massa d'água de corpos hídricos naturais, incluindo rios, lagos e nascentes.

A maior parte do cultivo comercial da região está sob condições de irrigação, sendo utilizado como principal sistema de irrigação o pivô central, que tem o potencial de irrigação da região de 15 a 20 mil ha/ano (BARBOSA, 2015). Segundo Silva et al. (2020), nos últimos 30 anos a área irrigada cresceu devido à instalação da barragem do Apertado. Este fato pode ser observado também com o aumento do número de pivô central na bacia, o que ficou evidenciado no mapa de uso e cobertura, no qual o pivô central é classificado como outras lavouras temporárias (Figuras 5 e 6).

A agricultura irrigada é apontada como a principal fonte de captação de água disponível nos mananciais, o tamanho médio dos pivôs centrais na Bahia é de 68 ha. De acordo com o estudo realizado pela Embrapa em 2014, foram identificados 2.792 pivôs centrais de irrigação no estado da Bahia, ocupando uma área de 192.223,48 ha, cerca de 0,34% do Estado. Os municípios com maior concentração de pivôs centrais são: Mucugê, com 741 pivôs (32.106,78 ha), em quarto lugar está o município de Ibicoara com 206 pivôs (11.635,03 ha), seguido por João Dourado com 169 pivôs e Luís Eduardo Magalhães com 167 pivôs (EMBRAPA, 2014), com destaque a Mucugê e Ibicoara que são os únicos municípios que utilizam água da Barragem do Apertado.

A projeção aproximada até 2050 é que a população mundial alcance 9 bilhões e a demanda por alimentos tenha um acréscimo de 70%, diante do modelo atual de produção, o consumo de água também crescerá para suprir essa demanda, estima-se em 55%, e com isso, a demanda global por água poderá ser maior do que a oferta em apenas 20 anos (EMBRAPA, 2014).

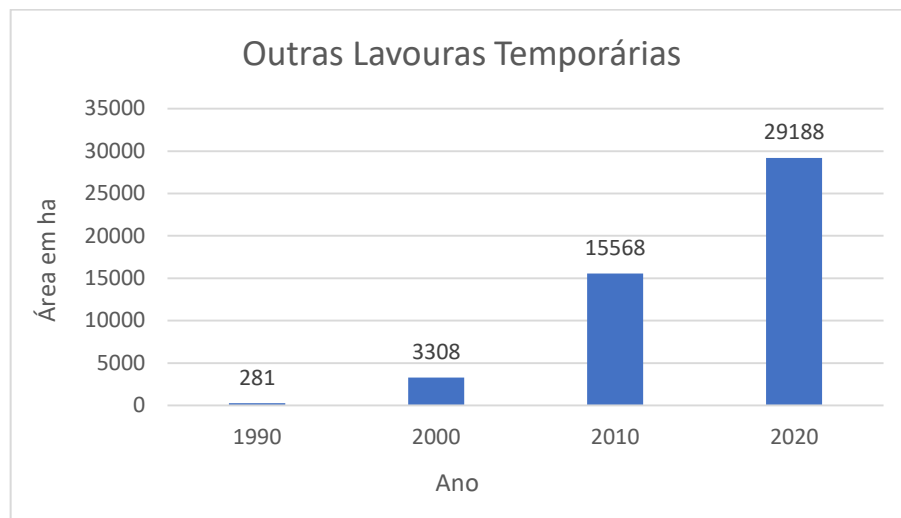
Uma agricultura irrigada sustentável necessita ser eficiente e econômica no uso da água. Há 17 anos, Coelho et al. (2005), afirmaram que o desperdício de água se mostrava insustentável para o futuro da agricultura na região, neste caso, é evidente a importância da adequada gestão dos recursos hídricos no Alto Paraguaçu, sendo necessários estudos mais aprofundados para minimizar os impactos negativos, ou melhorias nas práticas de manejo do uso da água, como, por exemplo, utilizar técnicas de microaspersão e gotejamento, que podem ser alternativas mais sustentáveis segundo autores como Mendonça (2018); Pessoa; Assis e Vieira, (2015).

Aumento da produção agrícola

A classe de agricultura apresenta crescente destaque ao longo da série histórica nos mapas de uso e cobertura do solo, facilitando a visualização do crescimento progressivo da

atividade através da classe definida como “Outras Lavouras Temporárias”, indicado na Figura 10. Ao considerar os fatores econômicos e sociais, o aumento da produção agrícola trouxe impactos positivos à área de estudo, como exemplo disso, o aumento do PIB e IDH da região, que será demonstrado a seguir nas imagens 17, 18, 19, 20, 21 e 22. Considerando a identidade agrícola do local, o aumento da produção foi caracterizado como um fator **favorável à sustentabilidade**.

Figura 10: Aumento da agricultura ao longo dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado do Mapbiomas (2021)

A chegada das atividades da agropecuária no Alto Paraguaçu começou na década de 1980. O desenvolvimento de tecnologias, abundância da água, fatores climáticos foram importantes para que empresas dos setores agrícolas considerassem este espaço próspero para produzir batatas e outros produtos. A construção da barragem do Apertado ampliou a área de irrigação, favorecendo o desenvolvimento da economia local, que conseqüentemente aumentou o número de pivôs centrais devido à facilidade para a manutenção de culturas próximas à barragem, favorável também aos aspectos econômicos (SOARES, SANTOS e PINHEIRO, 2020).

Para Guerra e Gonzalez (2013), algumas das condições que favoreceram a Chapada Diamantina a se tornar um dos principais polos de produção agrícola foram as altas temperaturas que beneficiaram as atividades de fruticultura tropical, as características do solo e da topografia que permite a mecanização do solo e plantio de grandes áreas o que promove ganhos na escala de produção.

A agricultura no Brasil avança ao longo dos anos e, atualmente, o país é um dos principais produtores agrícolas do mundo. O agropolo Mucugê e Ibicoara é considerado uma região agrícola emergente, com expectativas de expansão da produção agrícola, com alta concentração de pequenos produtores rurais que fazem uso das águas do rio Paraguaçu para a prática de irrigação, com a utilização de métodos convencionais (JUNIOR e WINKALER, 2020).

As atividades agrícolas foram determinantes para o desenvolvimento econômico da região, fundamentando o mercado regional e ganhando destaque em rankings estaduais. Diante da perspectiva econômica, acredita-se que houve investimento em instrumentos de produção, injeção de recursos para o comércio como forma de atrair recurso, e favorecendo o desenvolvimento das cidades.

6.1.3 INDICADORES DE ESTADO

Solo

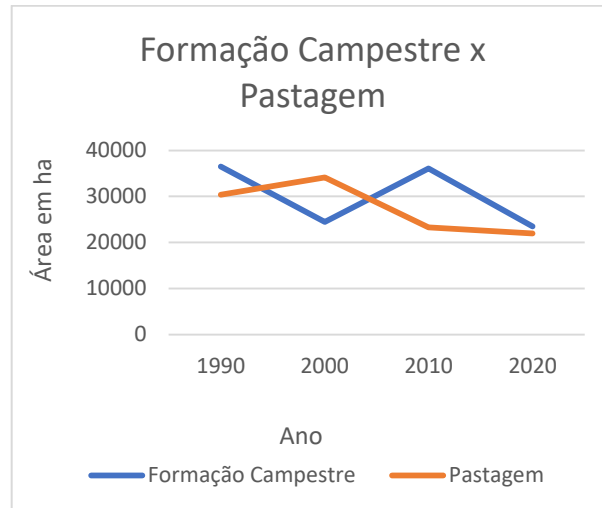
A vegetação nativa é o componente ambiental que mais sofre com as pressões antrópicas, devido à utilização das terras para terraplanagem, chácaras e residências (SALES et al., 2008), trazendo como principal consequência a supressão da vegetação, bem como o arraste de sedimentos das fontes agrícolas que tem sido causas de poluição. Na área em questão, foram observadas a inversão de classes e a supressão da vegetação nativa devido ao uso para a expansão agrícola, com isso, a variável foi considerada **desfavorável à sustentabilidade**.

Em seu estudo, Silva et al. (2020) identificaram que, no ano 2000, a vegetação Caatinga arbustiva da área aumentou e isso se deve ao fato que as áreas de agricultura e pastagem avançaram consideravelmente, provocando uma inversão de classes, quando a classificação das áreas de pastagem, agricultura e caatinga de porte arbustivo culminaram em uma única classe. No ano de 2018, foi observado um crescimento da classe de solo exposto, devido ao avanço nas áreas de plantação de culturas com sistema de irrigação, ao passo que a classe de vegetação arbustiva diminuiu e vegetação arbórea reduziu para metade quando comparado ao ano de 2000.

De acordo com a classificação do MAPBIOMAS pastagem e formação campestre se confundem entre 1990 a 2010, como demonstrado na Figura 11, possibilitando observar a

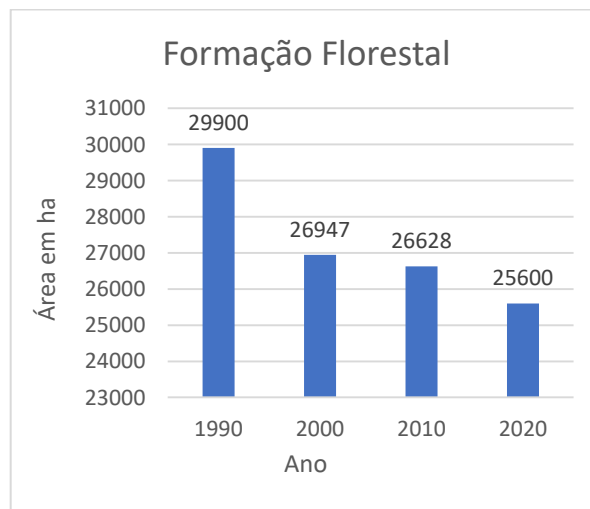
inversão das classes nessa área, além da diminuição gradual das áreas de floresta, como representado na figura 12.

Figura 11: Inversão de classe entre formação campestre e pastagem



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado do Mapbiomas (2021)

Figura 12: Variação da formação florestal no Alto Paraguaçu



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado do Mapbiomas (2021)

O uso inadequado dos solos agrícolas vem causando a perda gradual da sua capacidade produtiva e a contaminação dos recursos hídricos por sedimentos e poluentes, decorrentes de processos erosivos (LELIS; CALIJURI, 2010). Na agricultura, as atividades iniciam-se com o uso de alguns recursos naturais (como a terra, minérios, vegetação, ar, água e animais) sendo que, após o uso, esses recursos são devolvidos ao ambiente em forma de

resíduos sólidos, líquidos ou gasosos gerando diversos impactos (RODRIGUES; VIEGAS; FEITOSA, 2010).

O ciclo hidrológico afeta diversos aspectos da vida humana, como a produtividade agrícola, geração de energia, abastecimento de água, manejo da fauna, da flora, dentre outros, ao mesmo tempo que é suscetível às modificações de procedência natural ou antrópica. Para Tucci (2002), a ação antrópica sobre o uso e ocupação do solo pode produzir impactos nos processos hidrológicos terrestres, como a redução ou aumento da vazão média, máxima e mínima e alterações na qualidade da água de uma bacia hidrográfica. Alterações no uso do solo impactam em todos os componentes do ciclo hidrológico como no escoamento superficial, na recarga dos aquíferos, na qualidade da água e no transporte de sedimentos (LIMA, 2021, p. 32).

O uso inadequado do solo provoca transformações naturais, que se transformam e provocam conseqüentemente a erosão, enchentes, inundações, secas, entre outros, afetando direta e indiretamente os fatores econômicos e sociais, além dos fatores ambientais. (RODRIGUES; VIEGAS; FEITOSA, 2010).

Contaminação do solo pela agropecuária

O solo e a água são recursos naturais indispensáveis à sobrevivência da vida no planeta, tendo a produção de alimentos dependente deste recurso. A implantação de novas técnicas no sistema de produção agrícola provocou a introdução de substâncias, como os agrotóxicos, que apresentam risco ambiental quando manejados de forma incorreta (SILVA, 2017).

A agricultura requer grande quantidade de insumos, como fertilizantes, agrotóxicos e reguladores de crescimento (FILIZOLA, et. al, 2002). Os principais agentes poluentes dos solos e água são os agrotóxicos, metais pesados e nitrogênio - esses agroquímicos são incorporados no solo na fase de aplicação, ou através da infiltração, ou volatilização.

O Brasil se tornou o maior consumidor de agrotóxico do mundo devido ao crescimento das regiões de monocultura como soja, milho, cana, algodão e arroz, que avançam sobre os ecossistemas, áreas de proteção ambiental e biomas que eram intocados pela agropecuária como Amazônia e Cerrado (GOMES e SERRAGLIO, 2017). Como o solo reage de forma mais lenta às ações dos agentes externos, muitas vezes esconde o iminente perigo de substâncias e elementos nocivos que podem, frequentemente, afetar os seres vivos e provocar a poluição das águas de maneira geral (CAMARGO, 2007).

Uma pesquisa realizada por Lima e Moreira (2019), detectou a presença de substâncias que são proibidas por lei no trecho da bacia do Paraguaçu, nas proximidades de Mucugê e Ibicoara. Das 15 substâncias encontradas, 8 são proibidas devido à alta taxa de toxicidade ao meio ambiente e à saúde humana. Oliveira (2013), apontou que no alto trecho da bacia do Paraguaçu é intensa a exploração do solo pelo uso agrícola, tornando urgente ações e estudos que evitem e/ou minimizem os impactos negativos sobre o meio ambiente.

Oliveira (2013) detectou também em sua pesquisa que a contaminação da água subterrânea no alto trecho da bacia do Paraguaçu está relacionada aos aspectos de uso e ocupação do solo, cujo principal sistema econômico é a agropecuária e as características naturais do ambiente, como a alta permeabilidade litológica e a baixa profundidade do nível freático. Devido ao alto risco na utilização dessas substâncias, classificamos a variável como **desfavorável** à sustentabilidade.

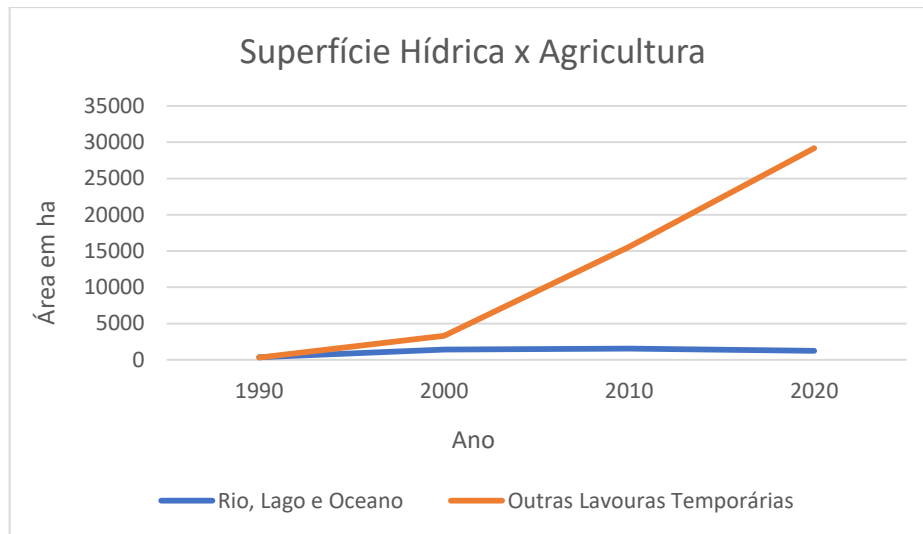
Quantidade e qualidade de água

Segundo Lima (2021), uma das estratégias mais eficazes para conciliar disponibilidade hídrica e diversidade biológica é a definição de um sistema de manejo, pois ele preserva *in situ* a diversidade biológica, contribui diretamente para a manutenção de um meio ambiente mais equilibrado e saudável.

Os principais fatores que comprometem a oferta e qualidade da água e gera conflitos pelo seu uso, são provenientes do assoreamento e poluição dos cursos d'água, causados pela erosão, mineração e uso de agrotóxicos. O assoreamento diminui a vazão dos rios, reduzindo e conseqüentemente, afeta a disponibilidade hídrica (PINHEIRO et al., 2009). Barbosa et. al, (2017) observaram que há excesso na utilização de água para irrigação de batata na região da Chapada Diamantina, o que compreende um fator negativo nas questões ambientais, sociais e econômicas, quando comparados aos valores investidos e relatos de escassez, caracterizando a variável como **desfavorável a sustentabilidade**.

Com os dados do MAPBIOMAS, foi possível observar a diminuição da área da superfície hídrica, representado na Figura 13 relacionando ao crescente avanço das atividades agropecuárias.

Figura 13: Relação estabelecida entre superfície hídrica x agricultura



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado do Mapbiomas (2021)

Para Lee et. al (2010); e Alves et al., (2011), a qualidade da água de uma bacia hidrográfica pode ser influenciada por fatores naturais como clima, cobertura vegetal, topografia, geologia, além das atividades antrópicas. Portanto, analisando o histórico de ocupação e as atuais atividades antrópicas desenvolvidas na bacia, acredita-se que as mudanças ambientais estejam refletidas nos recursos hídricos.

Ao analisar os dados pluviométricos da região, foi observado que os maiores valores foram registrados nos anos de 2005, 2006 e 2020 em Lençóis, os dados de Piatã são disponibilizados a partir do ano de 2009, sendo registrado os maiores valores em 2009, 2010 e 2020. Os dados foram retirados da estação pluviométrica localizada na cidade de Lençóis e Piatã, que fica a cerca de 124 km e 68 km de distância da Barragem do Apertado, respectivamente.

Zandonadi (2009), afirma que a caracterização das chuvas, em especial em bacias hidrográficas, é de fundamental importância para o planejamento, aproveitamento e distribuição dos recursos hídricos. A ausência de chuvas na agricultura irrigada pode ocasionar perdas na produção e influenciar nos reservatórios hídricos que abastecem a população e a irrigação, que conseqüentemente causa a dessedentação de animais e da população, reduzindo em épocas de estiagem a prática da agricultura (LIMA et al., 2017).

A Figura 14 abaixo mostra que não houve grande variação no volume de chuvas, exceto no ano de 2012, que foi registrado uma seca severa no Nordeste. Dados dos mapas de uso e cobertura apresentaram aumento das práticas agrícolas assim como da população ao longo da série analisada, com isso, a diminuição da superfície hídrica da barragem pode estar

2011					55	55		
2012					57	57		
2013					46	47		
2014					46	46		
2015	55	56	47		46	46		46
2016	54	54	53		54	50		56
2017	57	57	56			48		49
2018	49	52	52		46	46		50
2019	51	53	56		52	49		50
2020	53	52	58		51	50		50
2021	58	60	55	64	54	59	58	58

Fonte: Elaborado pelo autor

Para classificar os valores em Ultraoligotrófico, Oligotrófico, Mesotrófico, Eutrófico, Supereutrófico e Hipereutrófico, foi considerado o estabelecido para nível trófico conforme o Quadro 9:

Quadro 9 – Classificação do nível trófico do Alto Paraguaçu.

Nível Trófico	Clorofila-a ($\mu\text{g/L}$)	Fósforo Total ($\mu\text{g/L}$)	IET
Ultraoligotrófico	$\leq 0,74$	≤ 13	≤ 47
Oligotrófico	$0,74 < \text{CL} \leq 1,31$	$13 < \text{PT} \leq 35$	$47 < \text{IET} \leq 52$
Mesotrófico	$1,31 < \text{CL} \leq 2,96$	$35 < \text{PT} \leq 137$	$52 < \text{IET} \leq 59$
Eutrófico	$2,96 < \text{CL} \leq 4,70$	$137 < \text{PT} \leq 296$	$59 < \text{IET} \leq 63$
Supereutrófico	$4,70 < \text{CL} \leq 7,46$	$296 < \text{PT} \leq 640$	$63 < \text{IET} \leq 67$
Hipereutrófico	$> 7,46$	> 640	> 67

Fonte: Adaptado de Lamparelli (2004).

O estado trófico de corpo hídrico pode ser classificado como ultraoligotrófico, oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, supereutrófico e hipereutrófico. Ambiente oligotróficos

são aqueles com baixa concentração de nutrientes e baixa produtividade. Ambientes mesotróficos apresentam produtividade intermediária com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis. Ambientes eutróficos apresentam alto nível de produtividade com alterações indesejáveis de matéria orgânica (ANA, 2022).

Ao analisar a tabela, percebe-se que o trecho do Alto Paraguaçu, com destaque para a Barragem do Apertado, apresenta característica mesotrófica, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis. Neste sentido, um dos grandes desafios ambientais está na capacidade de resiliência das inter-relações entre os recursos naturais e as atividades antrópicas.

Corroborando, Oliveira et al., (2011) identificaram em sua pesquisa que existe uma quantidade significativa de área no Alto Paraguaçu com extrema vulnerabilidade à contaminação da água subterrânea, e essas áreas são utilizadas para exploração agrícola, podendo alcançar não apenas a bacia do Paraguaçu, mas também, da bacia de Contas.

De acordo com o exposto, este indicador foi considerado **desfavorável à sustentabilidade** da bacia, devido à redução das águas da bacia estar relacionada às atividades agrícolas, assim como a presença de poluentes no local.

6.1.4 INDICADORES DE IMPACTO

Desmatamento

Ao longo do tempo, a cobertura florestal nativa representada por diferentes biomas, foi perdendo espaço para as culturas agrícolas, as pastagens e as cidades. O desmatamento de matas ciliares, ou vegetação ripária, configura-se como um dos impactos ambientais mais preocupantes, independente do bioma ou tipo de formação florestal em que se insere (COELHO, et al., 2014).

A retirada da cobertura vegetal ao longo da bacia do rio Paraguaçu, provocada pelo desmatamento e queimadas em prol de atividades agrícolas e formação de pastagens, vem afetando negativamente a qualidade das águas, principalmente no alto rio Paraguaçu, na região de Mucugê (ALVES, et al, 2011; OLIVEIRA, 2013).

No município de Ibicoara, por exemplo, a cafeicultura e a expansão das atividades agrícolas juntamente com a pecuária têm refletido nos ciclos ambientais, principalmente no ciclo hidrológico. A disponibilidade de água nas redes naturais tem diminuído devido ao efeito do desmatamento e das atividades agrícolas nas últimas décadas (SANTIAGO, 2021).

Com base nos dados do Mapbiomas Alerta, foi possível verificar que, no período de 2018 a 2021, não houve taxa de desmatamento significativa, conforme Quadro 10. No entanto, ao considerar os mapas de uso e cobertura do solo constatou-se que houve diminuição de aproximadamente 14% da formação florestal e do mesmo modo, nas áreas de formação campestre houve diminuição de 64%. Esse processo pode estar relacionado ao aumento de área irrigada por pivô central que, no período da série histórica analisada, apresentou um aumento considerável que chegou ao patamar de 10.000% de áreas classificadas como “outras lavouras temporárias”.

Quadro 10: Área desmatada nos municípios do Alto Paraguaçu

Município	Área desmatada (ha)
Andaraí	187,2
Barra da Estiva	247,8
Ibicoara	260,5
Mucugê	2.737,4

Fonte: Elaborado pelo autor

Essas alterações no uso e cobertura do solo relacionadas às atividades agropecuárias são geradoras de desmatamento e não podem ser tratadas como um aspecto positivo na análise de sustentabilidade de uma paisagem. Portanto, dentro do modelo PEIR para a região do Alto Paraguaçu, esta variável é classificada como **desfavorável a sustentabilidade**.

Aumento da oferta de emprego

O indicador de aumento da oferta de emprego é favorável independente da região, no entanto, a pesquisa não conseguiu identificar se houve aumento ou diminuição de emprego nos municípios analisados. Portanto, não se pode classificar como favorável ou desfavorável para potencial indicador de sustentabilidade na região, sendo considerada um indicador **inconsistente**.

Disponibilidade hídrica

Em discussões durante a reunião do Comitê de bacia do Paraguaçu, grandes empresários utilizam como justificativa o uso clandestino da água por parte das comunidades e agricultores familiares que moram a jusante da barragem, para se defender sobre as acusações de crise hídrica. Esses argumentos consistem que suas captações estão legalmente

registradas e que o problema da falta de água está nos pequenos produtores que captam recursos fora de lei (FRAGA, E. comunicação pessoal).

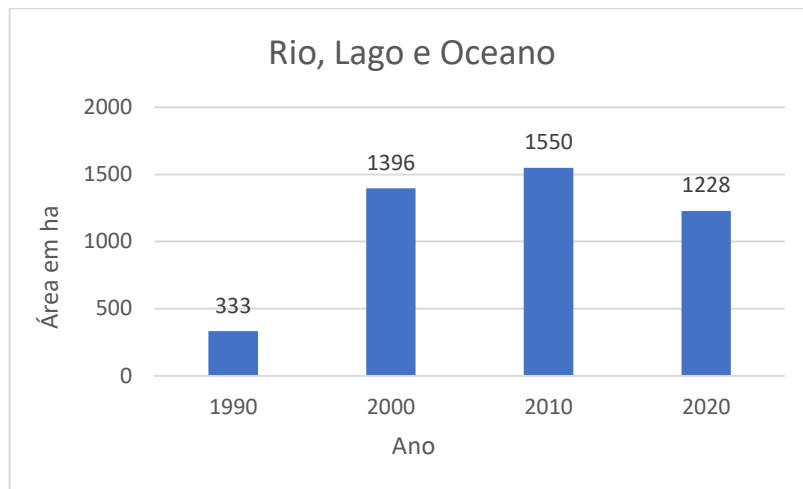
Corroborando com essa discussão, Aranzabal e Oliveira (2019), por meio de entrevistas, relataram em sua pesquisa que a falta de dados e transparência gera muitas dúvidas sobre o uso da água na região e algumas companhias alegam a clandestinidade das retiradas de água por parte das comunidades, argumentando que o problema da falta de água reside nos pequenos produtores que captam o recurso fora de lei, enquanto as grandes empresas são legalmente registradas e utilizam do recurso de acordo o estabelecido nas licenças ambientais.

Em paralelo, a bacia do Paraguaçu não conta com um plano de manejo que sirva de referência para determinar os abusos e excessos que são cometidos, o que acaba gerando mais dúvidas sobre a transparência e fiscalização na região, previsto na Lei nº 6.855/1995 que dispõe sobre a política, gerenciamento e plano estadual de recursos hídricos, visa a criação de planos de manejos para todas as bacias da Bahia.

Somado a isso, as informações sobre as outorgas concedidas pelo estado são de difícil acesso. As outorgas são obrigatoriamente publicadas no Diário Oficial do Estado, no entanto, não estão sistematizadas num arquivo, tabela ou mapa onde possam ser consultadas pelo público. Contudo, mesmo que esses dados fossem disponibilizados, às outorgas oficialmente concebidas não representariam a realidade, devido à existência de poços e captações não regularizados.

Somado a isso, foi identificado uma perda de 21% da superfície hídrica entre os anos de 2010 e 2020, como observado na Figura 15 abaixo, sofrendo interferência da seca e das atividades antrópicas.

Figura 15: Variação da superfície hídrica no Alto Paraguaçu



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado do Mapbiomas (2021)

Diante do exposto, este aspecto não pode ser considerado como aspecto positivo na esfera ambiental, econômica e principalmente social. Portanto, a variável classificada como um fator **desfavorável** ao desenvolvimento das atividades na região.

Crescimento do PIB e IDH

De acordo com as pesquisas realizadas pelo IBGE e segundo os cálculos do PNUD, observa-se a relação entre o crescimento do PIB e a evolução do IDH com as atividades relacionadas a agropecuária. Segundo de Paula, o PIB é um objeto para medir o desempenho econômico, pois dá uma visão mensurável do crescimento econômico, com ele, pode-se adquirir uma visão em síntese do crescimento da produção total de um local e se possível, controlar tal crescimento.

Segundo o PNUD, IPEA, FJP (2013), o IDH é dividido em cinco faixas de desenvolvimento humano: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto, como observado no quadro 11. Quanto mais próximo de 1 o índice estiver, maior o desenvolvimento humano do município.

Quadro 11: Classificação do IDH segundo PNUD, IPEA e FJP

Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
0 - 0,5	0,5 - 0,6	0,6 - 0,7	0,7 - 0,8	0,8 - 1,0

Fonte: PNUD, IPEA, FJP (2013)

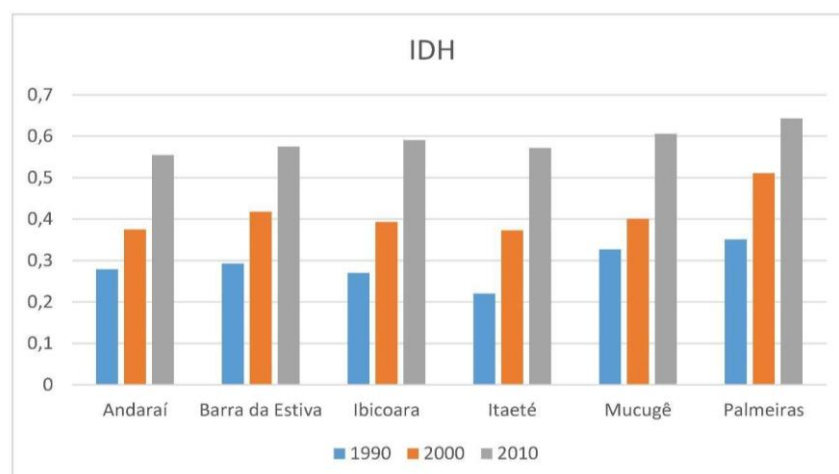
Segundo os dados do censo demográfico de 1990, todas as cidades analisadas tinham o IDH considerado muito baixo. No censo de 2000, houve crescimento médio de 35,80%. Esse avanço pode ter relação com a construção da barragem do Apertado que favoreceu a agropecuária local. Em 2000, os municípios de Barra da Estiva e Mucugê saíram de nível muito baixo para o nível baixo, essas também são as cidades que apresentam maior valores de PIB relacionado a agropecuária. Em 2010, todas as cidades mantêm a tendência de crescimento, com aumento médio de 47,27%, no entanto, apenas as cidades de Mucugê e Palmeiras conseguem atingir a faixa de IDH médio, conforme podem ser observados no Quadro 12 e na Figura 16.

Quadro 12: Evolução do IDH nas cidades do Alto Paraguaçu

IDH			
Município	Ano		
	1990	2000	2010
Andaraí	0,279	0,375	0,555
Barra da Estiva	0,293	0,418	0,575
Ibicoara	0,27	0,393	0,591
Itaeté	0,22	0,373	0,572
Mucugê	0,327	0,401	0,606
Palmeiras	0,351	0,511	0,643

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de IBGE (2020)

Figura 16: IDH nos municípios do Alto Paraguaçu



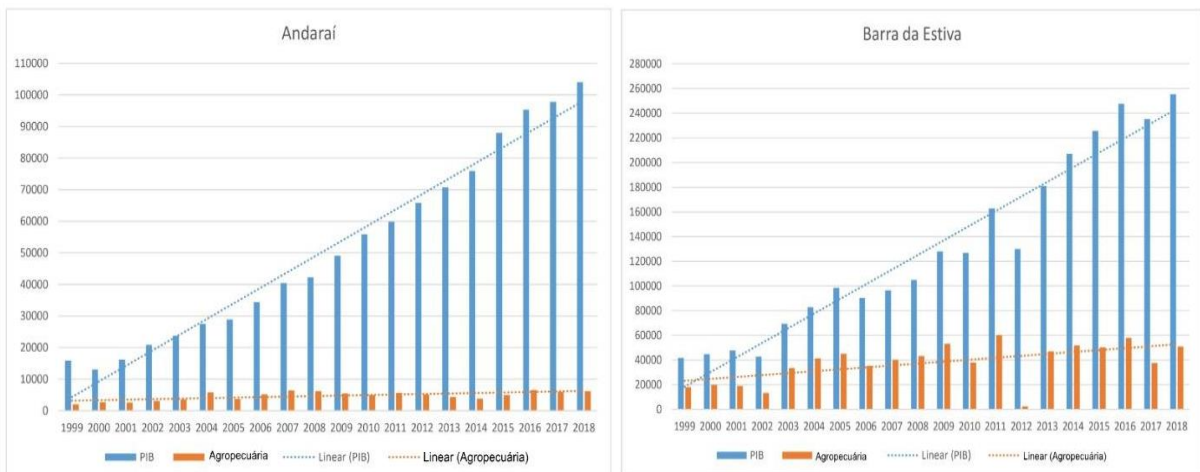
Fonte: IBGE (2020)

Considerando os dados do PIB, na série histórica de 1999 a 2018, percebe-se a evolução dos municípios. Em análise, observa-se que Palmeiras, Itaeté e Andaraí são os municípios que recebem menor influência da agropecuária no PIB e Mucugê e Ibicoara, recebem as maiores. No ano de 2013, houve o maior percentual da série histórica com 70,32% do PIB de Mucugê originário da agropecuária, a menor foi no ano de 2014 com 32,15%, com média de 59,03%.

O município de Ibicoara teve a maior participação da agropecuária no PIB no ano de 2002 com 75,68%, e a menor em 2017 com 33,82%, e participação média de 54,71%. Para Barra da Estiva, a maior participação foi no ano de 2004 com 49,80% e o menor em 2012 com 1,87%, e a média de 33,36%. O município de Andaraí teve o maior percentual em 2004 com 21,08% e o menor em 2014 com 4,97% e em média 11,53%. Itaeté teve o maior percentual entre os anos de 2009 e 2010 e Palmeiras no ano de 2008. Percebe-se, também, que o município de Palmeiras tem pouca influência da agropecuária.

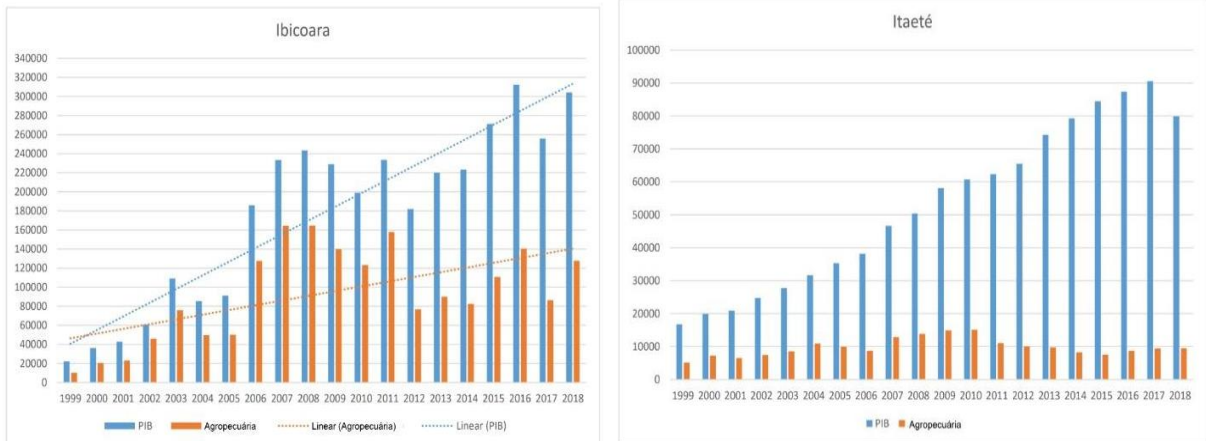
Pode-se perceber, também, o efeito da seca de 2012, no PIB de Mucugê, Barra da Estiva e Ibicoara, que apresentam maior relação com as atividades da agropecuária, já Andaraí, Palmeiras e Itaeté mantiveram a tendência de crescimento dos anos anteriores.

Figuras 17 e 18: PIB x PIB da agropecuária em Andaraí e Barra da Estiva



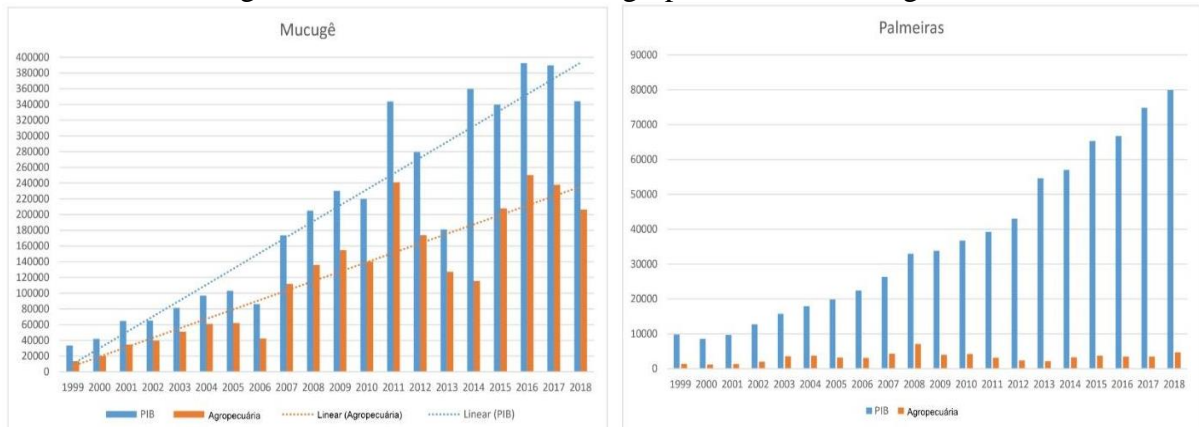
Fonte: IBGE (2022)

Figuras 19 e 20: PIB x PIB do agropecuária em Ibicoara e Itaeté



Fonte: IBGE (2022)

Figuras 21 e 22: PIB x PIB do agropecuária em Mucugê e Palmeiras



Fonte: IBGE (2022)

Com base nas análises e crescimento do PIB, verifica-se que na região houve incentivos ao crescimento econômico, que impactam positivamente na geração de emprego e renda do local. Com isso, classifica-se o PIB como um fator **favorável** no desenvolvimento das atividades nesta área de estudo.

6.1.5 INDICADORES DE RESPOSTA

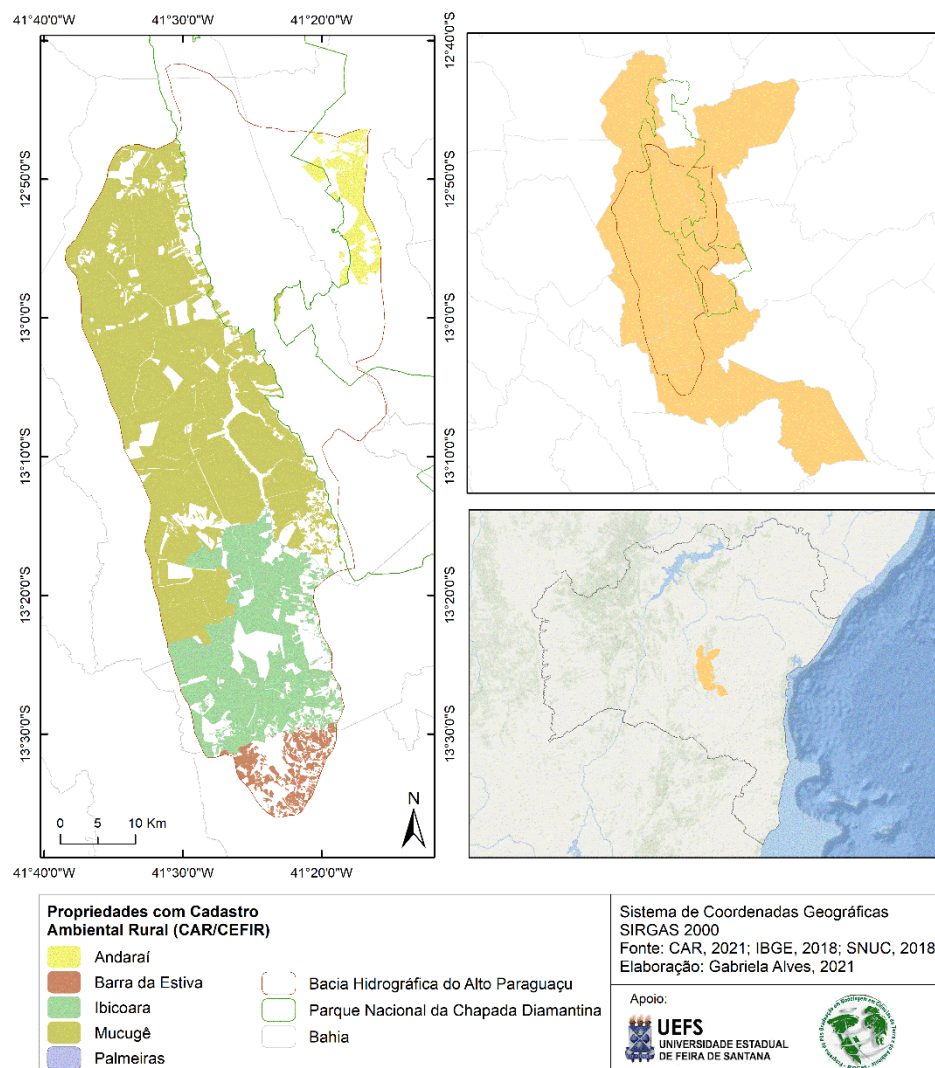
Certificação ambiental como CAR/CEFIR

Segundo a Lei 12.651 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências, tem-se que na Bahia, o percentual mínimo de cobertura vegetal nativa destinada à Reserva Legal é de 20%.

Uma “Reserva Legal” é uma área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais, auxiliar a conservação e reabilitação de processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção da fauna silvestre e da flora nativa.

Portanto, as regularizações ambientais servem como instrumento para promover a proteção e conservação do meio ambiente. No caso do Alto Paraguaçu, pode-se observar que a maior parte dos imóveis rurais existentes na região já possuem o CEFIR (Cadastro Estadual Florestal de Imóveis Rurais) (Figura 23), apesar do CEFIR ser alto declaratório, acredita-se que 20% de cada empreendimento se encontra com a manutenção da cobertura de vegetação nativa, ou utilizado para práticas de uso sustentável. Configurando um aspecto **favorável a sustentabilidade** para a região.

Figura 23: Mapa das propriedades cadastradas com CEFIR a Bacia do Alto Paraguaçu



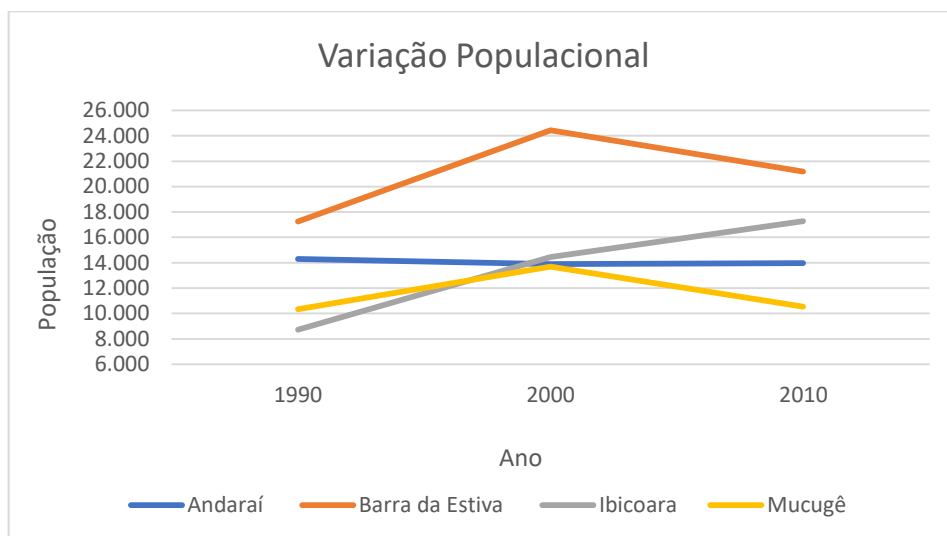
Fonte: próprio autor

Crescimento populacional

A população dos municípios que compõem a bacia do Alto Paraguaçu teve oscilações não uniformes durante o período de 1990 a 2020. Vale salientar que os índices de população são apresentados junto com o censo, e como não houve dados em 2020, os últimos dados apresentados são do ano de 2010.

Segundo IBGE (2021), o município de Mucugê passou de 10.334 habitantes no ano de 1990, para 13.682 habitantes em 2000 e diminuiu para 10.545 habitantes em 2010. O município de Ibicoara tinha 8.725 habitantes em 1990, passou para 14.453 habitantes em 2000 e 17.282 habitantes em 2010. O município de Andaraí teve a menor variação nesse período, com 14.285 habitantes em 1990, passou para 13.884 habitantes em 2000 e 13.960 habitantes em 2010. O município de Barra da Estiva apresenta maior população nos anos analisados com 17.245 habitantes em 1990, 24.440 habitantes em 2000 e 21.187 habitantes em 2010, conforme a figura 24.

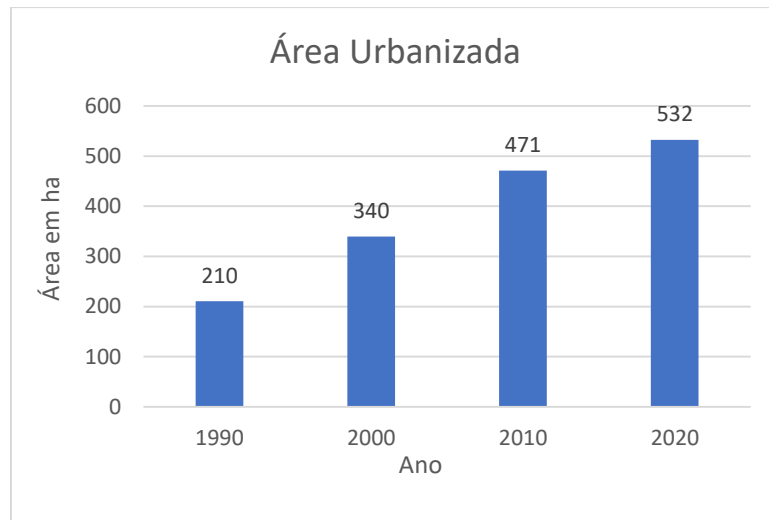
Figura 24: Variação Populacional dos Municípios



Fonte: IBGE (2021)

Comparando com dados encontrados no IBGE, com os dados do mapa de uso e cobertura do solo, é possível observar um aumento progressivo da área urbana na bacia, como observado na figura 25. Através dos mapas de uso e cobertura do solo, a classe de área urbana teve maior porcentagem entre os anos de 1990 à 2000, com aumento de quase 60%, o que pode estar relacionado com a construção da barragem do Apertado.

Figura 25: Crescimento da área urbana



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado Mapbiomas (2021)

Segundo Felinto, Ribeiro e Braga (2018), a redução do crescimento populacional pode indicar um ponto positivo para a sustentabilidade da bacia na qual as cidades estão inseridas, tendo em vista que um crescimento menos acelerado possibilita aos órgãos gestores tempo e condição para planejar o espaço populacional.

Considerando a falta de linearidade do quantitativo populacional, deduz-se que o crescimento populacional ocorreu de forma desordenada. Dessa forma, o indicador de crescimento populacional é considerado **desfavorável**, pois um crescimento populacional sem planejamento pode causar inchaço das cidades que, conseqüentemente, podem provocar a favelização em áreas insalubres, além de doenças e epidemias causadas pela falta de higiene e serviços sanitários, aumento de inundações urbanas, entre outras pressões sobre os recursos (SOARES *et al*, 2014).

Conflitos socioambientais pela água

Os primeiros registros oficiais dos conflitos socioambientais brasileiros se dão no ano de 1985, quando um movimento social de base popular vinculado à igreja católica – a Comissão Pastoral da Terra (CPT) – passa a sistematizar os dados, publicando um relatório que traz diversas informações acerca dos conflitos que ocorrem em todo o país. O livro *Conflitos no Campo Brasil* é publicado anualmente, desde então, com intuito de formalizar e documentar os conflitos existentes no campo e na cidade interligando a questão agrária, a degradação ambiental, o êxodo rural e a questão urbana.

Como o enfoque do presente trabalho é fazer a análise dos conflitos socioambientais na sub-bacia do Alto Paraguaçu, a apuração dos dados se restringiu aos dados catalogados pela CPT relacionados aos conflitos por água no estado da Bahia que de forma concomitante se relacionam aos conflitos relacionados à seca, atrelados aos conflitos por falta d'água e por liberação de água em áreas de estiagem prolongada, muito frequentes na região Nordeste. Os registros dos conflitos relativos à seca na Bahia são datados do ano de 1985 até o ano de 2002, quando se passou a dividir a classificação em conflitos em tempos de seca e conflitos pela água. No ano de 1985, por exemplo, foram registrados, em todo o território nacional, 9 conflitos relativos à seca, sendo que, deste total, 6 ocorreram no estado Bahia envolvendo 1400 pessoas (CEDOC Dom Tomás Balduino – CPT, 1985).

Através da apuração desses relatórios constatou-se que no período de 2002 a 2020, foram registrados, em toda a Bahia, um total de 404 conflitos pela água, tendo um acumulado de 79.428 famílias envolvidas (Tabela 1).

Tabela 1 – Conflito/s pela água na Bahia

ANO	NC	FE
2002	1	23
2003	NA	NA
2004	4	395
2005	7	775
2006	3	750
2007	2	725
2008	7	1964
2009	2	1230
2010	15	5230
2011	9	1151
2012	8	720
2013	21	259
2014	26	5819
2015	27	2687

ANO	NC	FE
2016	24	3851
2017	56	10767
2018	65	20187
2019	101	12930
2020	26	9965
TOTAL	404	79428

Legenda: NC = Número de conflitos; FE = Famílias envolvidas; NA = Dado não disponível.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Centro de Documentação Dom Tomás Balduino – CPT (2002 a 2020).

O único caso de 2002 foi registrado no município de Buritirama, tendo ocorrido devido à diminuição do acesso à água, atingindo um quantitativo de 23 famílias.

No ano de 2004, registrou-se um conflito no município de Andaraí envolvendo 120 famílias, sendo este o primeiro caso registrado sobre conflito pela água nos relatórios da CPT situado na área de estudo do presente trabalho. O caso envolveu a ameaça de expropriação no local para construção da barragem Bandeira de Melo. Nos anos de 2005, 2006 e 2007 não houve conflitos por água na área de estudo.

Os primeiros conflitos referentes ao uso da água surgiram entre os primeiros possuidores de outorga do volume regularizado pela barragem do Apertado. Outra fonte de conflito é a área do Parque Nacional da Chapada Diamantina, que dificulta a intervenção de construção de novos projetos para aumento da disponibilidade hídrica, pois não pode haver interferência na Unidade de Conservação de Proteção Integral (TOPÁZIO, 2017).

A partir do ano de 2008, os dados sobre conflitos pela água disponibilizados nas edições anuais dos relatórios de Conflitos no Campo Brasil foram feitos em tabelas sintetizadas, expondo os dados sem dispor de detalhes sobre a localização do conflito e o município de ocorrência, bem como a data, o tipo e a situação do conflito, restringindo-se às informações sobre números de conflitos e de famílias envolvidas.

Em seu trabalho, Pereira (2008) demonstrou que a irrigação era a atividade mais expressiva na bacia, principalmente no Alto Paraguaçu, contendo 77% irrigação para uso agropecuário, e que os impactos gerados pelo uso de agrotóxicos nas culturas irrigadas iriam provocar conflitos pelo uso da água, não apenas no trecho alto, mas também nos trechos de jusante da bacia.

Com relação aos impactos ambientais, há conflitos pelo uso da água no alto trecho da bacia hidrográfica do Paraguaçu, e a maioria desses conflitos estão relacionados a atividades de interesse econômico. A necessidade premente de estudos para o aperfeiçoamento do uso dos recursos hídricos decorre de uma complexa cadeia de usos múltiplos da água, onde, principalmente em função do desenvolvimento econômico, houve acréscimo da demanda e a intensificação do uso e a deterioração deste elemento natural, criando conflitos entre os diversos usuários. Com base nos estudos sobre conflitos e os problemas causados, considera-se essa variável como **desfavorável**.

Melhoria da condição de vida

Baseando-se nos índices de IDH de cada município, temos uma condição favorável à bacia, tendo em vista que todos os municípios tiveram aumento nos indicadores de IDH. Todas as cidades saíram da condição de IDH muito baixo para baixo, com crescimento médio de 35,80% na região.

No entanto, diante o período pandêmico, não foi possível realizar análises mais avançadas, e nos sites oficiais não foi encontrado dados sobre as condições e melhorias de vida da população, dados de saúde, pobreza, e oferta de emprego, saneamento, diante dessa situação, este indicador é **inconsistente** para a pesquisa.

6.2 ANÁLISE GERAL DO MODELO PEIR

A escolha das variáveis para a avaliação das atividades agropecuárias levou em consideração as pressões exercidas pelas atividades humanas sobre o ecossistema e os recursos naturais, o estado em que se encontra a qualidade do ecossistema e a qualidade dos recursos, os impactos ocasionados devido às interferências antrópicas e as respostas que correspondem às ações coletivas e individuais da população e do poder público para mitigar os efeitos negativos.

Os indicadores foram avaliados utilizando os critérios de “favorável”, “desfavorável” ou “inconsistente” do ponto de vista da sustentabilidade. Nesse sentido, ao final das análises foi feito um somatório em todo o sistema de indicadores com a finalidade de verificar se as atividades estão sendo exercidas positivamente ou negativamente.

Observa-se que, das 14 variáveis consideradas, 9 (64,2%) delas foram classificadas negativamente ou desfavorável, 3 (21,5%) foram avaliadas positivamente ou favorável e 2 (14,2%) foram classificadas como inconsistentes, pois, não havia dados suficientes disponíveis para realizar uma avaliação consolidada de tais variáveis.

6.3 RESULTADO GERAL DO SISTEMA DE INDICADORES PRESSÃO-ESTADO-IMPACTO-RESPOSTA (PEIR)

A utilização de indicadores na avaliação das atividades agropecuárias permite explicar de forma simplificada como as ações antrópicas têm afetado o ecossistema na região do Alto Paraguaçu. Os indicadores são comumente empregados para as causas de mapeamento, avaliação ambiental, monitoramento de áreas degradadas e conciliação do crescimento econômico e sustentável, sendo compreendidos como recursos necessários para o entendimento de realidades complexas não identificadas. Desta forma, os indicadores ajudam a sociedade a compreender os aspectos mais importantes para a sustentabilidade de um local, identificando claramente a situação que se encontra cada variável envolvida no processo de análise (CASTRO, 2012).

A metodologia PEIR é uma metodologia que resume a interferência humana na natureza, o que afeta o estado desta e de seus componentes, podendo gerar ações de resposta. Essa metodologia explica as pressões que as atividades antrópicas exercem sobre o ecossistema, as interferências na qualidade e/ou quantidade dos recursos naturais, os impactos causados e como a sociedade e o poder público reagem diante de tais alterações (BARCELLOS et al., 2014).

O modelo tem como base a definição e a análise dos indicadores de Pressão–Estado–Impacto–Resposta e, por meio deste, foi possível sintetizar o desenvolvimento das atividades ligadas à agropecuária na região do Alto Paraguaçu.

A estrutura básica apresentada para o modelo é composta do indicador Pressão que trouxe efeitos e demandas das atividades agrícolas. O Estado é a condição ambiental referente ao solo, ao clima, à fauna e à flora. Os Impactos são as consequências trazidas pelas atividades do setor agrícola e a Resposta são os problemas e soluções apresentadas em decorrência dos impactos, como os conflitos socioambientais pelos recursos hídricos e a certificação ambiental via CAR/CEFIR, respectivamente.

Os indicadores de pressão promovem uma análise das atividades antrópicas sobre o ecossistema e os recursos naturais. Para esta dimensão, foram utilizados três indicadores, nos quais, 2 foram considerados negativos e apenas um indicador considerado como positivo. Assim, para a avaliação desfavorável, estão os indicadores de uso e ocupação do solo, e demanda hídrica para irrigação, enquanto o indicador de aumento da produção agrícola foi considerado favorável.

A dimensão estado analisa a condição real do meio ambiente, esta dimensão, foram empregados três indicadores, como: solo, contaminação do solo e qualidade e quantidade da água, os quais foram considerados negativos ou desfavoráveis para a manutenção da sustentabilidade da bacia.

O impacto é analisado a partir dos resultados trazidos pela componente pressão, isto é, as consequências das atividades antrópicas no ecossistema. Nessa dimensão, das quatro variáveis selecionadas, três foram consideradas desfavoráveis, e uma favorável. Assim, para avaliação desfavorável estão os indicadores de desmatamento e disponibilidade hídrica, o indicador de aumento da oferta de emprego foi inconsistente devido à falta de dados e o crescimento do PIB e IDH foi considerado favorável.

Os indicadores de resposta traduzem o conjunto de possíveis medidas que são empregadas para a redução dos impactos que foram causados por determinada atividade. As respostas são manifestações da sociedade e do poder público para minimizar, prevenir ou solucionar o problema. Nesta dimensão, foram selecionados quatro indicadores, sendo um favorável, um inconsistente e dois desfavoráveis. A certificação ambiental como CAR/CEFIR foi considerada favorável, melhoria da condição de vida foi inconsistente e os conflitos socioambientais pela água e crescimento populacional foram considerados desfavoráveis.

Desta maneira, a avaliação é realizada com relação às pressões, ao estado, aos impactos e possíveis ações de resposta, gerados no ecossistema devido ao uso irresponsável dos recursos naturais, a má distribuição desses recursos e a falta de fiscalização. Nesse sentido, é necessário que a sociedade passe a cobrar das instâncias competentes providências no sentido de mitigar esta situação, a partir de ações direcionadas à busca de soluções de tais problemas, considerando o grande potencial socioeconômico e a questão ambiental na área do Alto Paraguai.

No Quadro 13, estão representados os resultados gerais das quatorze variáveis selecionadas nesta pesquisa, observando que nove variáveis foram consideradas desfavoráveis, dois inconsistentes e três favoráveis à sustentabilidade na bacia.

Quadro 13: Resultado geral do PEIR

CATEGORIA	INDICADORES	RESULTADOS OBSERVADOS
PRESSÃO	Uso e ocupação do solo	Desfavorável
	Demanda hídrica para irrigação	Desfavorável
	Aumento da produção agrícola	Favorável
ESTADO	Solo	Desfavorável
	Contaminação do solo pela agropecuária	Desfavorável
	Quantidade e qualidade da água	Desfavorável
IMPACTO	Desmatamento	Desfavorável
	Aumento da oferta de emprego	Desfavorável
	Disponibilidade hídrica	Desfavorável
	Crescimento do PIB e IDH	Favorável
RESPOSTA	Certificação ambiental como CAR/CEFIR	Favorável
	Crescimento populacional	Inconsistente
	Conflitos socioambientais pela água	Desfavorável
	Melhoria da condição de vida	Inconsistente

Fonte: próprio autor

Assim, as atividades ligadas à agropecuária no alto trecho da bacia do Paraguaçu trazem consequências negativas à bacia, já que foi observado que mais de 60% dos indicadores propostos nesta pesquisa foram considerados desfavoráveis. É notável que há uma relação direta entre o uso e ocupação do solo com a utilização de pivô central e a diminuição

da cobertura florestal, junto à diminuição do corpo hídrico observada através da porcentagem total da bacia, que é a principal fonte de abastecimento da região para a irrigação mecanizada. Todavia, esse cenário pode e deve ser modificado a partir de políticas públicas, potencialização da fiscalização e trabalhos de educação ambiental, para conscientização da sociedade, principalmente dos empresários do setor agropecuário, mostrando os danos causados pelas atividades desordenadas, com ações insustentáveis de exploração desenfreada dos recursos naturais e orientando com medidas mais sustentáveis e eficientes.

Para minimizar as compensações associadas aos impactos na agricultura, é necessário investir e desenvolver novas tecnologias para aquisição de dados, como, por exemplo, o sensoriamento remoto, para criar modelos robustos e validados que identifiquem com precisão onde as áreas agrícolas são mais produtivas e onde podem ter mais impactos sobre os ecossistemas. Isso será vital para uma melhor gestão das terras agrícolas (VIANA, et al, 2022).

7. CONCLUSÃO

A água é um elemento indispensável à vida, em virtude disso, o planejamento do uso das águas torna-se uma tarefa complexa e delicada, devido ao interesse dos setores produtivos e da sociedade, que conseqüentemente gera conflitos pelo uso, corroborando com a necessidade de medidas regulamentadoras para a sua utilização.

No contexto da bacia hidrográfica do Alto Paraguaçu, esta relação de interesse no uso da água é nítida, justificada pela sua importância na economia e no desenvolvimento das atividades humanas, ao mesmo tempo em que se observa os impactos nos recursos naturais

A aplicação do modelo Pressão–Estado–Impacto–Resposta (PEIR) permitiu identificar alguns indicadores que apontam pontos de vulnerabilidade na bacia, no entanto, não há um único e específico indicador de qualidade de água para qualquer sistema hídrico. Uma maneira de avaliar objetivamente essas variações é feita pela combinação de parâmetros de diferentes dimensões que refletem uma distribuição amostral no espaço e no tempo (TOLEDO e NICOLELLA, 2002)

O modelo indicador de sustentabilidade PEIR, se mostra uma ferramenta importante para medir desequilíbrios nos ecossistemas naturais, como é o caso dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Alto Paraguaçu. Nesse sentido, as bacias e sub-bacias hidrográficas vêm se consolidando como sistemas de planejamento integrado do uso e ocupação dos espaços

rurais e urbanos, tendo em vista o desenvolvimento sustentável, relacionando atividades econômicas com qualidade ambiental.

Por fim, é possível reconhecer que a fiscalização e o monitoramento das atividades que utilizam recursos naturais são de fundamental importância para a gestão ambiental. Esta pesquisa permitiu identificar que o Alto Paraguaçu vem sofrendo modificações oriundas de pressões antrópicas e, conseqüentemente, impactos ambientais negativos. Espera-se que, a partir desses dados, sejam elaborados novos projetos e políticas de gestão para auxiliar outros pesquisadores a construir ferramentas de gestão ambiental mais eficientes.

Surge, portanto, a necessidade de mais estudos nas diferentes áreas geográficas nesse campo de pesquisa, e isso pode ser aprimorado com um novo conjunto de dados, abordagens, metodologias e modelos mais robustos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSELRAD, Henri. As práticas espaciais e o campo dos conflitos ambientais. In: *Conflitos Ambientais no Brasil*, Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll, 2004.

ADAMS, W.M. *The Future of Sustainability: Re-Thinking Environment and Development in the Twenty-First Century*. Gland, Switzerland: World Conservation Union, p. 1–18. 2006.

ALCÂNTARA, E. H. & AMORIM, A. J. Análise morfométrica de uma bacia hidrográfica costeira: “Um estudo de caso”. Instituto de Geografia UFU, Programa de Pós Graduação em Geografia, *Caminho de Geografia*, pp. 70 – 77, 2005.

ALMEIDA, de Rosa Alencar Santana. Índices de qualidade de água. Ed. UFRB, Cruz das Almas – BA, 2021.

ALVES, J. E. M. et al. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do alto Paraguaçu, Bahia. In: XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 19, 2011, Maceió. Anais... Maceió: ABRH, 2011. p. 1-20.

ALVES, Jose Jackson Amâncio; de ARAÚJO, Maria Aparecida; do NASCIMENTO, Sebastiana Santos. **Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica**. Revista Caminhos da Geografia, Uberlândia , v. 9, n. 27, set 2008.

ANDRADE, Edilene Pereira. Regionalização para o semiárido brasileiro de método de avaliação de ciclo de vida para escassez hídrica. Mestrado – tese, Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Fortaleza, 2018.

de ANDRADE M. P.; RIBEIRO, B. M.; LIMA; R. N. S. Modelagem dinâmica da mudança do uso e cobertura do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul a partir de imagens modis e um modelo de sub-regioes. *Revista Brasileira de Cartografia*, 2016, nº 68/5, p. 965-978, 2016.

ANDRIETTI, G. et al. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. *Ambiente & Água*, v. 11, n. 1, 2016.

ANUCIAÇÃO, N. S. de, MARTINS, R. de C. C. ., & Scardua, F. P. . (2022). Análise da outorga como instrumento de gestão e controle do uso de água na bacia Piracicaba Capivari e Jundiá – PCJ. *Revista Interdisciplinar De Pesquisa Em Engenharia*, 8(1), 21–35. Recuperado de <https://periodicos.unb.br/index.php/ripe/article/view/43193>

ARANZABAL, Iñigo Arrazola; OLIVEIRA, de Claudio Adão Dourado. A gestão pública das águas e os conflitos territoriais na Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu. Instituto para el desarrollo rural de Sudamérica. Rio de Janeiro, out. 2019.

ARAÚJO, Bruna Magalhães de et al. Aspectos econômicos para o reuso na agricultura na Bacia do Rio Paraíba do Sul e comparação com o modelo da gestão de cobrança em Israel. *SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS–PARAÍBA DO SUL*, v. 3, p. 206-215, 2018.

ARAÚJO FILHO, J. A. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. 1ª ed. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 2013

ARAÚJO, Gustavo Henrique de Souza, et al., *Gestão ambiental de áreas degradadas*. 4 ed., Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2009.

ARAÚJO, Sérgio Murilo Santos. **A região semiárida do Nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos**. *Revista Científica da FASETE*, ano 5, n. 5, dez 2011.

ARIZA, C. G.; ARAUJO NETO, M. D. Contribuições da geografia para avaliação de impactos ambientais em áreas urbanas, com emprego da metodologia Pressão – Estado – Impacto – Resposta (P.E.I.R). *Caminhos da Geografia*, Uberlândia, v. 11, n. 35, p. 128-139, 2010. <Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16104/9070>>. Acesso em 25 de set. 2021.

ÁVILA, et al. A governança política no Comitê de Bacia do Rio Paraguaçu. Programa de Pós-Graduação Desenvolvimento Regional Mestrado e Doutorado. V. 25, n. 3, set-dez 2020.

___ BRASIL. Agência Nacional das Águas (ANA). Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-estado-trofico.aspx>> 2022. Acessado em 09 de agosto de 2022.

___ BRASIL. Decreto No 24.643, de 10 de Julho de 1934. Código de Águas. Brasil, 1934.

___ BRASIL. Decreto nº 84.017 de 21 de setembro de 1979. Aprova o Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros. 1979.

___BRASIL. Lei n.9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art.1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 29 de dezembro de 1989. Brasília, 1997.

___ BRASIL. LEI No 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981. Dispõe sobre Índices de qualidade de água 109 a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 1981.

___ BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1995. Institui o novo Código Florestal. Diário Oficial da União, Brasília 1965.

___ BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. 2020. Acesso em: 23 de fevereiro de 2022.

___ BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. 2017. Acesso em: 23 de fevereiro de 2022.

___ BRASIL. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Território. Brasil, 2021. Disponível em <<https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>>. Acesso em 28 de fevereiro de 2020.

___ BRASIL. IBGE - Indicadores de Desenvolvimento Sustentável : Brasil : 2015 / IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais e Coordenação de Geografia. – Rio de Janeiro : IBGE, 2015.

___ BRASIL. INEMA – Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2021. Disponível em <<http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/comites-de-bacias/comites/cbh-paraguacu/>> . Acesso 23 de fevereiro de 2022.

BRASIL. **Relatório Nacional Voluntário sobre os objetivos de desenvolvimento sustentável.** Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), 2017. Disponível em: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/15801Brazil_Portuguese.pdf . Acesso em 19 de outubro de 2020.

BARBOSA, Murillo Anderson Gonçalves. Viabilidade de investimento e análise de risco econômico em projetos de irrigação para produção de tomate no Agropolo Ibicoara-Mucugê, Bahia. (tese) DOUTORADO, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, 2015.

BARBOSA, et al. Produtividade da água na bataticultura de Ibicoara na Chapada Diamantina, Bahia. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. v. 12, nº 1, p. 172 - 176, 2017.

BARCELLOS, Frederico C. B et al. Diagnóstico ambiental dos municípios segundo o modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta. 2014.

BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) Matas ciliares: conservação e recuperação. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BERGAMASCHI, H.; WHEELER, T. R.; CHALLINOR, J. A.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Maize yield and rainfall on different spatial and temporal scales in Southern Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.5, p.603- 613, 2007.

BELLEN, H. M. V. **Indicadores de Sustentabilidade**, Rio de Janeiro. Editora FGV, 2006.

BIGUELINI, Cristina Poll; GUMY, Mariane Pavani. Saúde Ambiental: índices de nitrato em águas subterrâneas de poços profundos na região Sudoeste do Paraná. *Ver. Faz Ciências Unioeste*. V. 14, N. 20, Jul/Dez 2012 – pp. 153-175

BORGES, E. F.; ANJOS, C. S. dos; SANTOS, P. S. Estudos de detecção de mudanças da paisagem no Pediplano Cimeiro - Chapada Diamantina (BA). In **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 14., 2009, Natal. Anais. São José dos Campos: INPE, 2009, p. 5657-5662.

BOZA, Martires Maria Catucci; CALGARO, Cleide; LUCCA, Margarete Fátima. Sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e ecodesenvolvimento: Um projeto para uma justiça política-social. In: *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, XIV, n. 87, 2019.

BROETO, Thiago. Indicadores de Impactos ambientais da agropecuária em bacias hidrográficas. 2016. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.

CASTRO, L. I. S, Sistema integrado para o planejamento e gestão de recursos hídricos no município de Lençóis Paulista – SP. 2012. 147f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. 2012.

CALLADO, Leonardo C. A.; SILVA, Sabrina C.; SILVA, Aline R. S. **Sustentabilidade Empresarial no Contexto do Agronegócio: um estudo bibliométrico**. *Gestão e Desenvolvimento em Revista*, v. 1, n. 1, jun 2017. CAMPOS, Paula Verônica; SANTOS, Jorge, da CUNHA, Alan Cavalcanti. **Outorga de recursos hídricos e vazão ambiental no Brasil: perspectivas metodológicas frente ao desenvolvimento do setor hidrelétrico na Amazônia**, 2013.

CAMARGO, O.A. Uma visão política sobre contaminação de solos com metais pesados. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com.br/Artigos/2007_3/contaminacao/index.htm. Acesso em: 16/11/2021.

CARDOSO, Andreza Soares; SANTOS JR, Roberto ARAÚJO. Indicadores de sustentabilidade e o ideário institucional: um exercício a partir dos ODM e ODS. *Cienc. Cult.* (online). 2019, vol. 71, n. 1, pp. 50-55. ISSN 23176660. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602019000100014>.

CARVALHO, J. R. M.; et al. Avaliação da sustentabilidade ambiental de municípios paraibanos: Uma aplicação utilizando o método PROMETHEE II. *Gestão & Regionalidade*, v. 27, n. 80, 2011.

CARVALHO, J. R. M.; CURI, W. W. F; CARVALHO, E. K. M. A.; CURI, R. C. Proposta e validação de indicadores hidroambientais para bacias hidrográficas: estudo de caso na

sub - bacia do alto curso do Rio Paraíba, PB. Revista Sociedade e Natureza, v. 23, n. 2, p. 295 - 310, 2011.

CARVALHO, S. M. L.; XAVIER, T. S.; PINTO, F. L. B. **Trajatória dos Consórcios Públicos Baianos: Oportunidades e Desafios para uma Política de Desenvolvimento Territorial**. Centro de Convenções Ulysses Guimarães. Brasília-DF. 2016.

CEDOC DOM TOMÁS BALDUINO – CPT. **Conflitos no Campo Brasil: 2004**. [Coordenação: Antônio Canuto, Cássia Regina da Silva Luz, José Batista Gonçalves Afonso]. Goiânia: CPT Nacional, 2005.

CEDOC DOM TOMÁS BALDUINO – CPT. **Conflitos no Campo Brasil: 2017**. [Coordenação: Antônio Canuto, Cássia Regina da Silva Luz, Thiago Valentim Pinto Andrade]. Goiânia: CPT Nacional, 2018.

CEPEA, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada; CNA, Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Pib do Agronegócio**. Fev.2021.

CLARO, Borin de Oliveira; CLARO, Priscila Pimentel; AMÂNCIO, Danny Robson. Entendendo o conceito de sustentabilidade nas organizações. Revista de Administração - RAUSP. v. 43, n. 4. pp 289 - 300. Universidade de São Paulo - SP. 2008

COELHO, E. F, COELHO FILHO, M. A, de Oliveira SL. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. Bahia Agrícola. 2005; 7: 1– 10.

COELHO, G. F. et al. Aspectos da legislação ambiental para a revegetação de matas ciliares no estado do Paraná. Acta Iguazu, v.3, n.1, p.1-13, 2014.

COELHO et al. A influência da produção agrícola na concentração de renda - São Paulo versus Alagoas no período de 1970 a 2007. 62º Reunião Anual da SBPC. Natal, 2010. Disponível em: <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/62ra/resumos/resumos/2155.htm>> .

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1988.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1988.

COMISSÃO PASTORAL DA TERRA. **Conflitos de Terra no Brasil: 1985**. Brasil: SEGRAC – Sociedade Editora e Gráfica de Ação Comunitária, 1985.

Companhia de Engenharia Hídrica e de Saneamento (CERB). Atividades: barragens – construção, operação e manutenção. Disponível em: <<http://www.cerb.ba.gov.br/atividades/barragens-constru%C3%A7%C3%A3o-opera%C3%A7%C3%A3o-e-manuten%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em 11 de out. de 2021.

CONCEIÇÃO .et al. (2011) Rainwater chemical composition and annual atmospheric deposition at Alto Sorocaba Basin (SP). Quím. Nova 34: 610-658.4

CNUMAD- Comissão mundial para o Meio Ambiente e desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro, FGV, 1991.430p. 2ª ed.

CORREIA FILHO, Washington Luiz; SANTOS, dos Tatiana Vanessa; DIOGO, Anacleto Marito; AMORIM, de Ricardo Ferreira Carlos. Diagnóstico de Precipitação e EVI em dois eventos de seca no Nordeste do Brasil. Revista do Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo, v. 35, 2017

DANTAS, Edilma Rodrigues Bento. Análise do processo de implementação e operação do aterro sanitário no município de Pixiná-PB utilizando o sistema de indicador de sustentabilidade Pressão-Estado-Impacto-Resposta (P-E-I-R). Tese (Dissertação). Universidade Federal de Campina Grande – PB. 2013

DAVIS, J. H.; GOLDBERG, R. A. A Concept of Agribusiness. American Journal of Agricultural Economics, v. 39, n. 4, p. 1042–1045, nov. 1957.

DE PAULA, Abdon. Do Crescimento Econômico ao Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63031448/Do_Crescimento_Economico_ao_Develop_v2.pdf?Expires=1662414955&Signature=V6Y~YEDqQVGssR4iNIZasxRMw-BhzTiv8m1prSmRuZx4hnz4D9-fVFiomHKVSL9fXSvQbPxmvA2Y2aPg dj2ZyyV0H7v44A3iV3g2Fe37EQ5j4yrLeBqYgfVBcNGWO0QHAlx59WDNomcwegEcVgHQnv2n9nBqwoLHr0LvnwR8T1xFL1KCarLbgA8TWUEAdMK0Aganx-a4p-MIZ5iOru9HHZwxbcAz5OIqqisHD4ZgSwdBjBhBVREcj19TTMnvsGZ84GJokNoajSO-JcEKBQpWSxumoNvayI9ZJMMc7fJBoY7~2tVsn42XXkMMRRglhei6Twr36yRfNGzTAyABMZXC6w__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA>, acessado 05 de set de 2022.

DOMINGUES, Mariana Soares; BERMANN, Célio. **O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja.** Revista Ambiente & Sociedade, v. XV, n. 2., p 1 – 22, ago 2012.

DRUMOND, Marcos Antônio et al., Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga. Documento do GT Estratégias para o Uso Sustentável no seminário “Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga”. Petrolina, 2000. Disponível em: http://biodiversitas.org.br/caatinga/relatorios/uso_sustentavel.pdf.

EMBRAPA. Visão 2030: O futuro da agricultura brasileira – Brasília – DF. Embrapa 2018.

EMBRAPA. Irrigação por pivôs centrais no Estado da Bahia – Brasil. Boletim de Pesquisa de Desenvolvimento; Daniel Pereira Guimarães, Elena Charlotte Landau, Denise Luz de Souza (coord.), 2014.

ESTEVEES, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1988. 574p.

FAGGIONS, Francisco; OLIVEIRA, C. A. S; CHRSTOFIDIS, Demétrios. Uso eficiente da água: uma contribuição para o desenvolvimento sustentável da agropecuária. Revista Aplicada & Agrotecnologia, Brasil, v. 1, n. 1, p. 1 - 2, jan/ abr. 2009. ISSN 1983-6325.

FAHRIG, L. Effects of H abitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 34, p. 487–515, 2003.

FARIAS, Luciana; F AVARO, D eborah. **Vinte anos de química verde: conquistas e desafios.** *Química Nova*, São Paulo, p.1089-1093, jan. 2011.

FEIL, A. A.; STRASBURG, V. J.; Schreiber, D. Análise dos eventos históricos para a concep o dos termos sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. *Revista Eletrônica do Prodema*. Fortaleza, Brasil, v. 10, n. 1, p. 7-21, jan./jun. 2016. ISSN: 1982-5528.

FELINTO, Cibelle Mara Rezende. Aplic o do sistema de indicadores de sustentabilidade força motriz-pressão-estado-impacto-resposta (FPEIR) para a gestão de recursos hídricos em João Pessoa -PB. Disserta o – mestrado. Universidade Federal de Campina Grande, maio 2016.

FELTRAN FILHO A. F., LIMA S. C., ROSA R. Mapeamento do uso do solo no município de Uberlândia – MG, através de imagens TM/LANDSAT. *Sociedade & Natureza* 1989; 1(2):127-145.

FERNANDES, B. M. Agricultura de mercado, campesinato e agronegócio da laranja nos EUA e Brasil. In: PAULINO, E. T. e FABRINI, J. E. (Orgs.) *Campesinato e territórios em disputa*. São Paulo: Expressão Popular, 2008. p. 161-186. (Geografia em Movimento).

FILIZOLA, H.F.; PESSOA, M.C.P.Y.; GOMES, M.A.F.; SOUZA, M.D. Contamina o dos solos em áreas agrícolas. In: *Uso Agrícola dos Solos Brasileiros*. Eds. MANZATTO, C.V.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J.R.R. Rio de Janeiro, 2002. Embrapa Solos. p. 79-86. 2002.

FRASCARELI, D. et al. Heterogeneidade espacial e temporal de variáveis limnológicas no reservatório de Itupararanga associadas com o uso do solo na Bacia do Alto SorocabaSP. *Ambiente &  gua*. v. 10, n. 4, 2015.

GANEM, Roseli Senna. **Caatinga: estratégias de conserva o**. Consultoria Legislativa da  rea XI, set 2017.

GANZALA, Gabrylly Godois. A industrializa o, impactos ambientais e a necessidade de desenvolvimento de políticas ambientais sustentáveis no século XXI. Disponível em: <<https://repositorio.uninter.com/bitstream/handle/1/295/1355104%20-%20GABRYELLY%20GODOIS%20GANZALA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> acessado 18 de fev de 2022. 2018.

GEO CIDADES. RESPO, Samyra & LAROVERE, Ana L cia Nadulitti (Coord.). Projeto GEO Cidades: Relatório Ambiental Urbano Integrado: Informe GEO: Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Consórcio Parceria 21, 2002.

GUERRA, Oswaldo Ferreira; GONZALEZ, Paulo Sérgio Hermida. Crescimento econômico e desigualdade social na Bahia. Conselho Regional de Economia CORECON – BA. 2013.

GODOI, de Emiliano Lobo. DOMINGOS, Ana Tereza Souza. Políticas públicas e sua interface com o consumo de agrotóxicos no Brasil. *Direitos Sociais e Políticas Públicas (UNIFAFIBE)*, v. 8, n. 3, 2020.

GOMES, D. & SERRAGLIO, H. Z. (2017). A responsabilidade civil decorrente do uso e da produção de agrotóxicos no Brasil. *Revista Direito Ambiental Sociedade*, v. 7, n. 2, p (305-325), 2017.

GOMES, Magno Federici; FERREIRA, Leandro José. **Políticas Públicas e os objetivos do desenvolvimento sustentável**. 2018.

GONÇALVES, A. L. R. Sistemas Agroflorestais no Semiárido Brasileiro: estratégias para combate à desertificação e enfrentamento às mudanças climáticas. 136 p. Recife: Centro Sabiá/Caatinga. 2016.

GONÇALVES, M. J. S. Gestão quantitativa das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu no Estado da Bahia - Brasil. 2014. 168f. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) - Pós-Graduação em Geologia Ambiental, Hidrologia e Recursos Hídricos da Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2014.

GONÇALVES, Márcia dos Santos. Uso sustentável de pesticidas. Análise comparativa entre a União Europeia e o Brasil. Tese – Doutorado. Universidade de Lisboa (Portugal), ProQuest Dissertations Publishing. 2016.

HAMMOND, Allen; ADRIAANSE, Albert; RODENBURG, Eric; BRYANT, Dirk; WOODWARD, Richard.al. **Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development**. Washington, D.C.: World Resources Institut, 1995.

HASSINI, E., SURTI, C., & SEARCY, C. A literature review and a case study of sustainable supply chains with a focus on metrics. *International Journal of Production Economics*. v. 140, n. 1, p 69- 82. 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Território. Brasil, 2021. Disponível em <<https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>>. Acesso em 28 de fevereiro de 2020.

Indicadores de Desenvolvimento Sustentável : Brasil : 2015 / IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais e Coordenação de Geografia. – Rio de Janeiro : IBGE, 2015.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCE. World Conservation Strategy – Living Resource Conservation for Sustainable Development. Disponível em: <<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/WCS-004.pdf>>. Acesso em: 1 mar. 2021.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Sustentabilidade ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano**. Brasília : Ipea, 2014 IPEA. **Sustentabilidade ambiental no Brasil : biodiversidade, economia e bem-estar humano / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. – Brasília : Ipea, 2010.

JANNUZZI, Paulo de Martino. **Indicadores sociais no Brasil: Conceitos, fontes de dados e aplicações para formulação e avaliação de políticas públicas; elaboração de estudos socioambientais**. 3º ed. Editora Alínea, 2009.

JUNIOR, Walter Santos Magalhães; WINKALER, Elissandra Ulbricht. Agrotóxicos e Chapada Diamantina: consumo e saúde de pequenos agricultores do agropolo de Mucugê e Ibicoara, Bahia. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, 2020.

KOUNINA, A. et al. Review of methods addressing freshwater use in life cycle inventory and impact assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 18, n. 3, p. 707-721, 2013.

KUMAR, L.; Mutanga, O. Google Earth Engine Applications Since Inception: Usage, Trends, and Potential. *Remote Sens.* 2018, 10, 1509

LAMAS, Ivana R.; RITA, Luciana Santa; MIRANDA, Rogério Mucugê (org). *Semeando águas no Paraguai*. Rio de Janeiro, 2016.

LARA, S. et al. A agricultura do agronegócio e sua relação com a intoxicação aguda por agrotóxicos no Brasil. v. 15, n 32, p. 1 -19, 2019.

LEAL, Inara R.; SILVA, José Maria C.; TABARELLI, Marcelo; LACHER JUNIOR, Tomas E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. *Revista Megadiversidade*, Recife, v. 1, n. 1, jul 2005.

LEE, J. Y.; YANG, J.S.; KIM, D. K.; HAN, M. Y. (2010). Relationship between land use and water quality in a small watershed in South Korea. *Water Science and Technology*, v.62.11, p. 2607-2615.

LELIS, T. A.; CALIJURI, M. L. Modelagem hidrossedimentológica de bacia hidrográfica na região sudeste do Brasil, utilizando o SWAT. **Revista Ambiente & Água**, v.5, n.2, p.158-174, 2010.

LIBISZEWSKI, Sthephan. What in na Environmental Conflict?. ENCOP is na international Project on violence and conflicts caused by environmental degradation. Center for Security Studies.1992. Acessado em: 06 de nov de 2021.

LIMA, de Aline Maria Meiguins. *Manejo de bacias hidrográficas. Curso de Especialização em Gestão Hídrica e Ambiental*. Universidade Federal do Pará. 2019.

LIMA, Letícia Prado; MOREIRA, Thiago Andrade. Biossensor para detecção de agrotóxicos em águas superficiais. *Anais da 16ª Jornada UNIFACS de Iniciação Científica – JUIC*. Universidade Salvador. ISSN 2237 – 3055. 2019.

LIMA, José Roberto; MAGALHÃES, Antônio Rocha. *Secas no Nordeste: registros históricos das catástrofes econômicas e humanas do século 16 ao século 21*. Parceiras Estratégicas, Brasília – DF, v. 23, n. 46, p. 191 – 212, 2018.

LIMA, R. M.; NETO, J. S. Conflitos socioambientais: o direito ambiental como legitimador da atuação do estado no Jardim Icaraí, Curitiba. *Revista Ambiente & Sociedade*, n. 2, v. XVIII, p 133 – 148. São Paulo, 2015.

LOUETTE, A.; LAUDISIO,S.; FILHO, F. F. P. **Indicadores de Nações: uma Contribuição ao Diálogo da Sustentabilidade: Gestão do Conhecimento / organização, pesquisa, textos e**

captação de recursos Anne Louette. - 1.ed. São Paulo: WHH – Willis Harman House, 2007, 114p.

LUEDEMANN, Gustavo. A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2012.

MACIEL, Bruno de Amorim. Unidades de conservação no bioma Caatinga. Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Serviço Florestal Brasileiro. 2010. P. 76-81.

MAIA, J. M.; SOUSA, V. F. O.; LIRA, E. H. A.; LUCENA, A. M. A. Motivações socioeconômicas para a conservação e exploração sustentável do bioma Caatinga. *Desenvolvimento Meio Ambiente*, Curitiba, v. 41, p. 295-310, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v41i0.49254>.

MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR., A.; COUTINHO, S. M.V. Agenda 21 nacional e indicadores de desenvolvimento sustentável: contexto brasileiro. **Revista Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 7-20, março 2008.

MARTIN, J. D.; CARLESSO, R.; AIRES, N. P. Irrigação deficitária para aumentar a produtividade da água na produção de silagem de milho. *Irriga*, Botucatu, Edição especial, p.192-205, 2012.

MEADOWS, D.H.; MEADOWS, D.L.; RANDERS, J. The limits to growth: a report for the Club of Rome's Project on the predicament of mankind. New York: Universe Books and Potomac Associates, 1972. 21p.

MENDES C. A. B., CIRILLO J. A. Geoprocessamento em recursos hídricos: princípios, integração e aplicação. Porto Alegre: ABRH, 2001. 536 p

MENDONÇA, Clíce de Araújo. Emissores alternativos e de baixo custo para irrigação. Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável. Redenção – CE, 2018.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, v. 3, n. 4, 2002. MACIEL, Bruno de Amorim. Unidades de conservação no bioma Caatinga. Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Serviço Florestal Brasileiro. 2010. P. 76-81.

MIRANDA, R. M. Para onde vai a microbacia do rio Capãozinho? Questão agrária na expansão do Pólo Agrícola Mucugê – Ibicoara. Trabalho de Conclusão de Curso de Geografia. Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2012.

MIRANDA, R. M.; ALENCAR, C. M. de. Questão agrária em Ibicoara-BA: antes e depois da barragem do Apertado. In: ENCONTRÃO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 21.,2012, Uberlândia. Territórios em disputa: os desafios da geografia agrária nas contradições do desenvolvimento brasileiro.UFU, 2012, 11p.

MORAES R. F. (2019). Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

NASCIMENTO, do Elimar Pinheiro. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. Revista Estudos Avançados, v. 2, n. 74, 2012.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: Características uso e possibilidades. Caderno de pesquisa em administração. São Paulo. V 1, n. 3 p. 31-39, 1996.

OLIVEIRA, A. I. L. Investigação do potencial de inserção de cargas contaminantes em aquífero freático pela atividade agrícola no alto trecho da bacia do Paraguaçu, Bahia. GEOUSP: Espaço e Tempo, n. 35, p. 223-236, 2013.

OLIVEIRA, Ana Isabel Leite; ROCHA, Washington de Jesus Sant'anna da Franca; SILVA, Ardemírio de Barros. Modelagem da Superfície freática na Cabeceira da acia do Paraguaçu, área do Agropolo Mucugê – Ibicoara, Estado da Bahia: Parâmetros para estudos de contaminação de águas subterrânea em aquíferos livres. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Curitiba PR, 2011.

OLIVEIRA, Claudio Dourado. Os territórios camponeses na Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu, na Bahia-Brasil e as ameaças pela política agronegócio. Fev de 2018. Disponível em: <https://ipdrs.org/images/dialogos/archivos/Dialogos_212.pdf>, acesso dia 13 de abril de 2021.

OLIVEIRA, G. B. de. Uma discussão sobre o conceito de desenvolvimento. Revista da FAE, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 41 – 48, maio/ago, 2002.

OLIVEIRA, Jaqueline Souza de. Blocos no poder, aparelhos de estado e o consumo de agrotóxicos no Brasil. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal da Bahia. Salvador. 2016

OLIVEIRA, R. DE; VALENTE, A.; VETTORAZZI, C. A. Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbataí, SP Landscape structure analysis of the Corumbataí River Basin , SP. Scientia, p. 114–129, 2002

OLIVEIRA, T; WOLSKI, M. S. Importância da Reserva Legal para a preservação da biodiversidade. Vivências: Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI, v.8, n.15, p. 40-52, 2012.

PASSOS, de Priscila N. C. A conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente. Revista Direitos Fundamentais & Democracia. Curitiba -PR, v. 6, 2009.

PELAEZ, V. et al. (Des)coordenação de políticas para a indústria de agrotóxicos no Brasil. Revista Brasileira de Inovação, v. 14, ed especial, p. 153 – 178, 2015.

PEREIRA, J. L. G. et al., MÉTRICAS DA PAISAGEM NA CARACTERIZAÇÃO DA EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO DA AMAZÔNIA*. GEOGRAFIA, Rio Claro, Vol. 26(1): 59-90, abril 2001.

PINHEIRO, J. C. V.; CARVALHO, R. M.; FREITAS, K. S. Análise do Suprimento atual e potencial de água potável para os municípios cearenses. Revista Sociedade & Natureza, p.107 a 121, Uberlândia, 2009.

Projeto MapBiomias – Coleção 6.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, acessado em 03/12/2021 através do link: <https://mapbiomas.org/>.

PRATT, C. R; KALY, U. L. MITCHELL, J. **Manual: how to use the environmental vulnerability index (EVI)**. Sopac Technical Report. United Nations Environmental Programme (UNEP). South Pacific Applied Geoscience Commission (SOPAC), 2004. Disponível em <<http://www.vulnerabilityindex.net/wp-content/uploads/2015/05/EVI%20Manual.pdf>>. Acesso em 19 de outubro de 2020.

PEREIRA, Maria do C. N. Composição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu: uma análise da origem geográfica e do setor econômico representado por seus membros como fatores intervenientes na gestão participativa de recursos hídricos. Dissertação de mestrado. Brasília – DF, mar, 2008.

PESSOA, Mariana Ferreira; ASSIS, Lilian Figueirôa; VIEIRA, Allan Sarmento. Planejamento ótimo da água na agricultura irrigada: um estudo de caso em um perímetro paraibano. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 7, n. 1, p. 221-234, 2016.

PHILIPPI JUNIOR, A.; MALHEIROS, T. F. (Org.). **Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental**. Barueri: Manole, 2012. 743 p.

PLATAFORMA AGENDA 2030. Objetivos do desenvolvimento sustentável. Disponível em: <<https://odsbrasil.gov.br/home/agenda>>. Acessado 18 de fev. de 2022.

POTT, Crista M., ESTRELA, Carina C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. Estudos Avançados, v. 31, n. 89, 2017.

REBOUÇAS, A. da C. Água na Região Nordeste: desperdício e escassez. Estudos Avançados, V. 11, Nº 29, São Paulo Jan./Abr. 1997. 16 p.

ROCHA, Mariane de Souza; PEREIRA, Schneider Pereira; TEIXEIRA, Vargner Meira. **Avaliação de impactos ambientais na agricultura familiar de Colorado no Oeste, Rondônia**. Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Belo Horizonte, nov 2014.

RODRIGUES, Taissa Caroline Silva; VIEGAS, Josué Carvalho; FEITOSA, Antônio Cordeira. Impactos ambientais decorrentes do uso e ocupação do solo, na comunidade Negra Jamarý dos Pretos, Turiaçu – Maranhão. VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, III Encontro Latino Americano de Geomorfologia, 2010.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. **Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômica-ecológica**. Revista Estudos Avançados, v. 26, n. 74., São Paulo, 2012.

RUFINO, R. C. Avaliação da Qualidade Ambiental do município de Tubarão (SC) através do uso de indicadores ambientais. 2002. 123 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

SALDANHA, E. E. Modelo de Avaliação da Sustentabilidade Socioambiental. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2007.

SAMBUICHI, Regina H. R.; de OLIVEIRA, Michel A. C.; da SILVA, Ana P. Mo.; SANTOS, C.; SOUZA, J.; SOUZA, A. SANTOS. O papel das políticas públicas na conservação dos recursos naturais. **Rev. Geogr. Acadêmica** v.10, n.2, 2016 SEDAC – Socioeconomic Data and Applications Center. **Índice de Desempenho Ambiental (EPI)**, 2005. Disponível em: <https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/eipi>. Acesso em 19 de outubro de 2020.

SANTOS, dos C. A. P.; SOUZA, de J. dos S.; SOUZA, de A. L. A.; SANTOS, V. C. P. O papel das políticas públicas na conservação dos recursos naturais. *Rev. Geografia Acadêmica*, v. 10, n. 2, ISSN 1678-7226, 2016.

SANTOS, Edinaldo; MATOS, Helaine; ALVARENGA, Jackeline; SALES, Marta Celina Linhares. A seca no Nordeste no ano de 2012: relato sobre a estiagem na região e o exemplo de prática de convivência com o semiárido no distrito de Iguaçu/Canindé – CE. *Revista Geonorte*, ed especial 2; v. 1, n. 5; p. 819 – 830, 2012.

SANTOS, M. E. P. dos; SAMPAIO, R. M; ROSSI, R. A. Gestão das águas e participação no Comitê da Bacia do Rio Paraguaçu. XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ANPUR. 2017.

SARDINHA. et al. Weathering rates at Alto Sorocaba basin, Brazil, using U-isotopes and major cations. *Environmental Earth Sciences*, v. 61, n. 5, p. 1025-1036, 2010.

SERRANO, Diego Machado Carrion. Sistema Agroflorestal com espécies nativas de valor madeireiro, como alternativa sustentável para o uso da terra na Chapada Diamantina. *Anais do III Simpósio de Agroecologia da Bahia (SAB)*, Cadernos Macambira, v. 2, n. 2, p. 231, 2017.

SILVA, L. N.; PALMA, V. S.; GUEDES, L. S.; POLKEING, E. L. Uso da terra de Mucugê e Ibicoara mediante avanço da agricultura com sensoriamento remoto. Resultados das pesquisas e inovações na área das engenharias 2. p 204. Ponta Grossa – PR. 2020.

SILVA, Luciano Meneses Cardoso; MONTEIRO, Roberto Alves. Outorga de direito de uso de recursos hídricos: uma das possíveis abordagens. 2004. Acessado em 24 de out de 2021, disponível em: https://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/ProducaoAcademica/Luciano%20Meneses%20C.%20da%20Silva/OutorgaDirUsoRecHid_UmaDasPossiveisAbordagens.pdf

SILVA, da Minelle Enéas. Sistemas de indicadores de sustentabilidade: a aplicação do Pressão – Estado – Impacto – Resposta sobre a problemática dos resíduos sólidos em Campina Grande – PB. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

SILVA et al. Uso da terra de Mucugê e Ibicoara-BA mediante avanço da agricultura com sensoriamento remoto. Resultados das pesquisas e inovações na área de engenharias 2. Ponta Grossa - PR, ed. Atena, p 204, 2022.

SILVA, S. S. F. Diagnóstico situacional dos resíduos sólidos urbanos no município de Cuité, através da aplicação do Sistema de Indicados de Sustentabilidade Pressão-Estado-Impacto-Resposta (P-E-I-R). 2010.179fs. Dissertação (mestrado). Programa de Pós Graduação em Recursos Naturais -UFCG – Campina Grande. 2010.

SILVA, da S. S. F.; SANTOS, J. G.; CÂNDIDO, G. A.; RAMALHO, A. M. C. Indicador de Sustentabilidade Pressão – Estado – Impacto – Resposta no diagnóstico do cenário sócio ambiental resultante dos resíduos sólidos urbanos em Cuité – PB. REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade. V. 2, n. 3, ed. Especial Rio +20, p. 76 – 93, ago 2012.

SILVA, da Wanderson Batista. Os riscos no uso indiscriminado de agrotóxicos: uma contaminação invisível. INTESA - Informativo Técnico do Semiárido (Pombal – PB), ed. Verde, v. 11, n. 1, p 55 – 66, jul – dez 2017. Disponível em: [Informativo Técnico do Semiárido \(gvaa.com.br\)](http://gvaa.com.br).

SILVEIRA, Sandra Maria Batista; SILVA, e Maria das Graças. Conflitos socioambientais por água no Nordeste brasileiro: expropriações contemporâneas e lutas sociais no campo. R. Katál., Florianópolis, v. 22, n. 2, p. 342-352, maio/ago. 2019 ISSN 1982-0259.

SMITH, V. H. & SCHINDLER, D. W. Eutrophication science: where do we go from here? Trends in Ecology and Evolution 24: 201-207. 2009.

SOARES, A.O. Metodologia de Pressão-Estado-Impacto-Resposta aplicada no estudo de Avaliação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Alto de Sorocaba. 2019.88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Sorocaba, 2019.

SOARES, J. A. S.; de ALENCAR, L. D.; CAVALCANTE, L. P. S.; de ALENCAR, L. D. Impactos da urbanização desordenada na saúde pública: leptospirose e infraestrutura urbana. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Polêmica, v.13, n. 1, jan/fev, 2014.

SOARES, Anderson M.; BARROS, José Deomar de S.; BEZERRA, Danielly de S. Aplicação do Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) no município de Nazarezinho-PB: enfoque no estado dos resíduos sólidos. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 4, n. 8, p 255 – 262, 2017.

SOARES, Angélica de Oliveira. Metodologia de Pressão-Estado-Impacto-Resposta aplicada no estudo de avaliação Ambiental da bacia hidrográfica do Alto de Sorocaba. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciências e Tecnologia, Sorocaba, 2019.

SOARES, L. M. S.; SANTOS, A. C. A.; PINHEIRO, R. F. M. Rios e peixes do Paraguaçu na Chapada Diamantina: conservação e perspectivas. Universidade Estadual de Feira de Santana, Laboratório de ecologia e evolução de peixes, dez 2020.

SOUZA, de B. I., ARTIGAS, R. C., LIMA, de E. R. V. Caatinga e desertificação. Mercator. Fortaleza-CE, v. 14, n. 1, p. 131 – 150, jan. / abr. 2015.

SOUZA JR, Carlos M. et al., Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, v.12, n°2735, p. 1-27, 2020.

SOUZA, D. S. A gestão hídrica no perímetro irrigado Poções da Ribeira: uma abordagem através da Educação Ambiental, 2018, 113 f. Projeto Técnico Educacional. Dissertação (Mestrado Profissional) – Pós-Graduação em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais – PROFCIAMB, Universidade Federal de Sergipe/UFS – São Cristóvão, 2018.

SOUZA JR., et al., Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 2735, p. 1-27, 2020.

SOUZA, Giancarlos da Silva. Rio Paraguaçu utilizando análise multivariada. Dissertação de mestrado, Salvador, 2010. Disponível em <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/9874/1/disserta%C3%A7%C3%A3o.15.12%5B1%5D.pdf>> , acesso dia 13 de abril de 2021.

TOLEDO, L.G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. *Scientia Agricola*, v.59, n.1, p.181- 186, 2002.

TOPÁZIO, Eduardo. Impactos da seca na Bahia: medidas de enfrentamento adotadas pelo Estado. *Parc. Estrat. Brasília – DF*. V. 22, n. 44, p. 233 – 246, 2017.

TUCCI, Carlos E. M.; HESPANHOL, Ivanildo; NETTO, Oscar de M. Cordeiro. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a “Visão Mundial da Água”. **Interações**, v. 1980, p. 90, 2003.

TUCCI, C. E. M. **Impactos da variabilidade climática e uso do solo sobre os recursos hídricos** Brasília: Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2002. 150p.

UNCED – United Nations Conference on Environment & Development. **Agenda 21**. Rio de Janeiro, 14 de junho de 1992. Disponível em: <<http://sustainabledevelopment.un.org/outcomedocuments/agenda21>>. Acesso em 19 de outubro de 2020.

VAEZA, Rafel Franco et al. Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. *Floresta e Ambiente*. V. 17, n. 1, p 23-29, 2011.

WENDLING, Z. A.; EMERSON, J. W.; de SHERBINN, A. ; ESTY, D. C. Environmental Performance Index. New Haven, CT: **Yale Center for Environmental Law & Policy**, 2020. Disponível em: epi.tale.edu. Acesso em 19 de outubro de 2020.

9. INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Quadro referente aos dados de uso cobertura na área do Alto Paraguaçu, segundo MAPBIOMAS (2020)

Quadro: Área recortada sem o Parque Nacional da Chapada Diamantina

Classe	Ano			
	1990	2000	2010	2020
Formação Florestal	29900,43	26946,63	26628,3	25600,05
Formação Savânica	64032,84	73677,42	70035,21	65847,42
Silvicultura	0	0	9,45	82,71
Formação Campestre	36472,32	24460,83	36102,42	23488,02
Pastagem	30404,88	34115,4	23311,98	21924,9
Mosaico de Agricultura e Pastagem	29966,85	28063,44	17584,29	17787,33
Área Urbanizada	210,33	339,66	470,88	532,35
Outras Áreas não Vegetadas	3028,32	1431,27	752,67	1179,54
Afloramento Rochoso	582,66	201,87	734,85	2286,18
Mineração	0	0,99	0	0,45
Rio, Lago e Oceano	333	1396,44	1550,43	1228,14
Outras Lavouras Temporárias	280,8	3307,77	15567,57	29187,72
Café	27,27	516,06	926,1	1695,6
Outras Lavouras Perenes	129,42	911,34	1694,97	4528,71

Quadro: Área total com o Parque Nacional da Chapada Diamantina

Classe	Ano			
	1990	2000	2010	2020
Formação Florestal	454611	424698	419250	401386
Formação Savânica	825673	956479	895279	865602
Silvicultura	0	0	105	919
Formação Campestre	914482	753593	902211	716010
Pastagem	341918	381841	262397	245689
Mosaico de Agricultura e Pastagem	340481	322933	197850	201521
Área Urbanizada	2337	3774	5232	5915
Outras Áreas não Vegetadas	37272	18854	9830	14049
Afloramento Rochoso	10188	7114	22489	77619
Mineração	0	11	0	5
Rio, Lago e Oceano	6687	15712	17389	13683
Outras Lavouras Temporárias	3120	36762	173012	324692
Café	916	6931	15012	21309
Outras Lavouras Perenes	1442	10425	19071	50728