

IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA NA LOCALIDADE RIACHO DOS CAVALOS MUNICÍPIO DE MONTE ALEGRE DO PIAUÍ – PI

Juliana Silva Ferreira¹

Israel Lobato Rocha²

RESUMO

Este estudo objetivou analisar os impactos ambientais causados pelas atividades agrícolas em quatro pequenas propriedades da comunidade Riacho dos Cavalos, no município de Monte Alegre, Piauí. A pesquisa utilizou uma abordagem metodológica sequencial, iniciando com a aplicação de um checklist para identificar os impactos ambientais presentes nas propriedades. Em seguida, foi realizada uma análise qualitativa detalhada dos impactos identificados, considerando atributos como intensidade, efeito, duração e reversibilidade. Por fim, a metodologia Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) foi empregada para analisar as relações de causa e efeito entre as atividades humanas e o meio ambiente. Os resultados revelaram que as práticas agrícolas convencionais, associadas à falta de planejamento e à ausência de práticas conservacionistas, têm gerado diversos impactos negativos, como a perda de cobertura vegetal, a degradação do solo e a contaminação dos recursos hídricos. A fragmentação de habitats, a erosão do solo e a poluição por agrotóxicos foram os impactos mais significativos. A pesquisa concluiu que a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, como a agroecologia e a recuperação de áreas degradadas, é fundamental para minimizar os impactos ambientais e promover a sustentabilidade da produção agrícola na região. A implementação de políticas públicas que incentivem a adoção dessas práticas e a oferta de assistência técnica aos produtores são essenciais para garantir a conservação dos recursos naturais e a melhoria da qualidade de vida da população rural.

Palavras-chaves: Fragmentação de habitats, práticas conservacionistas, PEIR, checklist.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the environmental impacts caused by agricultural activities on four small farms in the Riacho dos Cavalos community, located in the municipality of Monte Alegre, Piauí. The research employed a sequential methodological approach, beginning with the application of a checklist to identify the environmental impacts present on the farms. Subsequently, a detailed qualitative analysis of the identified impacts was conducted, considering attributes such as intensity, effect, duration, and reversibility. Finally, the Pressure-State-Impact-Response (PSIR) framework was utilized to analyze the cause-and-effect relationships between human activities and the environment. The findings revealed that conventional agricultural practices, coupled with a lack of planning and the absence of conservation measures, have resulted in numerous negative impacts, including loss of vegetation cover, soil degradation, and contamination of water resources. Habitat fragmentation, soil erosion, and pesticide pollution emerged as the most significant impacts. The research concluded that the adoption of sustainable agricultural practices, such as agroecology and the restoration of degraded areas, is crucial for minimizing environmental impacts and promoting the sustainability of agricultural production in the region. The implementation of public policies that incentivize the adoption of these practices and the provision of technical assistance to farmers are essential to ensure the conservation of natural resources and improve the quality of life of the rural population.

Keywords: Habitat fragmentation, conservation practices, PEIR, checklist.

Data de aprovação: XX/XX/XXXX (data de apresentação do TCC)

¹ Graduanda em Tecnologia em Gestão Ambiental, Instituto Federal do Piauí - Campus Corrente. E-mail: jullianasilva2001@gmail.com

² Docente do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Instituto Federal do Piauí - Campus Corrente. E-mail: israel.lobato@ifpi.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A modernização das técnicas agrícolas, com a adoção de maquinário e insumos de alta tecnologia, impulsionou significativamente a produtividade do setor agropecuário brasileiro nas últimas décadas. Esse avanço tem sido essencial para fortalecer a posição do país no mercado internacional, para o equilíbrio da balança comercial e impulsionando o crescimento da indústria relacionada ao setor (Bolfe *et al.*, 2020). Ademais, a relevância do agronegócio para a economia brasileira é indiscutível, pelo seu potencial produtivo. Estima-se que o setor, que engloba desde a produção agrícola até a indústria de alimentos, represente cerca de 21,5% do Produto Interno Bruto – PIB (CEPEA, 2024). Contudo, a crescente expansão da agropecuária brasileira converge com a necessidade de proteger e preservar os recursos naturais, cada vez mais alterados em decorrência de atividades antrópicas.

Destaca-se, que é crucial reconhecer o papel dos pequenos produtores, que desempenham um papel fundamental na produção de alimentos no Brasil. Apesar de muitas vezes enfrentarem desafios como a falta de acesso a tecnologias e a recursos financeiros, eles são responsáveis por uma parcela significativa da produção agrícola nacional, especialmente de alimentos básicos como arroz, feijão e mandioca. Além disso, a agricultura familiar, praticada por muitos pequenos produtores, contribui para a preservação ambiental, ao adotar práticas agrícolas mais sustentáveis e diversificadas (Camargo, 2019).

É importante destacar que o Brasil possui um grande potencial para expandir sua produção agropecuária e atender à crescente demanda global por alimentos e biocombustíveis. No entanto, o desenvolvimento desse setor deve ser pautado pela sustentabilidade, conciliando o crescimento econômico com a conservação ambiental e a melhoria das condições de vida no campo (Bolfe *et al.*, 2020). Frente a isso, a pressão da sociedade civil e da comunidade internacional por um desenvolvimento mais sustentável impulsiona o Brasil a buscar novas formas de produzir alimentos. O setor agropecuário, um dos pilares da economia nacional, precisa se adaptar a essa nova realidade, conciliando o crescimento econômico com a preservação ambiental e as políticas públicas, embora ainda incipientes, demonstram um movimento em direção a um modelo de produção mais sustentável.

Apesar da grande pressão da atualidade para se atingir o desenvolvimento sustentável, o desempenho ambiental da agricultura é influenciado por uma complexa rede de fatores interligados, como mercados, gestão agrícola, políticas públicas e condições socioculturais. Essa interação constante é, muitas vezes, contraditória (Song, 2020) dificulta a identificação e a quantificação dos impactos ambientais de cada elemento individualmente. A heterogeneidade dos sistemas agrícolas e a natureza difusa da poluição agrícola agravam ainda mais essa complexidade, tornando desafiador avaliar os efeitos à longo prazo das práticas agrícolas sobre o meio ambiente (Cantonati, 2020).

As atividades agrícolas exercem uma pressão significativa sobre o meio ambiente, principalmente através do desmatamento e da degradação dos solos. A conversão de ecossistemas naturais em áreas agrícolas e as práticas de manejo inadequadas das pastagens, como o uso excessivo de agroquímicos e as queimadas, geram uma série de impactos ambientais interligados. Logo, a degradação das áreas cultivadas, por sua vez, intensifica a pressão por novas áreas (Dhakal; Kattel 2019), impulsionando a supressão de vegetação nativa para dar lugar a áreas homogêneas e/ou culturas anuais/perenes.

Como efeito normatizador, para responder as pressões exercidas pelo setor agropecuário e o crescimento industrial, o Brasil implementou uma série de leis e regulamentações ambientais, visando conciliar o desenvolvimento econômico com a conservação dos recursos naturais. As leis ambientais buscam estabelecer padrões para o uso da terra, a gestão de recursos hídricos, o controle da poluição e a proteção da biodiversidade, visando mitigar os impactos negativos das atividades antrópicas e atuar na promoção de práticas mais sustentáveis, a exemplo da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), Lei nº 6.938/1981, que estabelece os princípios, objetivos e instrumentos para a proteção do meio ambiente e para a melhoria da qualidade de vida da população (Brasil, 1981).

A PNMA prevê a avaliação de impactos ambientais (AIA) como um instrumento essencial para a gestão ambiental no Brasil, visando garantir a proteção do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável (Brasil, 1981). Assim, segundo Sánchez (2023), avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento preventivo que antecipa e avalia os possíveis danos que um projeto pode causar ao meio ambiente, visando evitar ou minimizar suas consequências negativas antes que sejam irreversíveis.

Nesse viés, existem na literatura uma gama de metodologias de avaliação de impactos ambientais que evoluem constantemente, adaptando-se às complexidades dos projetos e à crescente demanda por análises mais precisas e completas. Essas metodologias englobam uma série de técnicas e ferramentas que permitem identificar, prever, avaliar e mitigar os impactos ambientais de um empreendimento. Entre as quais destacam-se a matriz de Leopold, a análise de redes, a sobreposição de mapas e a modelagem matemática, o método ad hoc e os checklists. Apesar de diversidade de métodos, este estudo se concentra no uso do checklists de impactos que segundo Carvalho e Lima (2010), é adequado às situações com escassez de dados e quando a avaliação deve ser disponibilizada em curto espaço de tempo apresenta a vantagem de ser realizado em um curto espaço de tempo, possibilitando a diminuição de gastos, além de ser facilmente compreensível pelo público em geral.

Assim, considerando que a busca por um desenvolvimento agrícola sustentável que combine aumento da produção com a preservação do meio ambiente é um grande desafio para os países agropecuários e que a análise da estrutura e dos impactos das atividades agropecuárias é crucial para orientar ações que promovam um crescimento mais equilibrado e responsável, este estudo objetivou identificar os impactos causados por atividades agropecuárias de pequenos produtores da comunidade Riacho dos Cavalos Município de Monte Alegre do Piauí – PI.

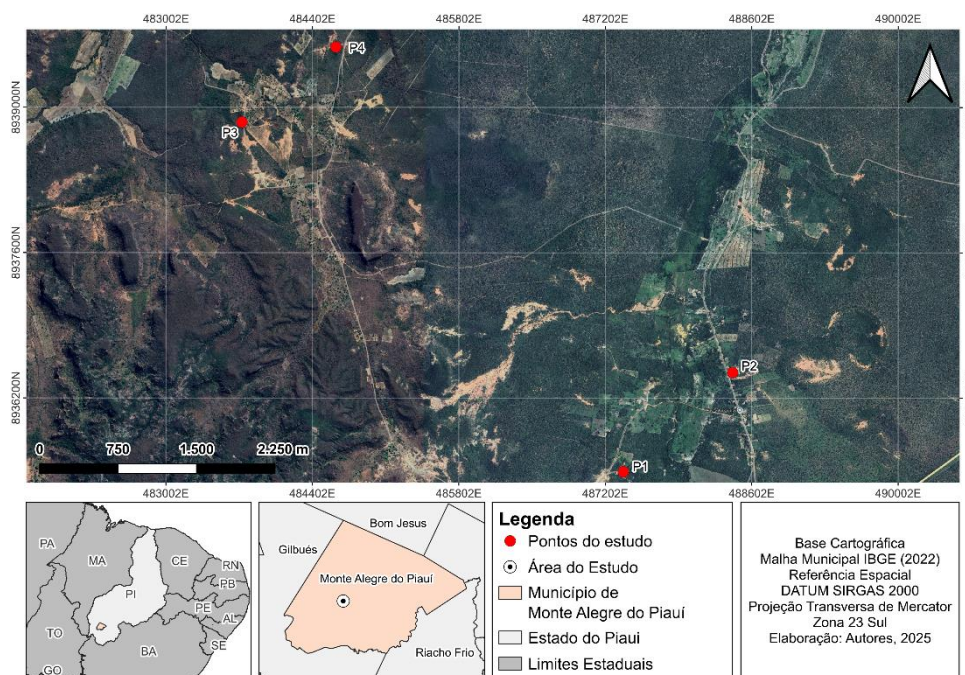
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida em quatro propriedades rurais localizada na localidade de Riacho dos Cavalos no município de Monte Alegre, Piauí (Mapa 1), que apresenta população média de 10.660 habitantes (IBGE, 2022), sob as coordenadas geográficas de 09° 45'14'' de latitude sul e 45° 18'14'' de longitude oeste de Greenwich e dista cerca de 786 Km de Teresina (IBGE, 2022) com altitude média de 453 metros.

O município está localizado na microrregião de alto Médio Gurgueia, compreendendo uma área de 2.264 Km², tendo como limites os municípios de Bom Jesus, redenção do Gurgueia e Gilbués, a oeste com Gilbués e, a Leste com Riacho Frio e Redenção do Gurgueia (AGUIAR, 2004).

MAPA 1 – Localização das propriedades rurais no município de Monte Alegre do Piauí.



Fonte: Autores (2025).

O território é caracterizado pela presença de fitofisionomias de Cerrado. As condições climáticas do município de Monte Alegre do Piauí apresentam temperaturas mínimas de 24° C e máximas de 36° C, com clima tropical semiúmido quente. A precipitação pluviométrica média anual (registrada, na sede, 900 mm), definida no Regime Equatorial Continental, com isoietas anuais em torno de 800 a 1200 mm e período chuvoso estendendo-se de novembro- dezembro a abril - maio. O trimestre mais úmido corresponde aos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (Aguiar, 2004).

As propriedades estão localizadas a uma distância de 35 km da sede municipal e apresentam históricos de uso e manejo distintos, conforme descrito abaixo:

- Propriedade P1: Além do cultivo de milho, feijão e mandioca, e da criação de gado, a propriedade já contou com cultivo de arroz irrigado, aproveitando o período de cheia do riacho local.
- Propriedade P2: Atualmente, a propriedade é utilizada para o cultivo de milho, feijão e mandioca, e criação de gado. No passado, a área abrigava um brejo de buriti, restando apenas alguns indivíduos da espécie.
- Propriedade P3: A propriedade é destinada principalmente à criação de gado, com áreas menores destinadas ao cultivo de milho, feijão, mandioca e palma.
- Propriedade P4: A propriedade é utilizada para o cultivo de milho e feijão, além da criação de gado e ovelhas.

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo seguiu um processo em etapas sequenciais. Inicialmente, realizou-se uma revisão extensiva da literatura científica sobre os impactos ambientais de atividades agrícolas, com o objetivo de fundamentar teoricamente a pesquisa. Em seguida, foram conduzidas visitas *in loco* às propriedades rurais selecionadas para reconhecimento da área e coleta de dados primários. A coleta de dados incluiu análises ambientais diretas e indiretas, como a avaliação dos aspectos ligados a água e ao solo, além da aplicação de um formulário para compreender

suas práticas agrícolas e percepções sobre os impactos ambientais. Por fim, os dados coletados foram organizados, analisados e interpretados, utilizando as seguintes metodologias:

Para a identificação inicial e sistematização dos impactos ambientais em estudo, foi utilizado um checklist para identificar e organizar os impactos ambientais nas áreas agrícolas. A seleção dos indicadores do checklist basearam-se em uma revisão da literatura e ajustada às características do local de estudo, visando garantir uma avaliação mais precisa e relevante. O checklist foi elaborado abordando os seguintes aspectos/componentes ambientais: cobertura vegetal do local, existência de processos erosivos, sedimentação em evidência, presença de resíduos sólidos, qualidade do solo, situação hídrica superficial e indícios de queimadas (Quadro 1). Segundo Mitchell (1979), a metodologia Checklist é utilizada para assegurar que aspectos ambientais importantes não serão negligenciados.

O checklist ambiental se deu por meio da avaliação de atividades/ações geradoras de impactos ambientais e registro fotográficos que embasam a identificação dos impactos ambientais. Os aspectos observados e a qualificação dos impactos ambientais estão sendo analisados conforme os quadros 1 e 2 abaixo:

Quadro 1 - Checklist de impactos ambientais (atividades/ações, aspectos e impactos ambientais) identificados nas áreas com atividades agropecuárias e seus componentes ambientais

ATIVIDADE/AÇÃO GERADORA	IMPACTO AMBIENTAL	P1*	P2	P3	P4
Componente ambiental: Cobertura vegetal					
	Redução da biodiversidade				
Limpeza da área: supressão da vegetação e queimadas;	Perda habitat				
	Alteração do regime hidrológico				
	Alteração da paisagem natural				
Introdução de espécies exótica;	Fragilização do solo				
	Fragmentação de população				
	Poluição atmosférica				
Componente ambiental: Solo					
Limpeza da área: supressão da vegetação;	Perda de solo por erosão				
	Empobrecimento do solo				
	Redução da capacidade de suporte				
Introdução de espécies exótica;	Compactação do solo				
	Redução da biota				
	Poluição atmosférica				
Criação de animais;					
Uso de produtos químicos: insumos e defensivos agrícolas					
	Poluição do solo				
Componente ambiental: Recursos hídricos					

Limpeza da área: supressão da vegetação e erosão do solo; Descarte inadequado de resíduos sólidos: recipientes de insumos e defensivos agrícolas;	Assoreamento				
	Redução da capacidade de armazenamento				
	Perda de biodiversidade				
	Eutrofização				
	Poluição da água				
	Perda de habitat para a fauna aquática				

*P1 – Propriedade 1; *P2 – Propriedade 2; *P3 – Propriedade 3; *P4 – Propriedade 4;

1=Alto;2=Médio;3=Baixo;

Fonte: Autores (2024).

Dando sequência ao processo de identificação e sistematização dos impactos ambientais, foi realizada uma análise qualitativa detalhada dos impactos identificados nas propriedades rurais (P1 a P4). Essa etapa consistiu na avaliação de diferentes atributos dos impactos, utilizando como referência os critérios estabelecidos por Palácio *et al.* (2018). A análise qualitativa dos impactos ambientais baseou-se nos atributos presentes no quadro 2 abaixo:

Quadro 2 - Classificação qualitativa dos impactos ambientais identificados nas propriedades.

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO	AQL*
INTENSIDADE	Grau ou incidência da ação ambiental sobre o Fator ambiental	Baixa (B) Média (M) Alta (M)
EFEITO	Forma de uma ação sobre um Fator ambiental	Direto (D) Indireto (I)
DURAÇÃO	Tempo que o efeito permanece	Curto (C) Médio (M) Longo (L)
REVERSIBILIDADE	Tempo e potencial de permanência	Reversível (R) Irreversível (Ir)
NATUREZA	Alteração da qualidade ambiental positiva ou negativamente	Positivo (+) Negativo (-)
TEMPORALIDADE	Tempo decorrido entre a ação e sua manifestação sobre o meio considerado.	Longo prazo (Lp) Médio prazo (Mp)

		Imediato (Im)
ABRANGÊNCIA	Refere-se à área de influência que o impacto atinge	Pontual (P) Local (Lo) Regional (Re)

*AQL = Avaliação Qualitativa

Fonte: Adaptado de Palácio et al. (2018).

Após a etapa inicial de listagem dos impactos (Checklist), foi utilizada a metodologia Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR), com o intuito de realizar uma análise descritiva quanto à pressão na qual o ambiente está submetido, o estado do ambiente, o impacto oriundo das pressões, bem como, identificar e propor medidas mitigadoras ou propostas para a solução dos problemas ambientais encontrados. O PEIR funciona como uma ferramenta de comunicação que visa promover a discussão sobre questões ambientais, oferecendo soluções práticas para as organizações e identificando o nível de engajamento dos agentes sociais (Silva *et al.*, 2012). Com base nas evidências encontradas em campo, as ações que interferem no equilíbrio ambiental foram enquadradas como PEIR em formato e quadro, de acordo com a classificação apresentada por Vasconcelos e Cândido (2011), cujas a sigla pode ser descrita como:

- Pressão - é referente às atividades humanas e que de alguma maneira afetem o meio ambiente e seus recursos naturais;
- Estado - são as condições em que se encontra o meio ambiente da localidade, como qualidade do ar, corpos hídricos, área de terra degradada;
- Impacto - mostram as condições do meio ambiente sobre a saúde e qualidade de vida humana, economia, ecossistemas. Complementado com o aspecto de destinação final dos resíduos;
- Resposta - é desenvolvida ações com o objetivo de prevenir impactos ambientais, para conservar o meio ambiente e corrigir danos ambientais da localidade estudada.

3 RESULTADOS DISCUSSÃO

A avaliação dos impactos ambientais nas quatro propriedades estudadas apresentou um cenário preocupante, com a identificação de diversos impactos significativos associados às atividades agropecuárias. De modo geral, os resultados indicam que as propriedades apresentaram um conjunto de impactos comuns, embora com diferentes intensidades (Quadro 3). A propriedade P4 se destaca com o maior valor total (45), indicando uma menor intensidade de impactos ambientais, enquanto a propriedade P2 apresentou o menor valor total (30), sugerindo uma maior intensidade de impactos em comparação com as demais. Essa análise quantitativa, embora simplificada, revela a necessidade de ações de gestão ambiental mais urgentes na propriedade P4, visando a mitigação dos impactos identificados.

A análise dos dados revelou que o componente ambiental mais impactado foi a cobertura vegetal. A maioria das propriedades apresentou classificação de impacto alto (1) principalmente para os impactos ligados a supressão da vegetação, evidenciando a significativa alteração da paisagem original (Quadro 3). A supressão da vegetação nativa para dar lugar a pastagens e cultivos, associada a práticas de manejo inadequadas, como o uso do fogo, contribuiu para a redução da biodiversidade, emissões de gases poluentes e a degradação dos ecossistemas locais. Conforme destacado por Fausto *et al.* (2023), o desmatamento, além de contribuir para as mudanças climáticas, induz um desequilíbrio ecológico significativo. A fragmentação de habitats, decorrente desse processo, resulta na divisão de populações e na

redução de áreas adequadas para a manutenção da biodiversidade, comprometendo a viabilidade de diversas espécies.

Quadro 3 - Checklist de impactos ambientais (atividades/ações, aspectos e impactos ambientais) identificados nas áreas com atividades agropecuárias e seus componentes ambientais

ATIVIDADE/AÇÃO GERADORA	IMPACTO AMBIENTAL	P1*	P2	P3	P4
Componente ambiental: Cobertura vegetal					
Limpeza da área: supressão da vegetação e queimadas;	Redução da biodiversidade	1	1	1	2
	Perda habitat	1	1	1	2
	Alteração do regime hidrológico	2	1	1	1
	Alteração da paisagem natural	1	1	1	1
	Fragilização do solo	1	1	1	1
	Fragmentação de população	2	2	2	2
	Poluição atmosférica	1	1	1	3
Componente ambiental: Solo					
Limpeza da área: supressão da vegetação;	Perda de solo por erosão	3	2	2	3
	Empobrecimento do solo	1	1	1	3
Introdução de espécies exóticas;	Redução da capacidade de suporte	3	2	2	2
	Compactação do solo	3	2	2	3
Criação de animais;	Redução da biota	1	1	1	1
	Poluição atmosférica	3	3	3	3
Uso de produtos químicos: insumos e defensivos agrícolas	Poluição do solo	2	2	2	2
Componente ambiental: Recursos hídricos					
Limpeza da área: supressão da vegetação e erosão do solo;	Assoreamento	3	2	2	3
	Redução da capacidade de armazenamento	1	1	2	3
Descarte inadequado de resíduos sólidos: recipientes de insumos e defensivos agrícolas;	Perda de biodiversidade	1	2	2	1
	Eutrofização	2	2	3	3
	Poluição da água	1	1	3	3

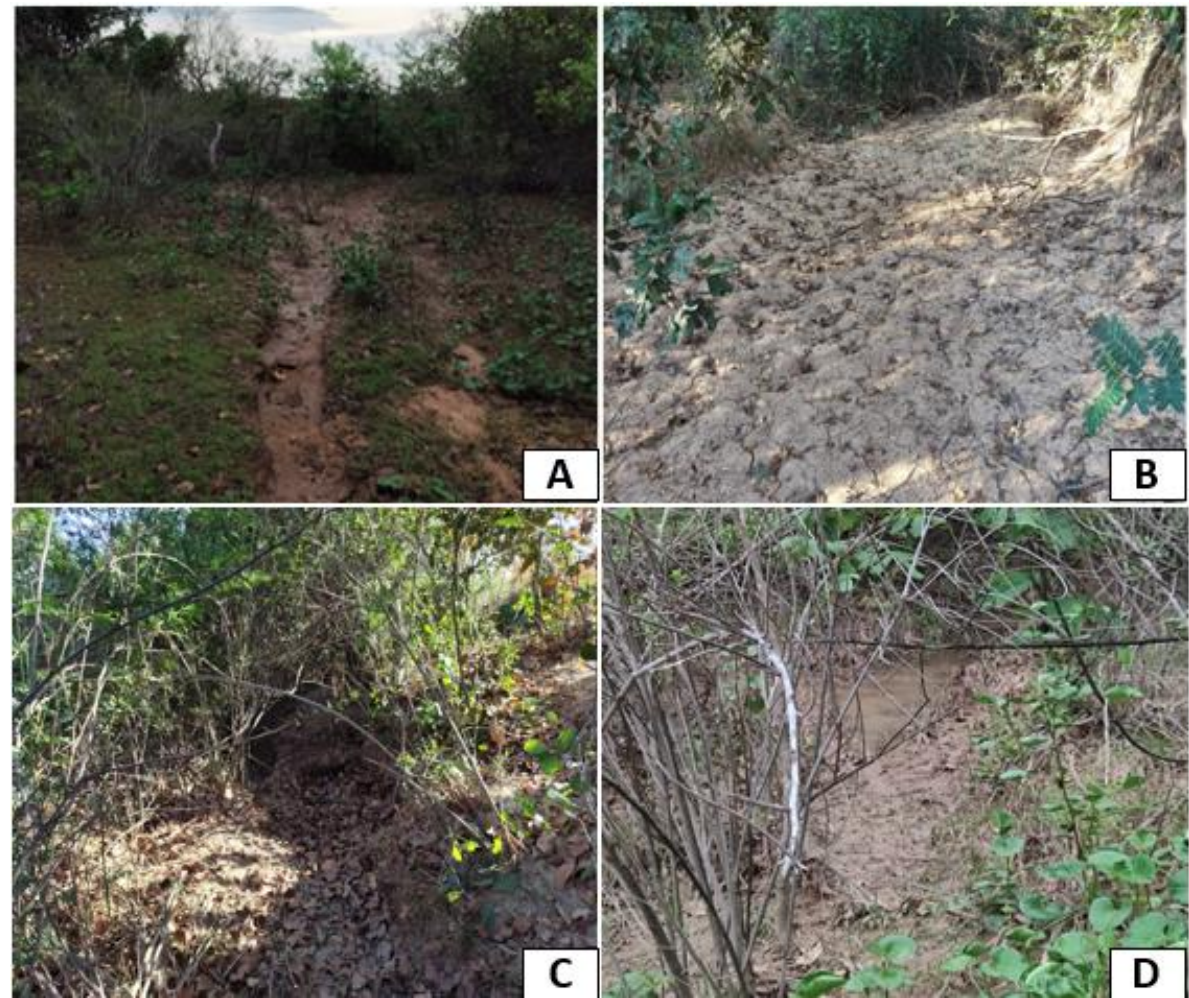
	Perda de habitat para a fauna aquática	1	1	3	3
Total:		34	30	36	45

*P1 – Propriedade 1; *P2 – Propriedade 2; *P3 – Propriedade 3; *P4 – Propriedade 4;

1=Alto;2=Médio;3=Baixo; Fonte: Autores (2024).

Em relação ao componente ambiental – solo (Quadro 3), os resultados indicam um cenário de moderada a degradação, com destaque para os sinais de processos erosivos, o empobrecimento, a redução da biota e a compactação. A propriedade P3 apresentou os maiores sinais de erosão e compactação, com classificação de impacto 2 (médio) para ambos os indicadores (Figura 1). A propriedade P2 também apresentou sinais de compactação, com classificação 2 (médio). Por outro lado, as propriedades P1 e P4 apresentaram menores sinas de erosão e compactação, com classificação 3 (baixo) para ambos os indicadores.

Figura 1- Sinais de erosão (A e C) nas propriedades 2 e 4 e compactação do solo (B e D) nas propriedades 3 e 1, respectivamente.



Fonte: Autora, 2025.

Os resultados obtidos estão diretamente relacionados às práticas agrícolas adotadas nas propriedades. Os sinais de erosão e compactação nas propriedades P2 e P3 pode ser atribuída à a adoção de práticas agrícolas convencionais e exploratórias e ausência de práticas

conservacionistas, como o plantio em nível, a rotação de culturas e a cobertura do solo além disso, o pisoteio animal nessas áreas contribui para a compactação do solo, reduzindo sua capacidade de infiltração de água e aeração. Segundo a Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO (2019), a degradação do solo é multifatorial e frequentemente associada à remoção da cobertura vegetal, sobrepastoreio, práticas agrícolas inadequadas e exploração excessiva de recursos vegetais para diversos fins.

Rodrigues (2016), afirma que a adoção de práticas conservacionistas, como rotação de culturas e sistemas agroflorestais, demonstra um grande potencial para aumentar a produtividade e a sustentabilidade de sistemas agrícolas, especialmente para pequenos produtores. Além disso, como o empobrecimento e redução da capacidade de suporte do solo foram impactos destacados de alta e média significância em praticamente todas as propriedades, é válido destacar que a adoção de práticas conservacionistas é fundamental para a agricultura sustentável, pois contribui para a manutenção da fertilidade do solo, reduzindo a erosão e a perda de água, e diminuindo a necessidade de insumos externos (Fortini; Braga e Freitas, 2020).

A análise quanto à poluição do solo nas propriedades estudadas indica que todas as propriedades apresentaram classificação 2 (média) para este impacto, sugerindo um risco potencial de poluição associado ao uso de produtos químicos agrícolas (Quadro 3). É importante ressaltar que a classificação de "médio" para todas as propriedades representa uma inferência baseada no uso de insumos e defensivos agrícolas, e não em análises de solo específicas para cada propriedade. A ausência de dados analíticos impede uma avaliação mais precisa da magnitude da poluição em cada área.

A classificação de "médio" para a poluição do solo em todas as propriedades pode ser explicada pelo uso generalizado de produtos químicos agrícolas nas atividades produtivas. O emprego de fertilizantes, herbicidas e pesticidas, embora essencial para o aumento da produtividade, pode levar à contaminação do solo e das águas subterrâneas, caso não sejam utilizados de forma adequada. O risco de poluição é intensificado pela falta de informações sobre a quantidade e o tipo de produtos químicos utilizados nas propriedades, bem como pela ausência de práticas de manejo adequadas, como a rotação de culturas e a utilização de produtos biológicos. Além disso, a proximidade das áreas cultivadas com cursos d'água (P1 e P2) pode facilitar a lixiviação de contaminantes para o ambiente aquático.

Quanto a isso, Fonseca *et al.* (2019) aponta que o uso indiscriminado de agroquímicos nas atividades agrícolas e de reflorestamento pode desencadear uma série de problemas ambientais e de saúde. A contaminação do solo, da água e do ar por esses produtos químicos pode alterar a composição dos ecossistemas, afetando a morfologia e a função de organismos vivos, tanto terrestres quanto aquáticos. Além disso, a contaminação da cadeia alimentar representa um risco significativo para a saúde humana, uma vez que esses compostos podem bioacumular-se ao longo da cadeia trófica.

Ainda em relação ao Quadro 3, acima e especificamente ao componente ambiental: Recursos hídricos, as propriedades P2 e P3 apresentaram os maiores sinais de assoreamento e redução da capacidade de armazenamento, com classificação entre 1 (alto) e 2 (médio). Essa situação se relaciona aos processos de erosão e compactação do solo, que apresentam sinais mais evidentes nessas propriedades. A perda de solo pela erosão resulta no transporte de sedimentos para os cursos d'água, reduzindo sua profundidade e capacidade de armazenamento. A compactação do solo, por sua vez, diminui a infiltração da água no solo, aumentando o escoamento superficial e a erosão e assoreamento. Santos, Griebelle e Oliveira (2010) ressaltam que a erosão do solo promove a redução de sua espessura, comprometendo sua capacidade de retenção de água e aumentando o escoamento superficial. Esse processo vicioso intensifica ainda mais a erosão, gerando um ciclo de degradação do solo e dos recursos hídricos.

Além disso, as propriedades P1 e P2 apresentaram os maiores pesos de classificação para poluição da água, perda de habitat para a fauna aquática e eutrofização com classificação 1 (alto) 2 (médio), respectivamente. A presença de mananciais superficiais nas proximidades dessas propriedades, as torna mais vulneráveis à poluição por agrotóxicos, fertilizantes e outros poluentes e ainda eutrofização.

Kumar *et al.* (2021), destacam que as práticas agrícolas convencionais, com o uso intensivo de pesticidas e fertilizantes, são uma das principais causas da poluição da água. O escoamento superficial e a lixiviação desses produtos químicos para corpos d'água alteram suas propriedades físico-químicas, levando à eutrofização e à diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido, com consequências negativas para a biota aquática.

Destaca-se que, a necessidade de aumentar a produtividade agrícola tem levado ao uso intensivo de fertilizantes químicos e pesticidas, o que, por sua vez, tem gerado sérios problemas de contaminação da água (Gržinić *et al.*, 2022). É fundamental encontrar um equilíbrio entre a necessidade de produzir alimentos e a proteção dos recursos naturais, adotando práticas agrícolas mais sustentáveis.

Dando continuidade à análise dos impactos identificados nas propriedades, a Tabela 1 abaixo apresenta uma classificação qualitativa dos impactos ambientais identificados nas propriedades agrícolas, considerando atributos como intensidade, efeito, duração, reversibilidade, natureza, temporalidade e abrangência. Essa análise detalhada permite uma compreensão mais aprofundada dos impactos causados pelas atividades agrícolas e pode auxiliar na identificação das áreas que requerem maior atenção em termos de manejo.

A análise qualitativa dos impactos ambientais apresentada na Tabela 1 oferece uma visão geral dos problemas ambientais associados às atividades agrícolas nas propriedades estudadas. É importante ressaltar que a classificação dos impactos a exceção da intensidade, foi realizada de forma generalizada, considerando a natureza dos impactos e seus efeitos sobre o meio ambiente, sem atribuir pesos específicos a cada propriedade. Essa abordagem se justifica pela variabilidade temporal dos impactos, que estão diretamente relacionados ao processo de expansão das áreas agrícolas e à intensificação da produção. A dinâmica das atividades agrícolas, com suas fases de expansão, estabilização e declínio, influencia significativamente a magnitude e a natureza dos impactos ambientais ao longo do tempo. Dessa forma, a classificação qualitativa permite identificar os principais problemas ambientais e orientar a definição de medidas de mitigação e recuperação, considerando as particularidades de cada contexto.

Ao analisar os dados da tabela 1, observa-se que os impactos ambientais identificados nas propriedades agrícolas apresentam características diversas. Em relação à intensidade, a maioria dos impactos foi classificada como média ou alta, indicando um significativo comprometimento dos recursos naturais. Quanto ao efeito, a maioria dos impactos é direta sobre o meio ambiente, com destaque para a perda de habitat, a fragmentação de populações e a erosão do solo. A duração dos impactos é predominantemente longa, o que evidencia a necessidade de ações de longo prazo para mitigar seus efeitos.

Em relação à reversibilidade, a maioria dos impactos é considerada reversível, embora em muitos casos o processo de recuperação seja lento e exija medidas de recuperação ambiental. No entanto, alguns impactos, como a perda de biodiversidade, são considerados irreversíveis, destacando a importância da prevenção. A natureza dos impactos é predominantemente negativa, afetando a qualidade do solo, da água e do ar, além da biodiversidade. A temporalidade dos impactos é predominantemente de longo prazo, o que exige a adoção de medidas de gestão ambiental que considerem os efeitos a longo prazo das atividades agrícolas.

Por fim, a abrangência dos impactos varia desde local até regional, dependendo da natureza do impacto e da escala das atividades agrícolas.

Tabela 1 - Classificação qualitativa dos impactos ambientais identificados nas propriedades.

Impacto Ambiental	ATRIBUTOS						
	Intensidade	Efeito	Duração	Reversibilidade	Natureza	Temporalidade	Abrangência
Redução da biodiversidade	M	I	L	Ir	N	L prazo	Re
Perda de habitat	A	D	L	Ir	N	L prazo	Lo
Alteração do regime hidrológico	M	D	L	R (parcialmente)	N	L prazo	Re
Alteração da paisagem natural	A	D	L	R (parcialmente)	N	L prazo	Lo
Fragilização do solo	M	D	L	R (lentamente)	N	L prazo	Lo
Fragmentação de população	A	D	L	R (lentamente)	N	L prazo	Lo
Poluição atmosférica	M	I	M/L	R (lentamente)	N	M/L prazo	Re
Perda de solo por erosão	A	D	L	R (lentamente)	N	L prazo	Lo
Empobrecimento do solo	M	D	C	R (lentamente)	N	L prazo	Lo
Redução da capacidade de suporte	A	I	L	R (lentamente)	N	L prazo	Re
Compactação do solo	M	D	L	R (lentamente)	N	L prazo	Lo
Redução da biota	A	D	L	R (lentamente)	N	L prazo	Lo/Re
Poluição do solo	A	D	L	R (lentamente)	N	L prazo	Lo
Assoreamento	M	D	L	R (lentamente)	N	L prazo	Lo/Re
Redução da capacidade de armazenamento	M	D	L	R (lentamente)	N	L prazo	Lo/Re
Perda de biodiversidade	A	I	L	Ir	N	L prazo	Re
Eutrofização	B	D	M/L	R (lentamente)	N	M/L prazo	Lo
Poluição da água	B	D	L	R (lentamente)	N	L prazo	Re
Perda de habitat para a fauna aquática	B	D	L	R (lentamente)	N	L prazo	Lo/Re

Fonte: Autores (2025).

A avaliação dos impactos ambientais nas propriedades agrícolas, com base na Tabela 1 acima, revelou a necessidade de uma abordagem mais aprofundada para a gestão ambiental. A metodologia PEIR, ao considerar os impactos de maior relevância identificados na Tabela 4, mostrou-se uma ferramenta eficaz para analisar as relações de causa e efeito entre as atividades antrópicas e o meio ambiente. Ao integrar os conceitos de pressão, estado, impacto e resposta, a metodologia PEIR permite uma visão holística dos problemas ambientais, facilitando a identificação de soluções mais sustentáveis. A aplicação dessa metodologia, em conjunto com a análise qualitativa dos impactos, possibilita a elaboração de planos de gestão ambiental mais eficazes, considerando as especificidades de cada contexto e as interações entre os diferentes componentes do sistema ambiental. Conforme Ariza e Araujo Neto (2010, p. 133), "a metodologia é vantajosa porque é facilmente ajustável a diferentes realidades e, assim, pode ser um importante instrumento na gestão pública, principalmente por mostrar a ligação entre os diversos elementos que compõem o sistema ambiental".

O quadro 4 abaixo apresenta uma análise mais abrangente dos impactos ambientais associados às atividades agrícolas nas pequenas propriedades, utilizando a metodologia PEIR. Ao relacionar as pressões exercidas sobre o meio ambiente (como desmatamento e uso de agrotóxicos), o estado dos componentes ambientais (como a perda de habitat e a degradação do solo) e os impactos resultantes (como a redução da biodiversidade e a poluição da água), a tabela permite uma compreensão abrangente das interações entre as atividades humanas e o meio ambiente nessas propriedades. A aplicação da metodologia PEIR nesse contexto revela a complexidade dos problemas ambientais enfrentados pelas pequenas propriedades e a necessidade de adotar medidas de mitigação específicas para cada tipo de impacto.

Os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia demonstram a complexidade e a interconexão dos impactos, evidenciando a necessidade de uma abordagem integrada para a gestão ambiental nessas propriedades. A perda de cobertura vegetal, por exemplo, não apenas reduz a biodiversidade, mas também intensifica processos erosivos, contribuindo para o assoreamento de cursos d'água e a degradação da qualidade da água. A compactação do solo, por sua vez, diminui a infiltração da água e aumenta o escoamento superficial, intensificando a erosão e o assoreamento.

As medidas de mitigação propostas no quadro 4 demonstram a importância de uma abordagem sistêmica para a gestão ambiental das pequenas propriedades. A recuperação de áreas degradadas, por exemplo, não apenas contribui para a restauração da biodiversidade, mas também pode reduzir a erosão do solo e melhorar a qualidade da água. A adoção de práticas conservacionistas, como o plantio em curvas de nível e a cobertura do solo, além de reduzir a erosão, contribui para a melhoria da fertilidade do solo e a retenção de água.

É importante destacar que as medidas de mitigação devem ser adaptadas às condições locais e às características de cada propriedade. A participação dos produtores na definição e implementação dessas medidas é fundamental para garantir o sucesso das ações. A criação de redes de cooperação entre os produtores e o acesso a tecnologias e conhecimentos podem facilitar a adoção de práticas sustentáveis.

Em suma, a aplicação da metodologia PEIR permitiu identificar as principais medidas de mitigação para os impactos ambientais nas pequenas propriedades. A implementação dessas medidas de forma integrada e coordenada é fundamental para garantir a sustentabilidade da produção agrícola e a conservação dos recursos naturais.

Quadro 4 - Relação entre os impactos ambientais, as pressões, o estado do meio ambiente e as possíveis respostas em pequenas propriedades agrícolas.

Impacto Ambiental	Pressão	Estado	Impacto	Resposta (Adaptada para Pequenas Propriedades)
Redução da biodiversidade	Desmatamento, uso de agrotóxicos	Perda de habitat, fragmentação de populações	Diminuição da riqueza de espécies, desequilíbrio ecológico	Criação de corredores ecológicos, plantio de árvores nativas, uso de práticas agrícolas agroecológicas
Perda de habitat	Conversão de áreas naturais para uso agrícola, expansão urbana	Redução da área de habitat natural	Perda de espécies, fragmentação de populações	Restauração de áreas degradadas, criação de áreas de proteção ambiental
Alteração do regime hidrológico	Desmatamento, drenagem de áreas úmidas	Alteração do fluxo hídrico, redução do nível do lençol freático	Assoreamento de rios, inundações, secas	Plantio em curvas de nível, recuperação de nascentes, uso racional da água
Alteração da paisagem natural	Desmatamento, urbanização	Modificação da paisagem, perda de características naturais	Perda de valor estético, perda de serviços ecossistêmicos	Planejamento territorial participativo, criação de áreas de preservação permanente
Fragilização do solo	Erosão, compactação, perda de matéria orgânica	Degradação física, química e biológica do solo	Redução da fertilidade do solo, aumento da erosão	Rotação de culturas, adubação verde, plantio direto
Fragmentação de população	Desmatamento, construção de infraestruturas	Isolamento de populações, redução do fluxo gênico	Perda de diversidade genética, aumento da vulnerabilidade a extinções	Criação de corredores ecológicos, restauração de habitats
Perda de solo por erosão	Desmatamento, cultivo em áreas de declive, pastoreio excessivo	Degradação física do solo, perda da camada superficial	Diminuição da fertilidade, assoreamento de rios, perda de biodiversidade	Plantio em curvas de nível, cobertura do solo com culturas de cobertura, terraços
Empobrecimento do solo	Uso excessivo de fertilizantes, falta de rotação de culturas	Diminuição da matéria orgânica, perda de nutrientes	Redução da produtividade agrícola, degradação da qualidade do solo	Adubação orgânica, rotação de culturas, plantio direto
Redução da biota	Uso de agrotóxicos, perda de matéria orgânica	Diminuição da população de microrganismos e outros organismos do solo	Redução da fertilidade do solo, desequilíbrio ecológico	Redução do uso de agrotóxicos, uso de adubos orgânicos
Compactação do solo	Tráfego de máquinas agrícolas, pastoreio excessivo	Aumento da densidade do solo, redução da porosidade	Dificuldade de enraizamento, redução da infiltração de água	Redução do tráfego de máquinas agrícolas, aeração do solo
Assoreamento	Erosão do solo, desmatamento	Aumento da quantidade de sedimentos nos corpos d'água	Redução da profundidade dos rios, lagos e reservatórios, perda de habitat aquático	Práticas conservacionistas no solo, recuperação de áreas degradadas, construção de barreiras de contenção de sedimentos
Redução da capacidade de armazenamento	Assoreamento, evaporação	Diminuição do volume de água armazenada em reservatórios	Escassez de água para irrigação, consumo humano e animal	Gestão integrada de recursos hídricos, otimização do uso da água
Poluição/contaminação da água	Uso de agrotóxicos, efluentes domésticos	Presença de substâncias tóxicas na água	Riscos à saúde humana, perda de biodiversidade aquática	Tratamento de efluentes domésticos, uso de agrotóxicos menos tóxicos

Fonte: Autores (2025).

4 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo revelam que as atividades agrícolas nas pequenas propriedades da comunidade Riacho dos Cavalos causam impactos ambientais significativos, com destaque para a perda de cobertura vegetal, a degradação do solo e a poluição dos recursos hídricos. A intensificação dessas atividades, associada a práticas de manejo inadequadas, compromete a biodiversidade local, a qualidade dos ecossistemas e a sustentabilidade da produção agrícola a longo prazo.

A análise dos dados demonstra que a maioria dos impactos ambientais identificados é de natureza negativa, com efeitos duradouros e de grande escala. A perda de habitat e a fragmentação de populações, por exemplo, levam à redução da biodiversidade e à desestabilização dos ecossistemas. A degradação do solo, por sua vez, diminui a sua capacidade produtiva e aumenta o risco de erosão e assoreamento dos cursos d'água.

É fundamental ressaltar que os resultados deste estudo se referem a um contexto específico e que são necessárias mais pesquisas para generalizar as conclusões. Além disso, a falta de dados quantitativos sobre a poluição do solo limita a compreensão da magnitude desse problema.

Diante dos resultados obtidos, recomenda-se a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis, como a agroecologia, a recuperação de áreas degradadas e a implementação de sistemas de produção que integrem a agricultura com a conservação ambiental. A criação de políticas públicas que incentivem a adoção dessas práticas, associada à oferta de assistência técnica aos produtores, é fundamental para promover a transição para um modelo de produção mais sustentável.

REFERÊNCIAS

- ARIZA, C. G.; ARAUJO NETO, M. D. Contribuições da geografia para avaliação de impactos ambientais em áreas urbanas, com o emprego da metodologia Pressão – Estado Impacto – Resposta (P.E.I.R.). **Caminhos de Geografia**, v. 11, n. 35, p. 128-139. 2010.
- BOLFE, É. L.; CASTRO JORGE, L. A. de; SANCHES, I. D.; LUCHIARI JÚNIOR, A.; COSTA, C. C. da; VICTORIA, D. de C.; INAMASU, R. Y.; GREGO, C. R.; FERREIRA, V. R.; RAMIREZ, A. R.. Precision and Digital Agriculture: Adoption of Technologies and Perception of Brazilian Farmers. **Agriculture**, v.10, n.1, p.2-16, 2020.
- CANTONATI, M.; POIKANE, S.; PRINGLE, C. M.; STEVENS, L. E.; TURAK, E., HEINO, J.; ZNACHOR, P. Characteristics, main impacts, and stewardship of natural and artificial freshwater environments: consequences for biodiversity conservation. **Water**, v.12, n.1, 260, 2020.
- CAMARGO, A. P P. Agricultura Familiar, Redes de Comercialização e Segurança Alimentar. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 1, p. 49-66, 2019.
- CARVALHO, D. L.; LIMA, A. V. **Metodologias para Avaliação de Impactos Ambientais de Aproveitamentos Hidrelétricos**. In: XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, Anais...Porto Alegre, 2010.
- CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **PIB Agro Cepea-USP/CNA**. 2023. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br>. Acesso em: 17 jul. 2024.
- DHAKAL, B.; KATTEL, R. R. Effects of global changes on ecosystems services of multiple natural resources in mountain agricultural landscapes. **Science of the total environment**, v.676, p.665-682, 2019.
- DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE MONTE ALEGRE DO PIAUÍ. **Monte Alegre do Piauí**. [s.l: s.n.]. CPRM, 2005. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/16163/1/Rel_MonteAlegredoPiaui.pdf>. Acesso em: 17 jul.2024.
- FAUSTO, D. S.; COSTA, J. L. F. T.; NETO, J. C. B.; SANTANA, M. O.; REIVA, F. A. J. Desmatamento: Causas, Consequências e Medidas Preventivas. **Reiva Revista**, v. 6, n. 3, p. 1-6, 2023.
- FONSECA, J. E.; ALCÂNTARA, R.; BARBOSA, J. E. do C.; CAMPOS, P. K. de. Poluição da água e solo por agrotóxicos. **E-locução**, v. 1, n. 15, p. 90-99, 2019.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Diretrizes Voluntárias para a Gestão Sustentável dos Solos**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Italy, 2019.
- FORTINI, R. M.; BRAGA, M. J.; FREITAS, C. O. Impacto das práticas agrícolas conservacionistas na produtividade da terra e no lucro dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 58, n. 2, p. e199479, 2020.
- GRŽINIĆ, G.; PIOTROWICZ-CIEŚLAK, A.; KLIMKOWICZ-PAWLAS, A.; GÓRNY, R. L.; ŁAWNICZEK-WAŁCZYK, A.; PIECHOWICZ, L.; OLKOWSKA, E.; POTRYKUS, M.;

TANKIEWICZ, M.; KRUPKA, M. Intensive poultry farming: A review of the impact on the environment and human health. **Science of the Total Environment**, v. 816, p. 160014, 2022.
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

KUMAR, N.; KUMAR, A.; MARWEIN, B. M.; VERMA, D. K.; JAYABALAN, I.; KUMAR, A.; RAMAMOORTHY, D. Agricultural activities causing water pollution and its mitigation – a review. **International Journal of Modern Agriculture**, v. 10, n. 1, p. 590-609, 2021.

LATINI, A. O.; RESENDE, D. C.; POMBO, V. B.; CORADIN, L. (Org.). **Espécies exóticas invasoras de águas continentais no Brasil**. Brasília: MMA, 2016. 791p. (Série Biodiversidade, 39)

PALÁCIO, F. M. L.; SOUSA, J. G. S.; MORALES, G. P.; PEREIRA JÚNIOR, A. **Construção de índice da qualidade de aterros de resíduos através da avaliação de impacto ambiental**. In: Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, 9., 2018, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre-RS: Instituto Venturi, 2018. p. 1-12.

RODRIGUES, A. S. **Avaliação do impacto do Projeto Hora de Plantar sobre a sustentabilidade dos agricultores familiares da Microrregião do Cariri (CE): o caso do milho híbrido**. 2016. 252 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SALA, S., MCLAREN, S. J., NOTARNICOLA, B., SAOUTER, E., SONESSON, U. In quest of reducing the environmental impacts of food production and consumption. **Journal of cleaner production**, 140, 387-398, 2017.

SANTOS, G. G.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. de. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 115-123, 2010.

SILVA, 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. **Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**. v. 2, n. 3, edição Especial Rio +20, p.76-93, 2012.

SONG, B.; ROBINSON, G. M.; BARDSLEY, D. K. Measuring multifunctional agricultural landscapes. **Land**, v.9, n.8, 260, 2020.

VASCONCELOS, A. C. F.; CÂNDIDO, G. A. Índice de desenvolvimento sustentável municipal participativo: uma aplicação no município de Cabaceiras - PB. **Revista Capital Científico - Eletrônica**, v.9, n.2, p.83-97, 2011.