

Impactos socioambientais da erosão do solo em diferentes áreas de manejo na Amazônia brasileira e práticas sustentáveis de conservação do solo: uma revisão da literatura

Socioenvironmental impacts of soil erosion in different management areas in the Brazilian Amazon and sustainable soil conservation practices: a literature review

Abdul Luís Hassane –1, ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-9829-5307>

Milton César Costa Campos –2, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8183-7069>

Nina Simone Vilaverde Moura –3, ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-5109-717>

Luís Antonio Coutrim dos Santos –4, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0824-0901>

Douglas Marcelo Pinheiro da Silva –5, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3422-1576>

Lucivânia Izidoro da Silva – 6, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7077-1586>

Carlitos Luís Siteio – 7, ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-7565-838X>

Geraldo Luís Charles de Cangela –8, ORCID ID: 0000-0002-8694-7515

1- Professor e Pesquisador da Universidade Zambeze (UniZambeze) – Moçambique. Doutorando em Geografia em Ensino, Território e Ambiente na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Brasil.

2-Professor Titular Doutor em Agronomia (Ciências do Solo) na Universidade Federal da Paraíba (UFPB) – Brasil.

3-Professora Titular Doutora em Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Brasil.

4-Professor Doutor em Agronomia e Ciências do Solo na Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Brasil.

5-Professor Doutor em Agronomia no Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) – Brasil.

6-Doutoranda em Agronomia Tropical na Universidade Federal do Amazonas (UFAM) – Brasil.

7-Professor Doutor em Ciências Ambientais e Sustentabilidade da Universidade Save (UniSave), Inhambane – Moçambique.

8-Professor Doutor em Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Zambeze (UniZambeze) – Moçambique.

RESUMO: O bioma Amazônico, a maior floresta tropical do mundo, desempenha um papel crucial no equilíbrio climático global e na preservação da biodiversidade. No entanto, o avanço das atividades econômicas tem agravado a degradação ambiental, tornando urgente a adoção de medidas de conservação. O desmatamento, impulsionado pela expansão agropecuária, queimadas e mineração, compromete a estabilidade dos solos amazônicos e gera impactos socioambientais significativos. Este artigo tem como objetivo analisar os efeitos da erosão do solo em diferentes áreas de manejo na Amazônia Brasileira e investigar práticas sustentáveis para sua conservação, por meio de uma abordagem qualitativa baseada em revisão bibliográfica. Os resultados demonstram que a erosão do solo não é apenas uma preocupação ambiental, mas também social e econômica. A exploração madeireira, agropecuária e mineral deve ser planejada de forma criteriosa para mitigar impactos negativos. A gestão adequada do solo e a implementação de práticas conservacionistas desde os primeiros estágios são fundamentais para garantir sua preservação e produtividade sustentável. Além disso, o fortalecimento de políticas públicas voltadas ao monitoramento do desmatamento e à exploração dos recursos naturais é essencial. Estratégias eficazes de conservação devem incluir o envolvimento das comunidades locais, promovendo conscientização e engajamento. Uma fiscalização ambiental eficiente, baseada em medidas concretas e permanentes, pode assegurar a proteção do bioma. Somente por meio de um esforço colaborativo será possível preservar a riqueza natural da Amazônia e garantir um futuro sustentável para as próximas gerações.

Palavras-chave: Antropização. Manejo sustentável. Processo erosivo. Qualidade ambiental. Solos Amazônicos.

ABSTRACT: The Amazon biome, the world's largest tropical forest, plays a crucial role in global climate balance and biodiversity preservation. However, the expansion of economic activities has exacerbated environmental degradation, making conservation measures urgently necessary. Deforestation, driven by agricultural expansion, wildfires, and mining, compromises the stability of Amazonian soils and leads to significant socio-environmental impacts. This article aims to analyze the effects of soil erosion in different management areas of the Brazilian Amazon and investigate sustainable conservation practices through a qualitative approach based on a literature review. The results show that soil erosion is not only an environmental concern but also a social and economic issue. Logging, agriculture, and mining must be carefully planned to mitigate negative impacts. Proper soil management and the implementation of conservation practices from the earliest stages are essential to ensure preservation and sustainable productivity. Furthermore, strengthening public policies focused on deforestation monitoring and natural resource management is fundamental. Effective conservation strategies should include the involvement of local communities, fostering awareness and engagement. Efficient environmental oversight, based on concrete and permanent measures, can safeguard the biome. Only through a collaborative effort will it be possible to preserve the Amazon's natural wealth and ensure a sustainable future for the next generations.

Keywords: Anthropization. Sustainable management. Erosive process. Environmental quality. Amazonian soils.

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia, reconhecida mundialmente por sua imensa reserva de água potável, riqueza mineral e biodiversidade tropical, tem sido alvo de crescente preocupação devido ao impacto das atividades antrópicas sobre seus recursos naturais. O uso sustentável do solo, em particular, emerge como um tema central de discussão, pois sua qualidade e conservação são essenciais para a manutenção dos ecossistemas da região (Nascimento, 2016).

Considerada a maior floresta tropical do planeta, a Amazônia desempenha papel vital na regulação climática e na prestação de serviços ambientais indispensáveis à sustentabilidade global (IPEA, 2008). Entretanto, práticas como a conversão de florestas em áreas agrícolas, mineração e queimadas vêm gerando sucessivas alterações no equilíbrio natural dos solos, modificando seus atributos físicos, químicos e biológicos. Esses fenômenos aceleram a degradação dos recursos naturais e impactam negativamente a qualidade de vida, a economia local e a biodiversidade (Sales, 2019).

A recuperação funcional e estrutural das matas amazônicas, por outro lado, fortalece a qualidade dos solos, amplia a biodiversidade e reduz processos erosivos (Bertoni, 2014). Na região do Amazonas, o desmatamento, queimadas e a conversão de florestas em pastagens e áreas agrícolas têm sido agentes de degradação ambiental, provocando instabilidade do solo, erosão e contaminação, com consequências diretas sobre o bem-estar e a saúde das comunidades locais.

O manejo do solo na Amazônia brasileira, frequentemente negligenciado, tem sido associado à exploração desenfreada de recursos naturais, ocasionando danos ambientais significativos ao longo das décadas (Santos et al., 2014). A expansão de atividades agropecuárias e minerárias sem critérios técnicos tem intensificado o empobrecimento e a erosão dos solos, agravando os desafios ambientais da região (Silva et al., 2015).

A Amazônia Legal Brasileira (ALB), abrangendo vastos territórios do Amazonas ao Maranhão e de Roraima ao Mato Grosso, enfrenta impactos substanciais decorrentes da urbanização e infraestrutura. Fatores socioeconômicos e políticas de desenvolvimento regional intensificam o desmatamento, particularmente no Arco de Desflorestamento, que compreende áreas nos estados do Maranhão, Pará, Tocantins, Rondônia, Mato Grosso, Amazonas e Acre (Sales, 2019; Becker, 2010). Essa alteração no uso do solo provoca degradação estrutural, acelerando a erosão e comprometendo sua capacidade produtiva (Oliveira et al., 2016).

Diante desse contexto, a erosão dos solos na Amazônia apresenta impactos socioambientais severos, afetando desde a fertilidade do solo agrícola até a conservação dos ecossistemas fluviais. Em áreas de manejo agrícola e pecuário, a perda da camada superficial do solo compromete a produção de alimentos e eleva a dependência de fertilizantes químicos. Já em áreas de exploração madeireira e mineraria, a remoção da vegetação intensifica o assoreamento dos rios, afetando diretamente a biodiversidade local. Esses processos contribuem para desequilíbrios climáticos e ambientais, dificultando a subsistência das comunidades amazônicas. Com base nesses desafios, surge a seguinte questão de pesquisa: *"Quais são os principais impactos socioambientais da erosão do solo em diferentes áreas de manejo na Amazônia Brasileira e de que maneira as práticas sustentáveis de conservação do solo podem mitigar esses efeitos?"*

A pesquisa sobre a temática do manejo do solo na Amazônia Legal é essencial para mapear as consequências do uso inadequado dos recursos naturais e subsidiar a formulação de estratégias eficazes de conservação (Nunes et al., 2012). Historicamente, a gestão imprópria desses recursos tem intensificado os processos erosivos, resultando em prejuízos socioeconômicos e ambientais para as populações locais.

Diante desse cenário, esta pesquisa se justifica pela necessidade de fornecer suporte teórico e técnico para a proposição de práticas sustentáveis de manejo do solo, visando mitigar impactos ambientais adversos e fortalecer a conservação da Amazônia. A compreensão aprofundada dos processos erosivos é crucial para a formulação de diagnósticos que orientem a adoção de melhores práticas conservacionistas, promovendo a sustentabilidade e o equilíbrio ecológico da região. Este estudo tem como objetivo analisar os impactos socioambientais da erosão do solo em diferentes áreas de manejo na Amazônia Brasileira. A partir dessa análise, busca-se identificar e propor estratégias sustentáveis de conservação, visando reduzir os efeitos negativos da degradação do solo e contribuir para a melhoria da qualidade ambiental e para o desenvolvimento sustentável das comunidades locais.

2. Metodologia e operacionalização da pesquisa

O artigo apresenta uma metodologia qualitativa para a sua operacionalização, realizada por meio de uma pesquisa de revisão bibliográfica, focada nos impactos socioambientais da erosão do solo em diferentes áreas de manejo na Amazônia Brasileira e nas práticas sustentáveis de conservação do solo. De acordo com Sousa *et al.*, (2021) e Campos *et al.*, (2023), a pesquisa bibliográfica com abordagem qualitativa permite identificar dados de pesquisas já existentes em determinada área temática, auxiliando na identificação de lacunas e soluções.

Essa pesquisa possibilita uma aproximação entre a teoria e a realidade, fornecendo subsídios para intervenções práticas e soluções viáveis para minimizar o problema em questão. Além disso, essa abordagem metodológica facilita a compreensão de contextos complexos e multifacetados, oferecendo uma visão holística das questões ambientais e socioeconômicas relacionadas à erosão do solo na Amazônia. Isso reforça a importância de revisões contínuas da literatura para manter a relevância e atualidade das intervenções

propostas. A metodologia da pesquisa para a produção do artigo seguiu três etapas principais, conforme apresentado no quadro 01.

Quadro 01: Etapa, Descrição Metodológica e operacionalização da pesquisa

Etapa	Descrição metodológica e operacionalização da pesquisa
Levantamento de Materiais Bibliográficos e Documentos (I)	Nesta etapa, foi realizada a coleta de dados de fontes acadêmicas e científicas relevantes sobre os impactos socioambientais da erosão do solo em diferentes áreas de manejo na Amazônia Brasileira, bem como sobre práticas sustentáveis de conservação do solo. A busca incluiu artigos científicos, publicações em jornais, revistas e periódicos, dissertações, teses, relatórios, websites de revistas e bibliotecas digitais de universidades.
Análise de resultados e discussão (II)	Nessa fase, foi realizada uma análise crítica dos dados coletados, seguida de uma revisão bibliográfica abrangente. Os subtítulos analisados incluíram: características gerais da Amazônia Legal, usos e manejo do solo em diferentes ambientes amazônicos, erosão do solo na região Amazônica, influência dos atributos do solo na erosão, impactos socioambientais da erosão do solo na Amazônia, e práticas sustentáveis de conservação do solo.
Considerações finais (III)	Esta etapa sintetiza as principais Considerações Finais da pesquisa e apresenta recomendações. Foram propostas melhorias em políticas públicas e práticas de gestão ambiental, visando minimizar a erosão dos solos na Amazônia Brasileira, enfatizando estratégias sustentáveis de conservação do solo,

Elaborado pelos autores

A metodologia adotada permitiu não apenas uma compreensão e análise aprofundada dos impactos socioambientais da erosão do solo, mas também forneceu um embasamento sólido para o desenvolvimento de estratégias de mitigação que sejam cientificamente robustas e socialmente equitativas. Além disso, a contínua revisão da literatura é essencial para garantir que as intervenções propostas permaneçam relevantes e eficazes à luz das novas descobertas e dos desafios emergentes na região Amazônica.

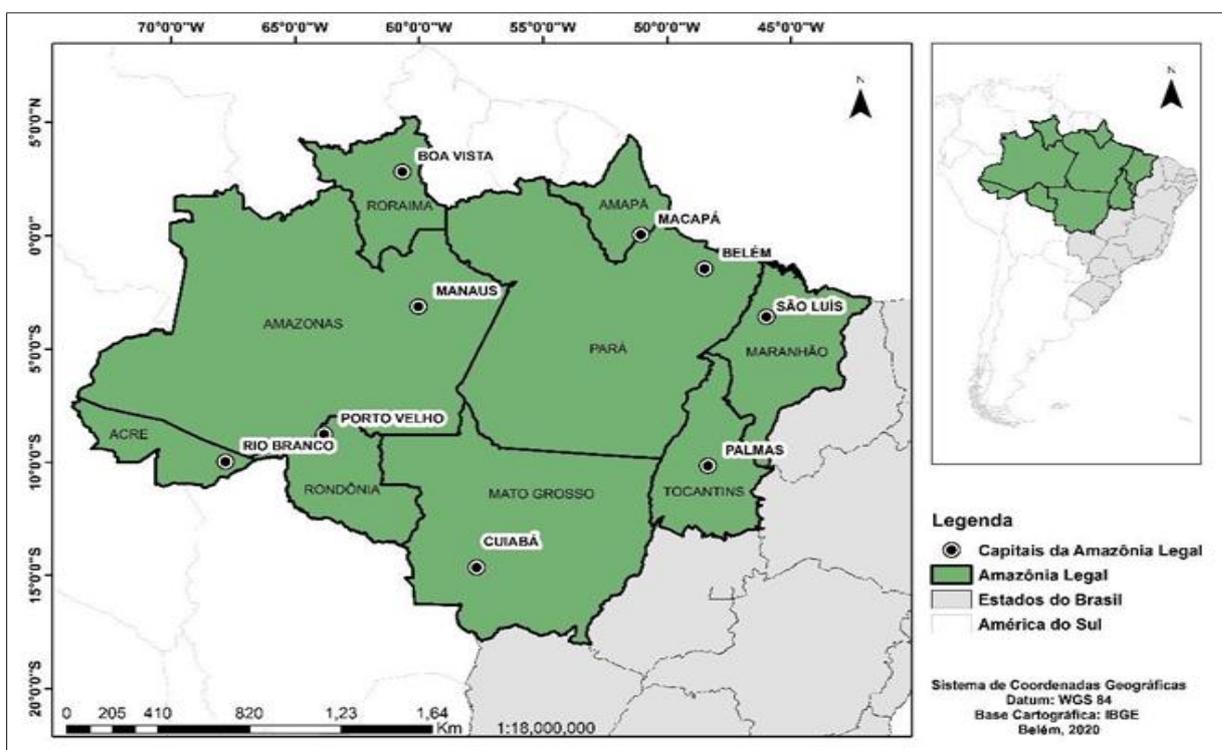
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características gerais da Amazônia Legal

O início da ocupação da Amazônia é datado de meados do século XVI (1559), quando europeus holandeses, ingleses e franceses navegavam pelos rios da Amazônia e procuravam fixar núcleos de povoamento e colonização (Teixeira et al., 1998; Menezes, 2008). Instituída em 1959, pela Lei n.º 1.806, de 06/01/1953, com o intuito de melhor planejar o

desenvolvimento social e econômico da região, a Amazônia Legal Brasileira – ALB, também conhecida como Amazônia brasileira, possui área total de 5 milhões de km² e ocupa 59% do território brasileiro (IPEA, 2008), abrangendo 772 municípios de nove estados e suas respectivas capitais: Manaus (AM), Rio Branco (AC), Boa Vista (RR), Porto velho (RO), Belém (PA), Macapá (AP), Cuiabá (MT), São Luís (MA) e Palmas (TO), (IBGE, 2015; Oliveira et al., 2020), conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1. Mapa de localização da Amazônia Legal Brasileira

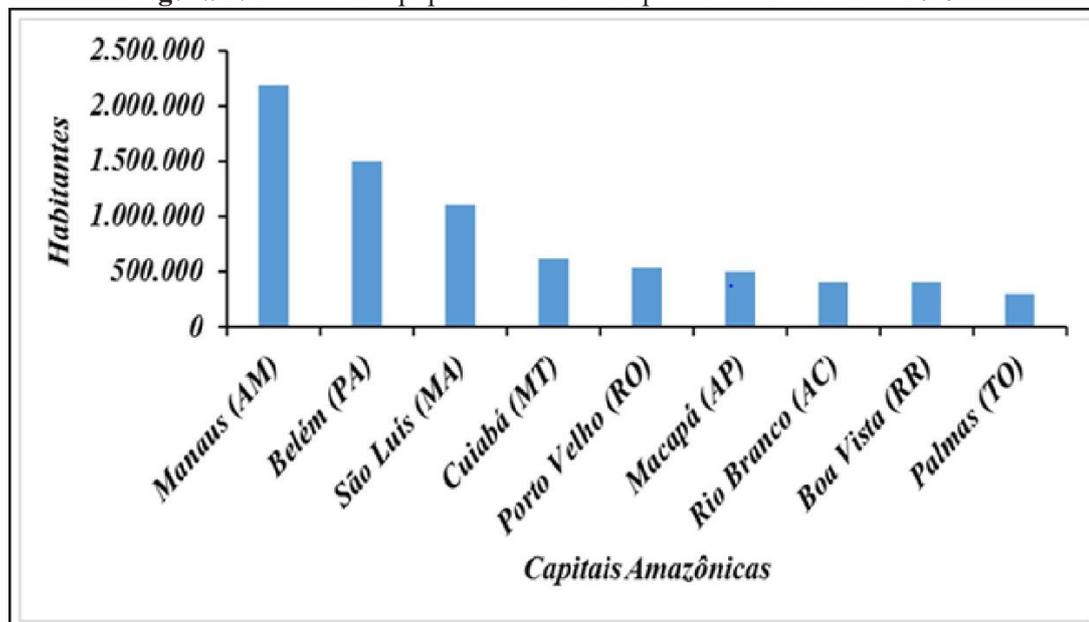


Fonte: Oliveira et al., (2020)

De acordo com o IBGE (2019), as capitais da Amazônia Brasileira apresentam uma população que varia de quase 300 mil a um pouco mais de 2 milhões de habitantes, tendo os municípios de Manaus e de Belém como os mais populosos desta região. Essa concentração populacional pode ser explicada por fatores geográficos e econômicos, como a disponibilidade de infraestrutura, oportunidades de trabalho e acesso a recursos naturais. Estudos demográficos indicam que a urbanização em áreas da Amazônia é fortemente influenciada por corredores econômicos e pela capacidade das cidades de oferecer serviços essenciais à população. Assim, as demais capitais apresentam uma população relativamente baixa quando comparadas a Manaus e Belém, refletindo desigualdades regionais no

desenvolvimento urbano e na distribuição de investimentos públicos, conforme indica a Figura 1.

Figura 2. Estimativas populacionais das capitais amazônicas em 2019

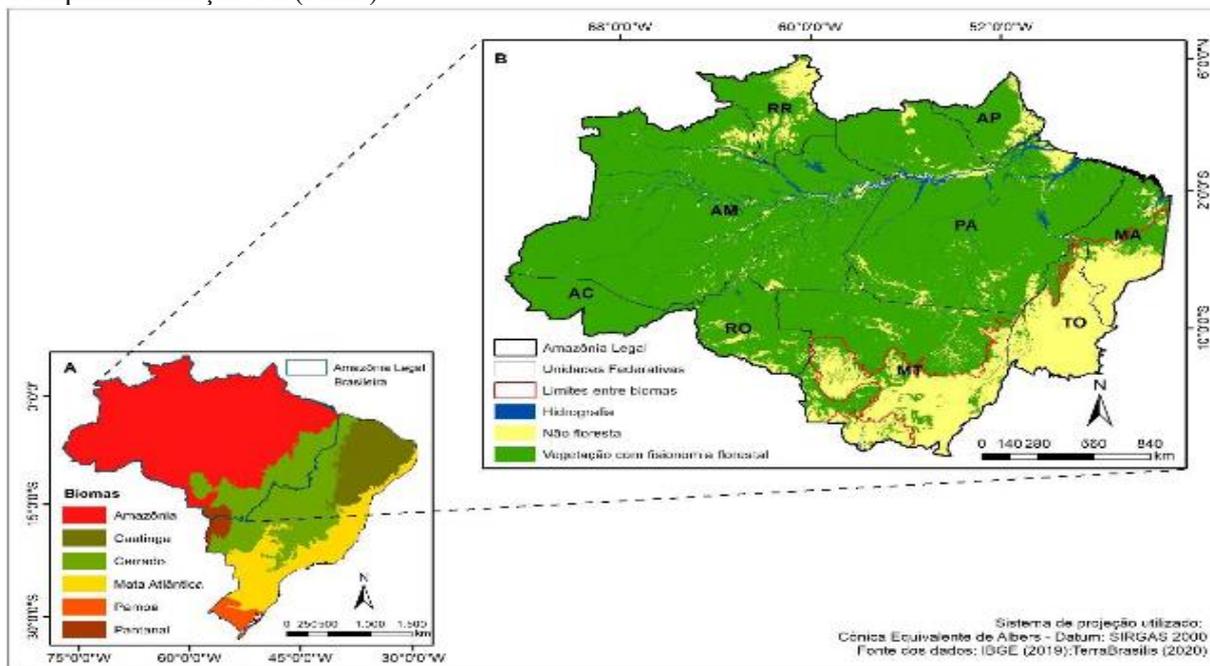


Fonte: IBGE (2019), elaborado pelos Oliveira *et al.*, (2020)

Estes estados têm estrutura ecológica, condições econômicas, políticas e sociais semelhantes (Ometto et al. 2016). Esta delimitação inclui não somente o bioma Amazônia, mas também áreas de Cerrado e do Pantanal e se estende em aproximadamente 5 milhões de quilômetros quadrados, o que corresponde a aproximadamente 59% do território nacional (Figura 1). As fitofisionomias florestais cobriam uma área originalmente em torno de 4 milhões de quilômetros quadrados na Amazônia Legal Brasileira (ALB), o que corresponde a aproximadamente 79% da área. As áreas não pertencentes aos dominios florestais são denominadas, pelo metodologia do programa do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), como “não-floresta”, que, somadas com a hidrografia, ocupam as áreas remanescentes da ALB (Tabela 1).

O estado do Amazonas concentra a maior parte da vegetação florestal na ALB, seguido pelos estados do Pará e Mato Grosso. Os estados do Acre, do Amazonas e do Pará têm mais de 90% de seu território formado por vegetação florestal. Por outro lado, devido à localização em áreas de transição como as savanas do Cerrado, em estados como o Tocantins, o Maranhão e o Mato Grosso, a proporção das áreas com fisionomia florestais tem menor representatividade (Messias et al. 2021), conforme apresenta a Figura 3 e a Tabela 1.

Figura 3. (A) Mapa de localização da ALB em relação aos biomas brasileiros; (B) Compartimentação da (ALB)



Fonte: Messias et al. (2021).

Tabela 1. Área de não-floresta e hidrografia, áreas constituídas originalmente por fisionomia florestal e proporção de área constituída originalmente por fisionomia florestais nas Unidades Federativas (UF) da ALB.

Estado	Área do estado	Área de não-floresta e hidrografia (Km ²)	Área original com fisionomia florestal (Km ²)	Proporção de área original com fisionomia florestal (%)
Acre	164.052,52	184,16	163.868,36	99,89
Amapá	142.439,22	29.394,67	113.044,55	79,36
Amazonas	1.559.027,59	99.471,29	1.459.556,30	93,62
Maranhão	262.467,90	118.337,60	144.130,21	54,91
Mato Grosso	902.980,47	381.997,70	520.982,77	57,70
Pará	1.247.766,29	117.371,59	1.130.394,70	90,59
Rondônia	237.780,46	26.283,51	211.496,95	88,95
Roraima	223.920,94	62.753,73	161.167,21	71,98
Tocantins	277.157,41	237.123,31	40.034,10	14,44
ALB	5.017.592,80	1.072.917,65	3.944.675,15	78,62

Fonte: Messias et al. (2021)

As fitofisionomias da Amazônia são bastante diversas, variando desde as savanas até os cerrados, com predomínio das florestas nas suas mais variadas fitofisionomias e intimamente associadas ao clima e solo (Messias et al. 2021). A Floresta Amazônica é

caracterizada por uma enorme diversidade de ambientes, com mais de 600 tipos diferentes de *habitats* terrestres e rios de água doce (MMA/SBF, 2013) que abrigam vidas selvagens diversificadas.

De acordo com Salati (1984) e Homma (2014), a Amazônia Legal apresenta as médias mensais de 48 estações meteorológicas espalhadas pela Amazônia. A Região Amazônica apresenta um clima equatorial, onde predominam, na área central, temperaturas médias de 24 a 27 °C e chuvas em geral superiores a 1.700 mm/ano, podendo chegar até 3.600 mm anuais (Ab'sáber, 2003). A umidade relativa do ar é superior a 80% durante a maior parte do ano. O clima não é uniforme, pois há regiões onde se constata a estação seca bem definida, com baixa umidade relativa do ar (típica do cerrado), e outras bem úmidas, onde praticamente inexistente a estação seca. Embora os solos sejam ácidos e pobres em nutrientes, evidencia-se a abundância de terras agricultáveis, além de outros recursos naturais, como depósitos minerais e florestas naturais que, em grande parte, permanecem inexplorados (Margulis, 2003).

A bacia hidrográfica amazônica possui mais de 6 milhões de quilômetros quadrados e abriga 20% da água doce do planeta (Ab'sáber, 2003). Além de ser reconhecida como a área de maior biodiversidade e reserva de água potável mundial (IBGE, 2015), desempenha um papel crucial na regulação climática global, influenciando os ciclos de precipitação e atuando como um sumidouro de carbono, essencial para a estabilidade atmosférica (Fearnside, 2018). No entanto, sua preservação enfrenta desafios significativos, incluindo o desmatamento acelerado, as mudanças climáticas e a exploração econômica descontrolada, fatores que comprometem a integridade dos ecossistemas e a disponibilidade hídrica da região. Assim, medidas de conservação e gestão sustentável são fundamentais para que esse patrimônio natural continue a contribuir para o equilíbrio ambiental do planeta.

Além da sua importância ecológica, a Amazônia é habitada por diversos grupos étnicos tradicionais, resultado de processos históricos de colonização e miscigenação (Oliveira et al., 2015). No entanto, apesar de sua rica biodiversidade, a região enfrenta desafios de infraestrutura, incluindo estradas precárias e limitações na navegação fluvial, o que dificulta a mobilidade e o desenvolvimento local. Outro fator relevante é a fragilidade dos solos amazônicos, naturalmente pobres e dependentes da ciclagem interna de nutrientes para manter sua exuberante vegetação. Entretanto, o desmatamento e a conversão de florestas em

áreas agrícolas comprometem a estabilidade do solo, tornando-o vulnerável à erosão e degradação dos recursos naturais (Andon et al., 2014).

A cobertura vegetal desempenha um papel essencial na conservação do solo, na manutenção dos ciclos hídricos e na preservação da fertilidade (Brady et al., 2013; Bertoni, 2014). Porém, a ocupação desordenada da Amazônia intensifica os impactos ambientais, sobretudo devido à ação humana. Além disso, a biodiversidade amazônica não apenas sustenta o equilíbrio ecológico, mas também fornece serviços ecossistêmicos estratégicos, como segurança alimentar, saúde e turismo. Nesse contexto, a bioeconomia relação entre biodiversidade e economia – reforça a necessidade de conservação sustentável dos recursos naturais para um crescimento econômico equilibrado. Portanto, o manejo adequado do solo é indispensável para a preservação ambiental e a sustentabilidade da região.

3.2. Usos e manejo do solo em diferentes ambientes amazônicos

O manejo do solo na Amazônia desempenha um papel crucial na sustentabilidade dos ecossistemas, sendo impactado por fatores naturais e antrópicos. Nesse contexto, a fertilidade do solo amazônico está diretamente ligada ao equilíbrio entre a cobertura vegetal e os processos biogeoquímicos que garantem a ciclagem de nutrientes essenciais contidos na matéria orgânica (Oliveira, 2018; Enck et al., 2020). Entretanto, práticas agrícolas inadequadas, como monocultura extensiva e pecuária intensiva, comprometem esse equilíbrio e aceleram a degradação ambiental. Além disso, a utilização do fogo para limpar áreas de pastagem, embora comum, causa danos irreversíveis, afetando a qualidade química e física do solo e promovendo a lixiviação de nutrientes essenciais (Durães et al., 2016). Conseqüentemente, a remoção da cobertura vegetal facilita a erosão, expondo o solo à ação climática e reduzindo sua capacidade de suporte para a biodiversidade local (Bertoni, 2017). Somado a isso, o crescimento do desmatamento e a conversão de áreas naturais em terrenos agrícolas desestabilizam os ecossistemas e intensificam os impactos negativos da exploração da terra.

Diante desses desafios, estratégias sustentáveis são fundamentais para minimizar os danos e promover um uso racional dos recursos naturais da região. Nesse sentido, práticas como sistemas agroflorestais, rotação de culturas e reflorestamento ajudam a restaurar a fertilidade do solo, permitindo a produção sustentável de alimentos sem comprometer o meio

ambiente (Santos et al., 2015). Por exemplo, o modelo agroflorestal, que combina espécies arbóreas com cultivos agrícolas e áreas de pastagem, oferece benefícios econômicos e ecológicos às comunidades rurais, permitindo o desenvolvimento sustentável da Amazônia (Daniel, 2000; Menezes, 2017).

Além disso, a fiscalização e o monitoramento contínuos do uso do solo são indispensáveis para garantir que as práticas agrícolas e extrativistas não comprometam a conservação da floresta e dos recursos hídricos (Oliveira et al., 2015). Ademais, investimentos em pesquisas e tecnologias voltadas para a recuperação e preservação ambiental são essenciais para traçar estratégias eficazes de mitigação dos impactos da ocupação humana na região (Frozzi et al., 2018). Portanto, a responsabilidade pela preservação do solo na Amazônia é coletiva, e seu manejo adequado depende da adoção de políticas públicas e práticas sustentáveis que garantam sua conservação para as gerações futuras.

3.2. Erosão do solo na região Amazônica

A erosão do solo na região Amazônica é um fenômeno complexo que envolve a desagregação, transporte e deposição de partículas, resultante da interação entre fatores naturais e antrópicos (Barbosa, 2020). Esse processo é analisado sob diversas perspectivas científicas, sendo objeto de estudo por profissionais de múltiplas áreas do conhecimento, como agronomia, geologia, geografia, engenharia civil e ambiental (Bertoni, 2014; Oliveira et al., 2018). Do ponto de vista geológico e geográfico, a erosão não se restringe à degradação do solo, mas também compreende um conjunto de processos responsáveis pela modelagem da paisagem terrestre ao longo do tempo (Lepsch, 2002). Embora ocorra naturalmente devido a agentes erosivos como precipitação, ventos e fluxos fluviais, sua intensidade pode ser significativamente ampliada por interferências humanas.

A ação antrópica, especialmente por meio do desmatamento intensivo, da expansão urbana desordenada e de práticas agrícolas inadequadas, amplifica drasticamente os efeitos erosivos na região (Hassane et al., 2023). A remoção da cobertura vegetal reduz a estabilidade estrutural do solo, aumentando sua suscetibilidade à erosão hídrica. Além disso, o uso excessivo do solo para atividades agropecuárias sem técnicas de conservação compromete sua fertilidade e contribui para a formação de ravinas e voçorocas, alterando significativamente os ecossistemas locais.

A erosão acelerada na Amazônia tem consequências diretas para a biodiversidade, o ciclo hidrológico e a qualidade dos recursos naturais. Além dos fatores antrópicos, os processos erosivos são influenciados por condições climáticas, como chuvas intensas e ventos fortes, além das características do solo, como textura e capacidade de infiltração. No Brasil, o clima tropical favorece a erosão devido à alta pluviosidade em determinados períodos.

Assim, a erosão pode ser classificada em duas grandes categorias: geológica, que ocorre naturalmente ao longo do tempo, e antrópica, intensificada pela ação humana (Souza et al., 2017). Existem diferentes tipos de erosão, como a hídrica (causada pela água), a eólica (decorrente da ação do vento) e a pluvial (relacionada à chuva) (Lepsch, 2002; Bertoni, 2014). Esses processos podem gerar impactos ambientais e econômicos significativos, dificultando a recuperação natural do solo (Silva et al., 2021). Consequentemente, estratégias de conservação são essenciais para minimizar seus efeitos negativos (Ranhe et al., 2012). A erosão hídrica ocorre devido ao impacto das chuvas sobre o solo, provocando a desagregação e o transporte de partículas, principalmente em áreas sem cobertura vegetal (Fonseca, 2014; Lima, et al. 2016). Segundo Magalhães (2001), esse fenômeno pode se manifestar de forma laminar, em sulcos ou até na formação de voçorocas, seu estágio mais avançado (Carvalho et al., 2001).

No Brasil, a erosão hídrica afeta tanto áreas agrícolas quanto florestais, comprometendo a fertilidade do solo e a produtividade agropecuária (Telles et al., 2009). Na Amazônia, o desmatamento para a pecuária acelera esse processo, levando à degradação das pastagens e causando impactos ambientais diversos (Soares et al., 2018). A erosão do solo varia conforme as características físicas e químicas do terreno, sendo agravada pelo uso inadequado dos recursos naturais. Esse fenômeno compromete a produção agrícola e contribui para problemas ambientais, como o assoreamento de rios, o aumento da ocorrência de enchentes e a escassez hídrica (Silva et al., 2016; Oliveira, 2018).

Diante desse cenário, o planejamento sustentável e a implementação de práticas de controle são fundamentais para mitigar os impactos da erosão do solo, especialmente em ambientes amazônicos. Nesse contexto, estratégias de manejo sustentável e políticas ambientais eficazes desempenham um papel essencial na preservação dos solos e dos ecossistemas associados. Além disso, medidas como a conservação da cobertura vegetal, o manejo adequado do solo e o uso de técnicas de contenção são indispensáveis para garantir a preservação ambiental, melhorar as condições produtivas e reduzir os impactos socioeconômicos na região. Dessa

maneira, a integração dessas abordagens contribui para a sustentabilidade dos recursos naturais e para o equilíbrio ecológico, promovendo um desenvolvimento mais responsável e duradouro.

3.3 Influências dos atributos e erosão do solo em ambiente amazônico

A erosão do solo na Amazônia é um fenômeno multifatorial, influenciado por variabilidades climáticas, uso da terra e características intrínsecas do solo (Stefanoski, *et al* 2013). A intensa precipitação pluvial na região acelera a erosão, especialmente em áreas desmatadas, onde a ausência de cobertura vegetal deixa o solo mais vulnerável à ação da água e do vento. Além disso, queimadas compactam o solo, reduzindo sua capacidade de infiltração de água e aumentando o escoamento superficial, o que, por sua vez, intensifica a perda de solo fértil (Camargo *et al.*, 2008).

Os atributos químicos do solo amazônico também desempenham papel crucial na sua estabilidade. Diferentes manejos agrícolas afetam a fertilidade e qualidade ambiental do solo, tornando-o mais ou menos suscetível à erosão. O monitoramento das ações antrópicas e a implementação de práticas sustentáveis são essenciais para mitigar os impactos da degradação do solo e preservar a biodiversidade (Costa, *et al.*, 2013). Além dos atributos químicos, os aspectos físicos e biológicos do solo influenciam diretamente sua estabilidade e produtividade nos sistemas agrícolas e florestais. Fatores como estrutura do solo, densidade, volume de poros, acidez e biomassa microbiana são determinantes na qualidade do solo e na sustentabilidade ambiental (Frozzi *et al.*, 2018). Dessa maneira, um manejo adequado, baseado na compreensão dessas propriedades, favorece a conservação dos recursos naturais e evita a degradação dos ecossistemas.

A erosão do solo ocorre quando há comprometimento desses atributos essenciais, afetando negativamente a fertilidade e a sustentabilidade dos sistemas produtivos. Esse fenômeno se torna especialmente preocupante em áreas agrícolas, florestais e de pastagens, onde práticas inadequadas aceleram a degradação do solo, resultando em impactos ambientais e econômicos significativos (Soares *et al.*, 2018; Hassane, 2021). Portanto, compreender a influência dos atributos do solo na erosão é fundamental para o desenvolvimento de estratégias

de recuperação que minimizem impactos negativos e promovam a conservação (Silva et al., 2016).

Os solos amazônicos, naturalmente pobres em nutrientes devido ao intemperismo e ao material de origem, dependem da cobertura vegetal para manter sua fertilidade. A serrapilheira, camada superficial rica em matéria orgânica, sustenta a biodiversidade e promove a ciclagem de nutrientes por meio da ação de insetos, fungos e bactérias (Brito et al., 2020). No entanto, o desmatamento compromete esse equilíbrio, aumentando a suscetibilidade do solo à erosão, elevando sua temperatura devido à oxidação da matéria orgânica e afetando negativamente a fauna (Sales, 2019). O manejo inadequado do solo amazônico, incluindo desmatamento, mineração, queimadas e pastoreio excessivo, leva à perda da cobertura vegetal e intensifica os processos erosivos. O uso intensivo do solo sem planejamento reduz sua fertilidade e altera sua estrutura, acelerando a degradação (Corrêa et al., 2010). Dessa forma, compreender os atributos do solo e sua relação com práticas de manejo sustentável é essencial para minimizar perdas e garantir a resiliência dos sistemas agrícolas.

A textura do solo, definida pela proporção de areia, silte e argila, influencia diretamente suas propriedades físicas e biológicas. A porosidade, por exemplo, regula a retenção e o fluxo de água, impactando sua estabilidade estrutural (Menezes et al., 2017). Assim, a avaliação desses atributos é indispensável para a implementação de práticas de conservação que otimizem o uso dos recursos naturais e evitem a degradação ambiental (Corrêa et al., 2010). A matéria orgânica do solo (MOS) desempenha um papel essencial na manutenção da fertilidade e sustentabilidade dos agroecossistemas. Composta por microrganismos vivos e mortos, resíduos vegetais e animais, a MOS sofre processos de deposição, decomposição e renovação, sendo diretamente influenciada pelo tipo de vegetação e manejo adotado (Silva, 2010; Costa et al., 2013).

O declínio da matéria orgânica, agravado por práticas agrícolas inadequadas, compromete a agregação e consistência do solo, tornando-o mais suscetível à erosão e reduzindo sua resistência à penetração. Nesse sentido, a aplicação de material orgânico é uma estratégia eficaz para melhorar a fertilidade do solo e reduzir sua degradação, promovendo a sustentabilidade dos sistemas produtivos (Oliveira et al., 2016). Além de influenciar diretamente a estrutura do solo, a MOS aumenta sua capacidade de retenção de água devido à elevada área superficial e cargas elétricas (Braidá et al., 2011). Indiretamente, melhora a agregação, consistência

e estabilidade estrutural do solo, garantindo sua conservação e uso sustentável (Khorramdel et al., 2013).

A deposição da matéria orgânica nos solos amazônicos varia conforme o tipo de vegetação, localização geográfica e condições climáticas, sendo um fator determinante para a fertilidade e manutenção dos ecossistemas florestais (Brito et al., 2020). Contudo, a degradação acelerada do solo na Amazônia, intensificada por atividades como desmatamento e queimadas, resulta na oxidação da matéria orgânica e na ampliação dos processos erosivos. Nesse contexto, a avaliação dos atributos físicos e biológicos do solo sob diferentes sistemas de manejo é essencial para a formulação de estratégias de conservação que garantam a sustentabilidade dos ecossistemas e recursos naturais.

3.4 Impactos socioambientais da erosão do solo

A erosão do solo na Amazônia causa impactos socioambientais significativos, afetando o meio ambiente e as comunidades locais. A degradação do solo ocorre pela remoção de nutrientes essenciais, reduzindo sua fertilidade e dificultando a regeneração da vegetação. Comunidades ribeirinhas enfrentam riscos devido ao assoreamento dos rios e à perda de terras, comprometendo moradias e meios de subsistência. O acúmulo de sedimentos altera o fluxo dos rios, criando obstáculos ao transporte e ao acesso a recursos naturais. Além disso, a erosão contribui para a destruição de habitats, afetando a fauna e a flora locais. Eventos climáticos extremos, como secas prolongadas e chuvas intensas, aceleram o desgaste do solo, agravando o problema (IPCC, 2023).

Os impactos da erosão resultam da intervenção humana e do crescimento populacional desordenado, que levam ao desmatamento e à degradação do solo. A perda da cobertura vegetal compromete a qualidade do solo e reduz a biodiversidade, afetando serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação do clima e a retenção de água (Souza, 2018; Sales, 2019; Hassane, 2021). Essas alterações impactam diretamente os ecossistemas e as populações locais, que dependem dos recursos naturais para sua subsistência. A erosão acelerada é agravada pelo uso inadequado do solo, comprometendo sua fertilidade e a produtividade agrícola e florestal. Esse desgaste interfere na ocupação territorial, na poluição das águas e no equilíbrio ecológico. Observa-se o assoreamento de cursos d'água e a desertificação, ambos prejudican-

do a capacidade produtiva das terras agrícolas e florestais. Além disso, as mudanças na paisagem contribuem para a extinção de espécies vegetais e animais, impactando profundamente a fauna e a flora da região (Campos et al., 2017).

Os impactos da erosão podem ser analisados em três dimensões: ambiental, econômica e social. No aspecto ambiental, há perda de matéria orgânica, redução da retenção de água, intensificação do assoreamento de rios e lagos e degradação de ecossistemas terrestres e aquáticos (Telles et al., 2009; Bertoni, 2014). No âmbito econômico, a erosão compromete a produtividade agrícola, aumenta os custos de produção e torna as terras menos propícias ao cultivo. Além disso, afeta a infraestrutura local, dificultando o deslocamento e ampliando os gastos com recuperação ambiental. Socialmente, a erosão pode causar deslizamentos de terra, destruição de infraestruturas e elevação do preço da água potável. Esses fatores contribuem para o êxodo rural e urbano, promovendo desestruturação social e desequilíbrios econômicos regionais (Guerra, 2014). Em muitos casos, comunidades são obrigadas a modificar seus hábitos e formas de organização, impactando suas culturas tradicionais (Ferreira et al., 2015).

Diante desses desafios, torna-se essencial adotar práticas de manejo sustentáveis e estratégias de conservação ambiental para reduzir os prejuízos socioeconômicos e ecológicos. A conscientização da população e o planejamento adequado do uso do solo são fundamentais para mitigar a degradação ambiental e garantir a sustentabilidade dos ecossistemas amazônicos (Silva et al., 2014; Vilhena, 2017). O respeito às áreas de preservação permanente e a busca por alternativas sustentáveis desempenham papel crucial na mitigação dos impactos da erosão e na promoção do desenvolvimento sustentável da região.

3.5 Práticas sustentáveis de conservação do solo

A conservação do solo na Amazônia envolve estratégias que minimizam sua degradação física, química e biológica, garantindo sua sustentabilidade a longo prazo. Para isso, são aplicadas três principais categorias de práticas conservacionistas: vegetativas, edáficas e mecânicas (Pes *et al.*, 2017). As práticas vegetativas utilizam a vegetação nativa para proteger o solo e minimizar a erosão, cobrindo-o com árvores, folhagens ou resíduos vegetais, além de desempenharem um papel crucial na recuperação de áreas degradadas. As práticas mecânicas, por sua vez, empregam estruturas artificiais para reduzir a velocidade de escoamento da água,

como terraços, canais escoadouros e bacias de captação, adaptadas às características específicas da região.

O manejo do solo também inclui técnicas edáficas que preservam sua estrutura e fertilidade, evitando práticas prejudiciais como queimadas, que reduzem a matéria orgânica e volatilizam nutrientes essenciais, como o nitrogênio, comprometendo a fertilidade do solo (Lepesch, 2002). Além disso, quando realizadas com frequência, deixam o solo exposto e mais vulnerável à erosão, tornando essencial o controle ou eliminação desse procedimento. Para garantir resultados satisfatórios no controle da erosão, diversas práticas de conservação devem ser aplicadas simultaneamente, considerando aspectos ambientais e socioeconômicos de cada área amazônica (Filho et al., 2006).

A escolha dessas práticas deve levar em conta características locais, como intensidade e frequência das chuvas, infiltração da água no solo, declividade do terreno e composição da vegetação. Dessa forma, a implementação de práticas de manejo sustentável contribui significativamente para a proteção do solo amazônico. Algumas das principais estratégias incluem a criação de áreas protegidas, como o projeto Paisagens Sustentáveis da Amazônia, que promove a gestão integrada dos ecossistemas, fortalecendo unidades de conservação e incentivando o uso sustentável dos recursos naturais.

O manejo integrado da paisagem, por meio de corredores ecológicos e cadeias de valor ligadas à biodiversidade, também auxilia na preservação do solo e da floresta. Além disso, o uso de práticas agrícolas sustentáveis, como a agrofloresta e o cultivo de espécies nativas, reduz impactos ambientais, promove biodiversidade e aumenta a resiliência às mudanças climáticas, contribuindo para o sequestro de carbono e mitigação das emissões de gases de efeito estufa. As reservas extrativistas permitem a exploração sustentável dos recursos naturais, conciliando desenvolvimento social e conservação ambiental.

A educação e conscientização, por meio de iniciativas da Fundação Amazônia Sustentável, fortalecem comunidades locais e promovem projetos que integram conservação ambiental e qualidade de vida. A recuperação de áreas degradadas restaura a fertilidade do solo e favorece a biodiversidade, criando habitats naturais equilibrados. Como os solos amazônicos costumam ser pobres em nutrientes, sua conservação deve incluir análises físicas, químicas e biológicas, além de considerar as práticas culturais dos produtores locais. Dessa forma, a pre-

servação do solo é essencial para manter o equilíbrio ecológico e garantir um futuro sustentável para a Amazônia.

4. Considerações Finais

A presente pesquisa buscou compreender os impactos socioambientais da erosão do solo em diferentes áreas de manejo na Amazônia brasileira, bem como identificar práticas sustentáveis de conservação do solo. A erosão do solo representa um problema ambiental, social e econômico, tendo em vista os desafios e consequências associadas a esse fenômeno. Além dos fatores naturais, aspectos como o desmatamento, as mudanças climáticas e as atividades antrópicas incluindo garimpo, superexploração de áreas florestais para extração de madeira e abertura de áreas de pastagem desempenham um papel significativo na degradação do solo na região amazônica.

Diante desse cenário, garantir a conservação e a sustentabilidade do bioma amazônico torna-se uma necessidade urgente. Para isso, é fundamental fortalecer programas de monitoramento das atividades de desmatamento, queimadas, exploração de madeira, mineração e agropecuária, além de assegurar a fiscalização ambiental de forma concreta, ativa e permanente. Com a aceleração do desmatamento, o bioma tem sido cada vez mais ameaçado e degradado, tornando-se altamente suscetível à erosão. Nesse sentido, as perdas de solos em áreas de cultivos agrícolas e pastagens são diretamente influenciadas pelo sistema de manejo adotado, impactando a estrutura e a funcionalidade dos solos da região.

Portanto, é crucial que os solos amazônicos sejam monitorados de maneira contínua e que práticas de conservação sejam implementadas desde o início do seu uso, a fim de preservar seu potencial produtivo para as gerações futuras. Para isso, é necessário realizar diagnósticos ambientais que permitam identificar, caracterizar e mapear as áreas mais vulneráveis à erosão na Amazônia. Dessa forma, torna-se imprescindível a elaboração de zoneamentos e a formulação de políticas públicas que garantam a preservação da biodiversidade, a qualidade ambiental do uso do solo e o desenvolvimento sustentável da população regional, tanto em termos ambientais quanto socioeconômicos.

Além dessas medidas, estudos complementares são essenciais para obter dados mais detalhados sobre os problemas relacionados à erosão do solo na Amazônia. Esses estudos

auxiliam na comprovação dos possíveis impactos ambientais decorrentes do uso inadequado do solo e fornecem uma base sólida para estratégias eficazes de conservação. Nesse contexto, a implementação de práticas de manejo sustentável, como sistemas agroflorestais e recuperação de áreas degradadas, pode ajudar significativamente na redução da erosão e na proteção dos recursos hídricos.

A adoção de práticas sustentáveis promove, ainda, uma série de benefícios, como o aumento da biodiversidade, a melhoria da qualidade do ar e do solo e a elevação da resiliência agrícola frente às mudanças climáticas. A integração de árvores e cultivos agrícolas em sistemas agroflorestais, por exemplo, contribui para o sequestro de carbono, mitigando as emissões de gases de efeito estufa. Paralelamente, a recuperação de áreas degradadas permite a restauração da fertilidade do solo, além de criar habitats para a fauna local, favorecendo um ecossistema mais equilibrado e saudável.

Adicionalmente, o envolvimento e a conscientização das comunidades locais são fatores fundamentais para o sucesso dessas iniciativas, pois garantem que as soluções sejam adaptadas às realidades culturais e socioeconômicas da região. Somente por meio de um esforço colaborativo e contínuo será possível preservar a riqueza natural da Amazônia e assegurar um futuro sustentável para todos. Assim, conclui-se que as práticas sustentáveis de conservação do solo são fundamentais para minimizar os impactos negativos da erosão em diferentes áreas de manejo na Amazônia Brasileira. A preservação do solo e dos ecossistemas depende da adoção de medidas estratégicas e integradas, reforçando a importância do planejamento ambiental para garantir a sustentabilidade desse território tão rico e essencial para o equilíbrio ecológico global.

REFERÊNCIAS

AB’SÁBER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. 7^a ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. Disponível: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7993715/mod_resource/content/1/Absaberosdomcadniosdenatureza.pdf. Acesso em: 5 jul. 2024.

ANADON, J. D., Sala, O. E.; Maestre, F. T. Climate change will increase savannas at the expense of forests and treeless vegetation in tropical and subtropical Americas. *Journal of Ecology*, v. 102, p. 1363–1373, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12325>. Acesso em: 5 jul. 2024.

BARBOSA, R. I.; Fearnside, P. M. Erosão do solo na Amazônia: estudo de caso na região do Apiaú, Roraima. Brasil. Revista SciELO Acta Amaz. [online]. vol. 30, n. 4, p. 601-601. 2000. Disponível: <https://www.scielo.br>. Acesso em: 5 jul. 2024.

BECKER, B. K. Ciência, tecnologia e inovação: condição do desenvolvimento sustentável da Amazônia. *In: Anais da Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação*, 4. Sessão Plenária 1: Desenvolvimento Sustentável. Brasília, Ministério de Ciência e Tecnologia, p 91-106. 2010. Disponível: https://repositorio.mctic.gov.br/bitstream/mctic/4987/1/2010_sessao_plenaria_1_desenvolvimento_sustentavel.pdf. Acesso em: 5 jul. 2024

BERTONI, J.; LOMBARDI, N. F. Conservação do solo. 10. ed. São Paulo: Ícone, 2017.

BERTONI, J.; LOMBARDI, N. F. Conservação dos solos. São Paulo: Ícone, 2014.

BRADY, N. C.; Weol, R. R. Elemento da natureza e propriedade dos solos. Ciências do Solo. 3. ed. Porto Alegre: Bookman. 1-186 p. 2013.

BRAIDA, J. A; Bayer, C.; Albuquerque, J. A.; Reichert, J. M. Matéria Orgânica e seu efeito na Física do solo. Revista Trópica Clima Solo, 7: 221-278 2011. Disponível: https://www.researchgate.net/publication/283498634_Materia_organica_e_seu_efeito_na_fisica_do_solo. Acesso em: 5 jul. 2024.

BRITO, W. B. M.; Campos, M. C. C.; Filho, E. G. D.; Lima, A. F. L.; Cunha, J. M.; Silva, L. I.; Santos, L. A. C.; Mantovanelli, B. C. Dynamics and espatalespects of erodibility in Indian Black Erth in the Amazon, Brazil. Revista Catena. v. 185. p.104-281, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104281>. Acesso em: 5 jul. 2024

CAMARGO, L. A.; Marques Júnior, J.; Pereira, G. T.; Horvat, R. A.. Variabilidade espacial de atributos mineralógicos de um Latossolo sob diferentes formas do relevo. II - Correlação espacial entre mineralogia e agregados. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, n.6, p.2279-2288, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000600007>. Acesso em: 5 jul. 2024

CAMPOS, L. R. M. Cruvinel, B. V. Oliveira, G. S. De. Santos, A. O.. A revisão bibliográfica e a pesquisa bibliográfica numa abordagem qualitativa. Cadernos da Fucamp, v.22, n.57, p.96-110/2023. Disponível: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/3042>. Acesso em: 5 jul. 2024.

CAMPOS, S. A. C.; Gomes, M. F. M.; Coelho, A. B. Degradação ambiental agropecuária e seus determinantes em Minas Gerais. Revista de Estudos Sociais. n.38, v. 19, p.50, 2017. DOI: 10.19093/res4785. Acesso em: 5 jul. 2024

CARVALHO, J. C.; Lima. M. C.; Mortari, D. Considerações Sobre Prevenção e Controle de Voçorocas. VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Goiânia- GO, 03 a 06 de maio de 2001. Disponível: <https://livrozilla.com/doc/960289/>. Acesso em: 5 jul. 2024.

CORRÊA, R. M.; Maria, B. G. dos S.; Rinaldo, L. C. F.; da Silva, J. A. A.; Pessoa, L. G. M.; Miranda, M. A.; Melo, D. V. M. Atributos físicos de solos sob diferentes usos com irrigação no semiárido do Pernambuco. *Revista Brasileira e agricultura ambiental*, v.17, n.4, p.358-365, 2010. Disponível: <https://agris.fao.org/>. Acesso em: 5 jul. 2024.

COSTA, E.M. da; Silva, H.F.; Rebeiros, P. R.D. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção produtividade dos sistemas agrícolas. *Revista Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer- Goiânia*. v.9,n.17;p. 1843, 2013. Disponível: <https://www.conhecer.org.br/>. Acesso em: 5 jul. 2024.

DANIEL, Omar. Definição de indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais. (Tese Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa – UFV. 123p. 2000.

DURÃES, M. F.; DE MELLO, C. R. Distribuição espacial da erosão potencial e atual do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí, MG. *Revista Engenharia Saneamento Ambiental*. v.21 n.4 p.677-685. 2016. Doi: 10.1590/s1413-41522016121182. Acesso em: 5 jul. 2024.

ENCK, B. F.; Rodrigues, J. C. W.; Hassane, A. L.; Tembo, R. A.; Campos, M. C. C.; Santos, L. A. C. dos.; Brito, W. B. de M. Impacto nos atributos do solo sob conversão de floresta para áreas cultivadas na região sul do Amazonas, Brasil. *Geografia Ensino & Pesquisa*, 24, e 54. 2020. <https://doi.org/10.5902/2236499443591>. Acesso em: 5 jul. 2024.

FERREIRA, R. Q. S.; Batista, E. M. C.; Souza, P. A.; Souza, P. B.; Santos, A. F. Diagnóstico ambiental do córrego Mutuca, Gurupi - TO. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, [S l.]*, v.10,n.4,p.08–12,2015. DOI: 10.18378/rvads.v10i4.3146. Acesso em: 5 jul. 2024.

FILHO, J. F. M.; SOUZA, A. L. V. O Manejo e a Conservação do Solo no Semi-Árido Baiano: Desafios para a Sustentabilidade. *Bahia Agrícola, Salvador*; v.7, n.3, nov. 2006. Disponível em: http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/socioeconomia04_v7n3.pdf Acesso em: 5 jul. 2024.

FONSECA, Jéssica. Erosão hídrica. Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva, p. 1-7, 2014. Disponível: https://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/UTqAdnno NnMbldB_2014-4-16-16-3-19.pdf. Acesso em: 5 jul. 2024.

FROZZI, J. C.; Bergamin, A. C.; Cunha, J. M.; Campos, M. C. C.; Lima, A. F. L.; Brito, W. B. M.; Lourenço, I. H.; Silva, W. L. M.. Atributos do solo e dimensão fractal em ambientes naturais e transformados na região amazônica. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.9, n.2, p.231-243, 2018. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.002.0020>. Acesso em: 5 jul. 2024.

GUERRA, A. J. T. A erosão dos solos no contexto social. *Revista Researchgate. Universidade Federal Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Brasil*. p 11, 2014. DOI: https://doi.org/10.11137/1994_0_14-23. Acesso em: 5 jul. 2024.

HASSANE, A. L.; Campos, M. C. C.; Santos, L. A. C. D.; Silva, D. M. P. D.; Santos, R. V. D.; Cunha, J. M. D. D.; Brito, W. B. M.; Lima, A. F. L. D.; Brito, F. E. G. D.; Oliveira, F. P. D. Estimating soil erodibility in areas under natural and anthropoped environments in the southern region of Amazonas State. *Revista Bragantia*, v. 82, p. 13-13, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20230042>. Acesso em: 5 jul. 2024.

HASSANE, Abdul. L. Erodibilidade do solo em áreas sob ambientes naturais e antropizados no contexto socioambiental sul do Amazonas. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Humaitá (UFAM). 1- 72 p. 2021

HOMMA, A. K. O. Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação. Brasília/DF: Embrapa, p. 472, 2014. Disponível: <https://www.embrapa.br/>. Acesso em: 5 jul. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2019. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/>. Acesso em: 5 jul. 2024.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Atlas geográfico escolar. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Rio de Janeiro, RJ – Brasil, p 1-349. 2015. Disponível: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 5 jul. 2024.

IPCC. Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Mudança do Clima 2023: Relatório Síntese. Um Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. p 183, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/copy_of_IPCC_Longer_Report_2023_Portugues. Acesso em 29/11/2023

IPEA. O que é Amazônia Legal. Desafios do desenvolvimento, Ano 5, 44 ed. p. 64. 2008. Disponível: <https://www.ipea.gov.br/>. Acesso em: 5 jul. 2024

KHORRAMDEL, S.; Koocheki, A.; Mahallati, M.N.; Khorasani, R.; Ghorbani, R. Evaluation of carbon sequestration potential in corn fields with different management systems. *Soil & Tillage Research*, v. 133, p. 25-31, 2013.

LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. São Paulo: Oficina de Texto, 2002.

LIMA, C. G. D. R.; Carvalho, M. D. P; Souza, A.; Costa, N. R; Montanari, R. Influência de atributos químicos na erodibilidade e tolerância de perda de solo na bacia hidrográfica do baixo são José dos dourados. *Revista Científica de Geociências*, v. 35, n. 1, p.63-76, 2016. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/10992>. Acesso em: 5 jul. 2024

MAGALHÃES, Ricardo. A. Erosão: Definições, Tipos e Formas de Controle. VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Goiânia-GO, 03 a 06 de maio de 2001.

MARGULIS, S. Causas do desmatamento da Amazônia. Brasília: Banco Mundial, 2003. Disponível: <https://acervo.socioambiental.org/>. Acesso em: 5 jul. 2024.

MENEZES, L. F. S.; Amorim, R.R.; Júnior, A.F.D.; DA Silva, J. D.;Bezerras, S.A. Atributos Físicos do solo: Uma análise a partir das áreas de cultivo do IFP-CAMPUS Vitória de santo Antão. II Congresso Internacional das Ciências Agrárias. Manaus, p.1-8, 2017. DOI: 10.31692/2526-7701. Acesso em: 5 jul. 2024.

MENEZES, S. F. M. Sistema agroflorestais e fertilidade dos solos: uma análise da microrregião de Ariquemes, Rondônia. (Dissertação do Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Rondônia Porto Velho. p.1-19, 2008. Disponível: <https://www.ri.unir.br/jspui/bitstream/123456789/795/>. Acesso em: 5 jul. 2024.

MESSIAS, C. G.; Silva, D. E.; Silva, M. B.; Lima, T. C.; Almeida, C. A. Análise das taxas de desmatamento e seus fatores associados na Amazônia Legal Brasileira nas últimas três décadas. Revista RA'EGA, Curitiba, PR, v. 52 (A Geografia da Amazônia em suas múltiplas escalas), p. 18-41, 11/2021. Disponível: <https://revistas.ufpr.br/>. Acesso em: 5 jul. 202

MMA/SFB - Ministério do Meio Ambiente e Serviço Florestal Brasileiro. Florestas do Brasil em Resumo (Relatório). Brasília, DF, 2013. Disponível: <https://snif.florestal.gov.br/>. Acesso em: 5 jul. 2024.

NASCIMENTO, P. B. Educação ambiental. UniCesumar à distância. p. 147. 2016

NASCIMENTO, T. V. and Fernandes, L. L. Mapeamento de uso e ocupação do solo em uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia. Ciência e Natura, 39, 169-177, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X21737>. Acesso em: 22 Jun. 2024.

NUNES, J. G.; Campos, M. C. C.; Oliveira, F. P.; Nunes, J. C. Tolerância de perda de solo por erosão na região sul Amazonas. Ambiência-Revista do setor de ciências agrárias e ambientais. v. 8 n. 3. p. 859-868, 2012. Disponível: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/>. Acesso em: 5 jul. 2024.

OLIVEIRA, Willer. F.; Leite, M.E.: Perda de solo por erosão hídrica em bacia hidrográfica: o caso da área de drenagem da barragem do Rio Juramento, no norte do estado de Minas Gerais. Revista caminhos de geografia MG. v. 19, n. 67. p. 16 -37. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/RCG196702>. Acesso em: 5 jul. 2024.

OLIVEIRA, A. P. de; Aguiar, E. S. de; Pontes, A. N. Neglected tropical diseases and socio-environmental vulnerabilities in Amazonian capitals. Research, Society and Development, [S. l.], v. 9, n. 9, p. 2020, e502997502, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i9.7502. Acesso em: 5 jul. 2024.

OLIVEIRA, F. F.; Dos Santos, R. E. S.; De Araujo, R. D. Processos erosivos: dinâmica, agentes causadores e fatores condicionantes. Revista Brasileira de Iniciação Científica Iniciação.v. 5, n.3, p. 60-83, 2018. Disponível: <https://portalidea.com.br/>. acesso em: 4 jul. 20

OLIVEIRA, I.A. ;Campos, M. C.C.; Bergamin, A.C.; Cunha, J.M.. Caracterização de solos sob diferentes usos na região sul do Amazonas. *Revista Acta Amazonica*, vol. 45(1) 2015: p. 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201400555>. Acesso em: 5 jul. 2024.

OLIVEIRA, J. G. R. de, Tavares Filho, João, & Barbosa, Graziela M. de C. Iterações na física do solo com a aplicação de dejetos animais. *Geographia Opportuno Tempore*, 2(2), 66–80. 2016. DOI: <https://doi.org/10.5433/got.2016.v2.24590>. Acesso em: 5 jul. 2024.

OLIVEIRA, R. R. de O.; Zatta, F. N.; Both, L. P.; Castro, D. S. P. de.; Almeida, D. A. de. Desafios logísticos na Amazônia Legal: Estudo de caso em uma agroindústria. *Espacios*. v. 36, n. 5, p. 8, 2015.

OLIVEIRA, W. F.; Leite, M. E. Perda de solo por erosão hídrica em bacia hidrográfica: o caso da área de drenagem da barragem do rio Juramento, no norte do estado de Minas Gerais. *Caminhos de Geografia, Uberlândia*, v. 19, n. 67, p. 16–37, 2018. Doi: 10.14393/rcg196702. Acesso em: 5 jul. 2024.

OMETTO, J. P.; Sousa-Neto, E. R.; Tejada, G. Land use, land cover and land use change in the Brazilian Amazon (1960–2013). In: Nagy, I.; Forsberg, B. R.; Artaxo, P. (eds.). *Interactions between biosphere, atmosphere and human land use in the Amazon basin*. Heidelberg: Springer, 2016. Disponível: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-49902-3>. Acesso em: 4 jul. 2024.

PES, L. Z.; Giacomini, D. A. Conservação do solo. Universidade Federal de Santa Maria. Colégio Politécnico; Rede e-Tec Brasil, 2017. p. 69. Disponível em: https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/11/10_conservacao_solo.pdf Acesso em: 5 jul. 2024.

RANHE, F. D. S.; Ana, D. O.; Denise, P. L. Os processos erosivos ocorrentes no entorno urbano do município de Juína – MT: um agente natural ou antrópico?. *Revista Geonorte, edição especial*, v. 1, n. 4, p. 916-928, 2012. Disponível: <https://periodicos.ufam.edu.br/>. Acesso em: 4 jul. 2024.

SALATI, E.; Marques, J. Climatology of the Amazon region. In: *The Amazon - Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Sioli, H. (ed.). Dr. W. Junk Publishers, 763 p. 1984. Disponível: <https://link.springer.com/chapter/>. Acesso em: 4 jul. 2024.

SALES, Maria. C. G. Aporte e Decomposição da Serapilheira e atributos do solo no Contexto socioambiental da Amazônia. Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais Universidade Federal Amazônia (UFAM), 1-96 p. 2019.

SANTOS, C.F.; Siqueira, E.S.; Araújo, I.T.; Maia, Z.M.G. A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. XVII, n. 2,

p. 33-52, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2014000200004>. Acesso em: 4 jul. 2024

SANTOS, D. B. O.; Blanco, C. J. C.; Pessoa, F. C. L. A Rusle para Determinação da Tolerância de Perda de Solo. *Revista Biota Amazônia*. Macapá, v. 5, n. 4, p. 78-83, 2015. DOI: 10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v5n4p78-83. Acesso em: 4 jul. 2024

SILVA, D. B. da. Avaliação da erodibilidade de Argissolos no município de Cristinápolis, Sergipe. *Revista de Geociências do Nordeste, [S. l.]*, v. 2, p. 73–82, 2016. DOI: 10.21680/2447-3359.2016v2n0ID10426. Disponível: <https://periodicos.ufrn.br/>. Acesso em: 7 jul. 2024.

SILVA, D. D. E.; Felizmino, F. T. A.; Oliveira, M. G. Avaliação da degradação ambiental a partir da prática da cultura do feijão no município de Tavares-PB. *Holos*, Ano 31, v.8, 2015. Disponível: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/>. Acesso em: 4 jul. 2024.

SILVA, L. I. da.: Campos, M. C. C. Brito, W. B. M.: Cunha, J. M. da.: Lima, A. F. L. de.: Santos, L. A. C. dos.: Hassane, A. L. Spatial variability of soil erodibility in pastures and forest areas in the municipality of Porto Velho, Rondônia. *Revista Ambiente & Água*, 16(6). 2021. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2734>. Acesso em: 4 jul. 2024

SILVA, L. S. da. Dinâmica da matéria orgânica e a interação com componentes inorgânicos na planta e solo. (Tese de doutoramento em ciências do solo), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. p.1-179, 2010. Disponível: <https://www.ufrgs.br/>. Acesso em: 4 jul. 2024

SILVA. A. S. Silva, I. F. Bandeira, L. B. Dias, B. O. Neto, L. F. S. Argila e matéria orgânica e seus efeitos na agregação em diferentes usos do solo. *Ciência Rural*, v. 44, n. 10, p. 1783-1789, 2014. DOI: 10.1590/0103-8478cr20130789. Acesso em: 4 jul. 2024

SOARES, D. L.; Polivanov, H.; Barroso, E. V; DA Motta, L. M. G.; De Souza, C. C. Erodibilidade de Solos em Taludes de Corte de Estrada Não Pavimentada. *Revista Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*. Vol. 41 - 1 / p 179-193. 2018 DOI: https://doi.org/10.11137/2018_1_179_193. Acesso em: 4 jul. 2024

SOARES, M. D. R. Campos, M.C. C. Oliveira, I.A. Cunha, J.M. Santos, L.A C. Fonseca, J. S. De Souza. Z.M. Atributos físicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de usos na região de Manicoré, AM. *Revista Ciências Agrárias*, v. 59, n.1, p. 9-15, 2016. Disponível: <https://ajaes.ufra.edu.br/>. Acesso em: 4 jul. 2024.

SOUSA, A. S. de.: Oliveira, G. S. de: Alves, L. H. (2021). A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. *Cadernos da Fucamp*, v.20, n.43, p.64-83/2021. Disponível: <https://revistas.fucamp.edu.br/>. Acesso em: 4 jul. 2024.

SOUZA, Fernando.G. Atributos do solo, estoque de carbono e erodibilidade em áreas sob diferentes usos no assentamento São Francisco, Canutama, Amazonas. Tese Doutorado em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), 1-175 p. 2018.

SOUZA, L. A. de.; Sobreira, F. G. A avaliação da geração de sedimentos ao longo da bacia hidrográfica do Ribeirão do Carmo. Potencial natural de erosão, feições morfológicas e cicatrizes de movimentos de massa. Revista Geociências, v. 36, n. 2, p. 285-299, 2017. Disponível : <http://www.ppegeo.igc.usp.br/>. Acesso em: 03 mai. 2024.

STEFANOSKI, D. C.; Santos, G.G.; Marchão, R. L.; Petter, F.A.; Pecheca, L.P. Uso e manejo do solo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17,n.12, p.1301-1309, 2013. Disponível: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/>. Acesso em: 03 mai. 2024.

TEIXEIRA, M. A. D. Fonseca, D. R. da. História Regional: Rondônia. Ed. AGB Gráfica e Editora. Porto Velho, Rondônia, 241 p. 1998. Disponível: <https://doceru.com/>. Acesso em: 03 mai. 2024.

TELLES, T. S.; Guimarães M. F. Custos da erosão do solo. Revista Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Porto Alegre. v. 3, n. 4, p1-15. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000200001>.

VILHENA, G.; Silva, O. Avaliação de impactos ambientais de rodovias no Módulo II da Floresta Estadual do Amapá. Revista de Geografia e Ordenamento do Território – GOT, n.12, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.17127/got/2017.12.016>.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da Universidade Federal do Amazonas, aos Grupos de Pesquisa em solo Ambiente Amazônicos, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), ao Grupo de Pesquisa em Geográfica Física em Estudos dos Problemas Ambientais, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil, pela concessão da bolsa de estudos, e à Universidade Zambeze, por me autorizar a continuação de estudos em nível de Doutorado no Programa de Formação de Professores de Educação Superior de Países Africanos - PROAFRI.