

OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NA REGIÃO DA SERRA DO PIRIÁ, VISEU-PA SOB O ENFOQUE DA GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS

SOCIO-ENVIRONMENTAL IMPACTS OF THE SERRA DO PIRIÁ REGION, VISEU-PA UNDER THE FOCUS OF LANDSCAPE GEOECOLOGY

IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES EN LA REGIÓN SERRA DO PIRIÁ, VISEU-PA BAJO EL FOCO DE LA GEOECOLOGÍA DEL PAISAJE

Wellington Pereira de Souza¹

 0009-0000-4415-6742
souzaton687@gmail.com

Maria Rita Vidal²

 0000-0002-3392-3624
mritavidal@yahoo.com.br

1 Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Pará - Belém, Pará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4415-6742>. E-mail: souzaton687@gmail.com.

2 Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Pará - Belém, Pará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3392-3624>. E-mail: mritavidal@yahoo.com.br.

Artigo recebido em abril de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: O objetivo é analisar os impactos socioambientais em seis comunidades do entorno da Serra do Piriá, no Nordeste do Pará. As paisagens foram diretamente afetadas pelas atividades humanas (mineração, pecuária, extrativismo) e suas consequências relacionadas à apropriação dos recursos naturais. A metodologia baseia-se nos pressupostos da análise ambiental com vistas à Geocologia das Paisagens para analisar os impactos socioambientais que, em conjunto com autores renomados, servirão de arcabouço para a compreensão dos fenômenos socioambientais, fazendo uso das delimitações das unidades e análise temporal. Entre os principais resultados está a delimitação de sete Unidades Geocológicas (UG), que associadas ao uso do solo demonstram degradação. As atividades humanas podem provocar alterações irreversíveis nas paisagens em questão, necessitando de ações de conservação e preservação.

Palavras-chave: Geocologia. Paisagem. Socioambiental. Serra do Piriá.

ABSTRACT: The objective is to analyze the socio-environmental impacts in six communities surrounding the Serra do Piriá, in the Northeast of Pará. The landscapes were directly affected by human activities (mining, livestock farming, extractivism) and their consequences related to the appropriation of natural resources. The methodology is based on the assumptions of environmental analysis with a view to Geocology of Landscapes to analyze socio-environmental impacts which, together with renowned authors, will serve as a framework for understanding socio-environmental phenomena, making use of unit delimitations and temporal analysis. Among the main results is the delimitation of seven Geocological Units (UG), which associated with land use demonstrate degradation. Human activities can cause irreversible changes to the landscapes in question, requiring conservation and preservation actions.

Keywords: Geocology. Landscape. Socio-environmental. Serra do Piriá.

RESUMEN: El objetivo es analizar los impactos socioambientales en seis comunidades circundantes a la Serra do Piriá, en el Nordeste de Pará. Los paisajes fueron directamente afectados por las actividades humanas (minería, ganadería, extractivismo) y sus consecuencias relacionadas con la apropiación de los recursos naturales. La metodología se basa en los supuestos del análisis ambiental con miras a la Geología de los Paisajes para analizar los impactos socioambientales que, en conjunto con reconocidos autores, servirán de marco para la comprensión de los fenómenos socioambientales, haciendo uso de delimitaciones unitarias y análisis temporales. Entre los principales resultados se encuentra la delimitación de siete Unidades Geocológicas (UG), que asociadas al uso del suelo demuestran degradación. Las actividades humanas pueden provocar cambios irreversibles en los paisajes en cuestión, requiriendo acciones de conservación y preservación.

Palabras clave: Geología. Paisaje. Socioambiental. Serra do Piriá.

INTRODUÇÃO

As paisagens da Serra do Piriá estão ameaçadas em função das pressões sofridas nessa região, sobretudo por empresas de exploração dos recursos naturais, a exemplo da exploração de fosfato para a fabricação de adubos químicos (Costa, 1991).

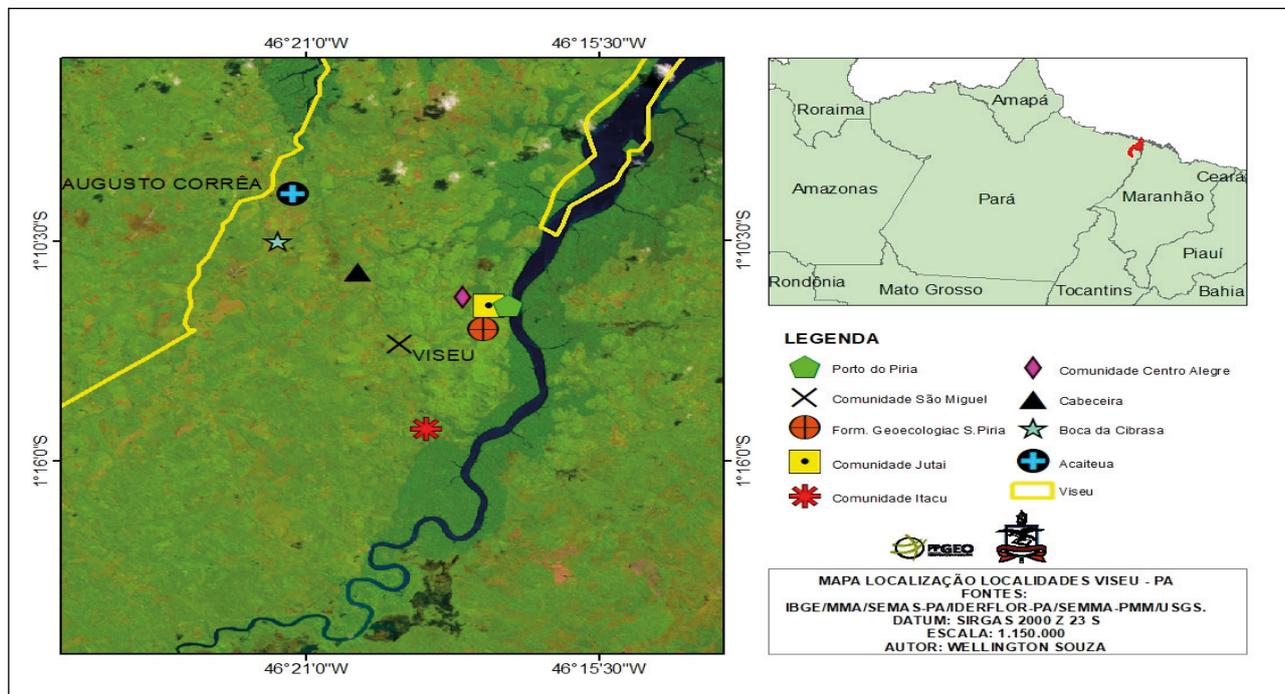
A floresta primária foi quase que totalmente substituída por vegetação secundária, em função do intenso desmatamento que ocorreu na região, esses fatores tem levado a impactos socioambientais significativos. Verifica-se então problemas relacionados com os impactos socioambientais, mudanças causadas por ações antrópicas que apresentam influência diretamente na qualidade de vida, na saúde humana e na economia e nos serviços ecossistêmicos. O importante papel da paisagem junto a análise dos serviços geossistêmicos possibilita entender e adentrar as estruturas e funcionamentos dos atributos sistêmicos (Vidal; Silva, 2021).

Assim, objetiva-se analisar a dinâmica das paisagens na Serra do Piriá e em seu entorno, afim de verificar como as ações antrópicas modificaram as paisagens. O entendimento dos processos que formam os sistemas ambientais e os sistemas sociais, possibilita identificar os fatores de impactos socioambientais que afetam as paisagens e conduz a possibilidades de desenvolvimento socioambiental para a área de estudo.

As pesquisas geológicas propõem o planejamento e a gestão ambiental das paisagens, que visa o desenvolvimento sustentável, a organização estrutural-funcional, direcionados à otimização dos recursos, incluindo a sua perícia e monitoramento (Rodríguez; Silva; Cavalcanti, 2013). Para desenvolver o trabalho de acordo com a realidade local, levou-se em consideração as unidades de paisagem, importantes para o planejamento ambiental e territorial (Rodríguez; Silva; Leal, 2012).

Localização geográfica e descrição da área de estudo

A área da pesquisa está inserida na mesorregião do Nordeste paraense, mais precisamente na microrregião do Guamá, na qual faz parte o município de Viseu-PA. O foco da pesquisa acontece nas comunidades ao entorno da formação geológica Serra do Piriá, que são: Açaiteua, Cabeceira, Centro Alegre (Serra do Piriá), Jutai, São Miguel e Ita-Açu, dista aproximadamente, 320 quilômetros de Belém (Figura 1).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 1. Localização das comunidades da região da Serra do Piriá/Viseu-PA.

Em termos naturais a área apresenta clima equatorial quente e úmido do subtipo “Am/W”, segundo a classificação de Köppen (Costa *et al.*, 1977), na geologia destaca-se o grupo Aurizona com a cobertura laterítica, sendo suas rochas formadas no Pré-Cambriano (Oliveira, 1977). A geomorfologia apresenta-se com depósitos sedimentares quaternários, tabuleiros costeiros, planícies fluviais e fluvio-marinhas recobertas por Latossolos e Gleissolos. Sobre a influência dos principais rios, destaca-se o rio Piriá e o rio Emburanunga. A floresta ombrófila densa e hidrófila com Palmáceas, manguezais, campo-cerrado e capoeiras de diversos ciclos e sobre tudo áreas de capoeira com pastagens detêm a cobertura vegetal da área.

Na região da Serra do Piriá estão inseridas comunidades rurais que apresentam um Índice de Desenvolvimento Humano médio muito abaixo de 0,813 (PNUD, 2013). Em relação à economia, o setor que se destaca é o primário, pois a maioria da população trabalha com a agricultura, a pecuária e o extrativismo, seguido do setor terciário, como as atividades comerciais, de saúde, educação, entre outras (IBGE, 2013).

Destaca-se o cultivo e o extrativismo do açaí, juntamente com a extração de madeira das áreas do mangue e de terra firme. Geralmente, se desmata para a prática da agricultura e a pecuária, no caso da agricultura, temos as plantações de mandioca, macaxeira, milho, feijão e capim (*Andropogon ceriferus*) que é utilizado para a alimentação do gado bovino.

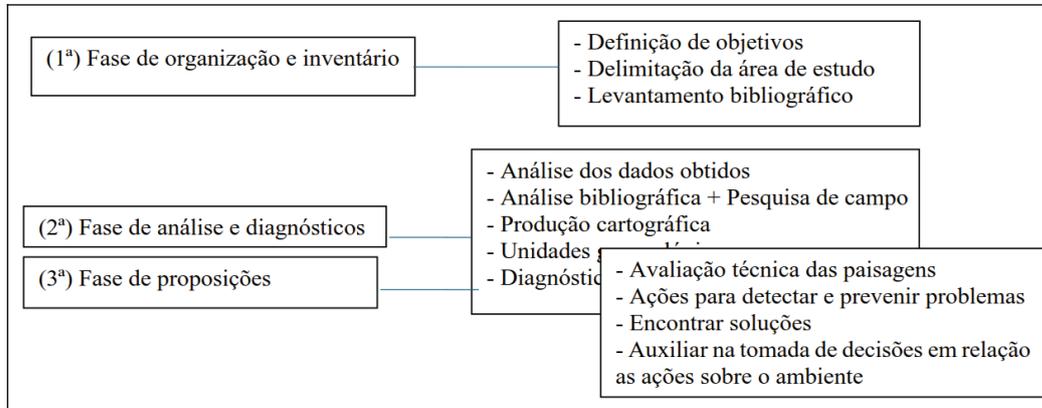
Ocorre também a prática da retirada de vegetação para a fabricação de móveis, uso da madeira nas construções de casas, barcos, pontes, cercados, etc. Nas regiões do polo de Açaiteua, que abrange as comunidades de Centro Alegre, Jutai, Cabeceira, São Miguel e Ita-Açu, a pesca em pequena escala é a atividade predominante, onde os pescadores atuam nas áreas do estuário, a maior parte do pescado é comercializado nas comunidades da região.

Outra atividade econômica que atualmente é considerada o carro chefe das rendas das famílias nas comunidades, é o extrativismo do caranguejo (*Ucides cordatus*). Têm-se também a coleta de mariscos como o mexilhão, o turú e a ostra (*Mytella charruana*, *Teredo sp.* e *Crassostrea rzizophorae*, respectivamente) (Santos, 2015).

Ocorre também a pesca de tapagem nos canais de marés, com captura de espécies de peixes como a Uriacica (*Cathirops spixii*), Bragalhão (*Tachysurus barbuis*), Tralhoto (*A. anableps*), etc. A pesca do Camarão (branco e o regional), são usadas puças de arrasto, de muruada e a rede fina. Já na área litorânea, utilizam-se as embarcações de maior porte e motorizadas que trabalham com redes e espinhéis de maior tamanho, currais costeiros, entre outros (RPGIRP, 2013).

METODOLOGIA

Optou-se pelo estudo integrado da paisagem, através da análise geocológica com base na Teoria Geossistêmica e em especial nos pressupostos de Rodriguez, Silva e Cavalcanti, (2022); Vidal, (2014), Vidal e Mascarenhas (2020) Vidal e Silva (2021). A geocologia segue um caminho metodológico que aponta para as fases do planejamento ambiental como se segue as etapas abaixo (Figura 2) pautada no esquema metodológico proposto por Rodriguez e Silva (2013).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 2. Fluxograma dos procedimentos metodológicos.

(1) Fase de Organização e Inventário: consistindo na preparação e organização, definição dos objetivos e a delimitação da área de estudo, seguido da pesquisa bibliográfica, enfatizando autores que norteará o arcabouço teórico e metodológico, na qual fará uso de imagens de satélites multiespectrais; com base da topografia para auxiliar na composição das unidades de paisagens; dados vetoriais dos condicionantes ambientais ambos com aquisição nos sites oficiais;

(2) Fase de Análises: destina-se a analisar e interpretar todos os dados referentes à interação entre os componentes naturais, sociais e econômicos, análise das causas que levaram as principais mudanças das paisagens, interpretações de imagens e composição dos mapas e perfis. Um papel significativo nessa fase, é o trabalho de campo que possibilita a conferência da verdade terrestre para a composição dos mapas de paisagem;

(3) Fase de Diagnóstico e Proposição: objetiva-se esclarecer o estado em que se encontram as paisagens, como resultado do uso e exploração de seus recursos, e ainda possibilita conhecer a situação atual das paisagens estudadas. Segundo (Mateo e Martinez, 1998 e Glazovski *et al.*, 1998) em dependência da alteração dos mecanismos de formação e regulação sistêmica e do grau e amplitude dos processos degradantes e do nível de degradação, pode-se determinar o estado ambiental dos geossistemas. Entende-se que o estado ambiental leva em consideração a situação geocológica da paisagem estudada que é determinada pelo tipo e grau de impacto e a capacidade de reação e absorção dos geossistemas.

O estado ambiental dos geossistemas podem ser: estável (não alterado), medianamente estável - sustentável, instável - insustentável, crítico - perda parcial da estrutura espacial e funcional com eliminação paulatina das funções ecológicas, e muito crítico - perda e alteração generalizada da estrutura espacial e funcional (Mateo e Martinez, 1998). Para tanto, foram aferidos os seguintes valores: 0 a 20 = Estável; 21 a 40 = Média (medianamente estável); 41 a 60 = Instável; 61 a 80 = Crítico; 81 a 100 = Muito crítico, logo após a atribuição dos valores, será realizada a média de todos os parâmetros avaliados.

Os autores Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2013) fazem destaque para o esquema metodológico do pensamento analítico embasado na Geocologia da Paisagem que perpassa pelo estudo da organização do sistema; classificação, função, taxionomia das estruturas; e conhecimento dos fatores modificadores das paisagens. Em um determinado período, ocorrerá a avaliação do “potencial das paisagens e tipologias funcionais [...] e dos impactos geocológicos das atividades humanas, das funções e cargas econômicas.

Os mapas temáticos – geomorfologia, solo, vegetação foram confeccionados através das bases do IBGE em escala de 1:250.000, dados disponibilizados no site do IBGE. Utilizou-se imagens de Landsat da área de estudo, base topográfica e dados da base da ANA (Agência Nacional das Águas) e bases da SEMA (Secretaria Estadual de Meio Ambiente), processados no QGIS (3.28) Firenze.

REFERENCIAL TEÓRICO

Atualmente, se usa o termo “socioambiental” para dar dimensão da participação social no ambiente, pois se tornou muito difícil falar do mesmo apenas do ponto de vista da natureza (Mendonça, 1993). Para trabalhar a ideia de comunidade de forma subjetiva, as relações e os processos, devem ser orientados a partir do lugar, levando em consideração a história e a espacialidade da mesma a luz os acontecimentos.

No campo das ciências geográficas e biológicas, utiliza-se principalmente o conceito de paisagem como formação antroponatural. Logo, a paisagem pode ser definida como um conjunto inter-relacionado de formações naturais e antroponaturais, podendo ser considerada como, um sistema que contém e reproduz recursos, como um meio de vida e da atividade humana, como um laboratório natural e fonte de percepções estéticas (Rodríguez; Silva; Cavalcanti, 2022, p. 20).

A análise paisagística é o conjunto de métodos e procedimentos técnicos e analíticos que permitem conhecer e explicar a estrutura da paisagem, estudar as suas propriedades, índice e parâmetros sobre a dinâmica, a história do desenvolvimento, os estados, os processos de formação e transformação da paisagem e as pesquisas das paisagens naturais, como sistemas manejáveis e administráveis.

Se tratando do enfoque sistêmico, podemos descrever como uma concepção científico-metodológica que centra a sua atenção na análise dos sistemas e suas totalidades, regulando o funcionamento das partes ou aspectos que os integram, definindo-se os atributos que transcendem as características de seus componentes, daí é necessário aceitar que a matéria é capaz de auto organizar-se e de auto regular-se (Vidal, 2014, p. 39).

Sobre a questão do planejamento ambiental Rodríguez e Silva (2013) argumentam que o mesmo se dá em três dimensões: (a) como meio sistemático, onde se estabelece o estado atual e se estabelece onde se pretende chegar e como será o processo para se chegar; (b) um processo contínuo, através da coleta, organização e sistematização de informações; (c) semelhante a um processo cognitivo, pensando de forma antecedente o que se deseja alcançar e como se chegar.

Não basta apenas identificar os tipos de impactos ambientais, mas sim criar medidas para minimizá-los, a resolução de impactos socioambientais perpassa pelo planejamento ambiental, visando um desenvolvimento social e econômico menos danoso para o ambiente natural. De acordo com Rodríguez e Silva (2013, p. 133), “planejamento ambiental é um processo intelectual no qual são projetados os instrumentos de controle baseados em uma base técnico-científica, instrumental e participativa”. Se faz necessário analisar a paisagem em seu conjunto, compreendendo a sua constituição por vários elementos, físicos, biológicos e antrópicos, e que estes estão relacionados de tal forma que qualquer modificação em um desses, leva a alterações na paisagem como um todo (Vidal, 2014).

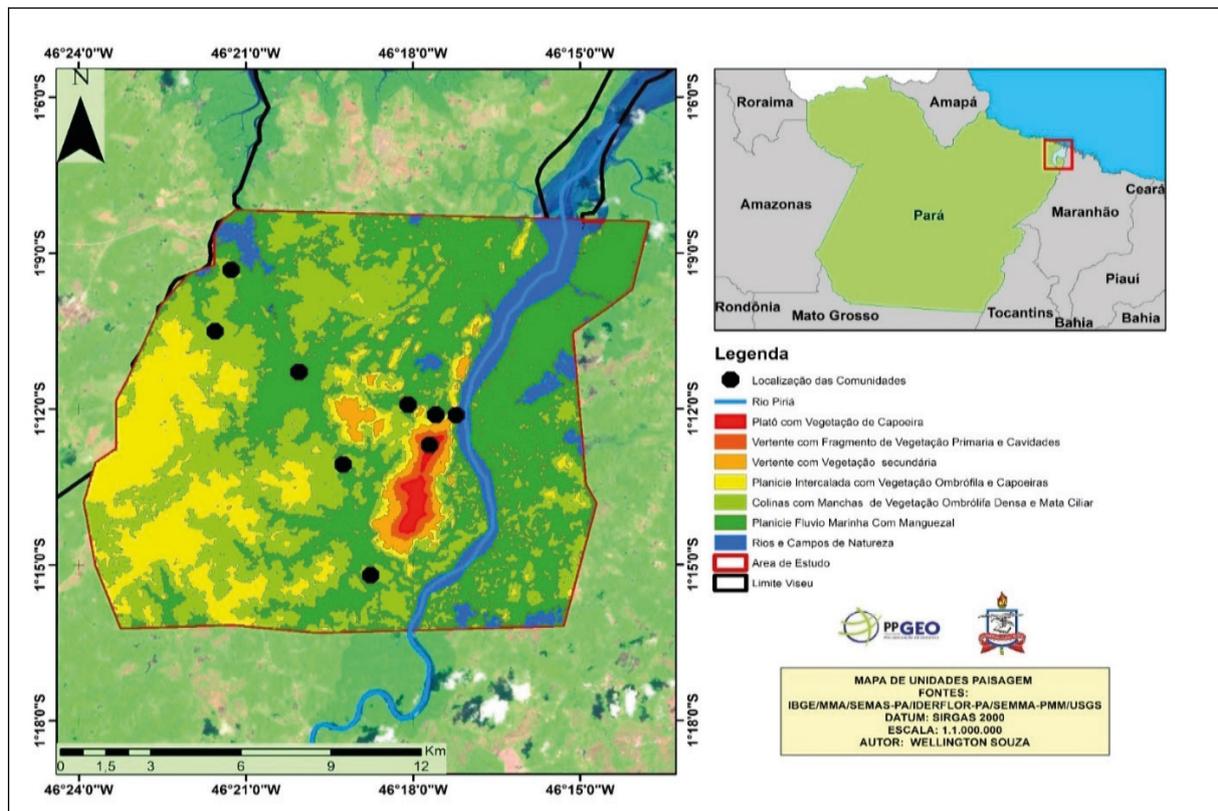
Alterações geram mudanças nos sistemas ambientais, como o processo de artificialização o que subtrai das paisagens as dinâmicas que lhe são naturais, como produção, regulação, transporte, acumulação de matérias e energias, elementos que são essenciais para o funcionamento de todo o processo natural territorial (Vidal; Silva, 2021). Na interpretação dos impactos socioambientais é importante perceber as diferenças entre paisagem natural e paisagens antroponaturais, sendo que a primeira se caracteriza como o “conjunto de componentes naturais que interatuam sistematicamente entre, relevo, clima, solo, água, vegetação” (Vidal; Silva; Rodríguez; Mascarenhas, 2014, p. 18).

Já as paisagens culturais são como a morfologia da forma do espaço, refletindo nas formas em que as ações humanas, não só que foram modificadas, mas também construídas dando forma à morfologia das paisagens (Rodríguez; Silva; Cavalcanti, 2004). Para o entendimento das relações e processos que ocorrem nas paisagens, toma-se como base as unidades de paisagens, sobre elas pode-se então estabelecer o conjunto de interações e/ou modificações antrópicas. As unidades da paisagem revelam as condições do território, mediante a análise sistêmica dos aspectos e, tendo como destaque a intervenção humana, acentuadamente na paisagem.

Para Vidal e Mascarenhas (2021), a delimitação das unidades de paisagem consiste em agrupar todos os planos de informações com a extração dos atributos e convenção para os formatos vetoriais, seguidos de suas reclassificações, abordando os condicionantes geoecológicos da paisagem. Para as delimitações das unidades geoecológicas se faz importante os fatores geoecológicos (geologia, geomorfologia, vegetação e solos), unidades morfométricas (altimetria, hipsometria, modelo digital do terreno).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos de Pinheiro *et al.* (2001) sobre a existência de cavernas e grutas como exemplos raros em rochas bauxíticas na região da Serra do Piriá, levaram os mesmos a proporem e a indicarem a Serra como uma província espeleológica, pelo significativo número de ocorrências de cavernas e abrigos. A geologia é assim o fator predominante para a constituição geomorfológica da Serra do Piriá. Esses aspectos inserem a importância da região para a manutenção dos sistemas ambientais que estão dispostos em sedimentos terciários e rochas metamórficas, e na qual pode-se delimitar as unidades de paisagem (Figura 3).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 3. Unidades Geocológicas da Região da Serra do Piriá, Viseu-PA.

As unidades geocológicas da região da Serra do Piriá são:

- (UG1) Platô com Vegetação de Capoeira;
- (UG2) Vertente com Fragmentação de Vegetação Primária e Cavidades;
- (UG3) Sopé da Vertente com Vegetação Secundária;
- (UG4) Planície Intercalada com Vegetação Ombrófila e Capoeira;
- (UG5) Colinas com Manchas de Vegetação Ombrófila Densa e Mata Ciliar;
- (UG6) Planície Fluvio Marinha com Manguezal e
- (UG7) Rios e Campos de Natureza.

Os resultados levantados apontam para o uso e ocupação do solo nas unidades geocológicas com as tipologias dos seguintes impactos elencados a partir dos trabalhos de campo (Quadro 1):

- 1) Mineração (assoreamento de corpos hídricos, poluição hídrica, do ar, etc.);
- 2) Desmatamento (fragmentação e/ou perda da biodiversidade);
- 3) Resíduos sólidos (produção de chorume, descaracterização da paisagem, etc.);
- 4) Despejos de efluentes (poluição de mananciais, mortandades de ictiofauna, etc).

Quadro 1. Efeitos e consequências ambientais nas unidades geoecológicas.

UNIDADE	EFEITOS E CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS	GRAU DE INTENSIDADE
(UG1): Platô com vegetação de capoeira	<ol style="list-style-type: none"> (1) Mudança da paisagem e das características naturais (2) Destruição do solo e subsolo (3) Lixiviação (4) Erosão eólica (5) Elevação do escoamento superficial (6) Mudanças nos padrões de infiltração das águas superficiais 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Muito crítico (95) (2) Muito crítico (100) (3) Muito crítico (90) (4) Muito crítico (90) (5) Muito crítico (100) (6) Muito crítico (95) <hr/> <p>Média por UG* 95</p>
(UG2): Vertente com fragmentação de vegetação primária e cavidades	<ol style="list-style-type: none"> (1) Mudança da paisagem (2) Emissão de gases, traços e particuladas (3) Surgimento do Black Carbon (fuligem) (4) Diminuição da evapotranspiração (5) Alteração da composição química da atmosfera (6) Diminuição da umidade fornecido pela vegetação das vertentes (7) Aumento da evaporação (8) Diminuição da biodiversidade das cavidades (9) Empobrecimento da biodiversidade (10) Diminuição do transporte de umidade fornecido pela floresta (11) Mudança entre a interação biosfera-atmosfera (12) Aumento da temperatura interna das cavidades (13) Diminuição de espécies importantes no regime alimentar dos morcegos (14) Aumento do transporte de sedimentos (15) Erosão das vertentes (16) Aumento da velocidade do escoamento superficial (17) Modificações por alterações hídricas 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Crítico (70) (2) Instável (50) (3) Médio estável (45) (4) Instável (50) (5) Médio estável (30) (6) Instável (50) (7) Instável (55) (8) Crítico (70) (9) Instável (50) (10) Crítico (70) (11) Médio estável (30) (12) Crítico (70) (13) Crítico (70) (14) Muito crítico (90) (15) Muito crítico (90) (16) Muito crítico (95) (17) Instável (50) <hr/> <p>Média por UG* 60,88</p>
(UG3): Sopé da vertente com vegetação secundária	<ol style="list-style-type: none"> (1) Mudança da paisagem (2) Empobrecimento da biodiversidade (3) Alterações nos níveis de temperatura (4) Mudanças nos índices pluviométricos (5) Emissão de gases, traços e particuladas (6) Surgimento do Black Carbon (fuligens) (7) Lixiviação (8) Erosão hídrica (9) Elevação do escoamento superficial (10) Degradação solo (11) Compactação do solo e perda de nutrientes 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Muito crítico (90) (2) Crítico (80) (3) Crítico (80) (4) Crítico (80) (5) Muito crítico (90) (6) Muito crítico (95) (7) Crítico (85) (8) Muito crítico (80) (9) Muito crítico (90) (10) Crítico (80) (11) Muito crítico (95) <hr/> <p>Média por UG* 93,18</p>
(UG4): Planície intercalada com fragmentos de vegetação ombrófila e capociras	<ol style="list-style-type: none"> (1) Diminuição da evapotranspiração em áreas de pastagens/cultivos (2) Diminuição da produção do solo (3) Compactação do solo e perda de nutrientes (4) Mudança das características naturais da paisagem (5) Empobrecimento da biodiversidade (6) Alterações nos níveis de temperatura (7) Mudanças nos índices pluviométricos (8) Emissão de gases, traços e particuladas (9) Surgimento do Black Carbon (fuligens) (10) Lixiviação/ assoreamento (11) Erosão hídrica (12) Elevação do escoamento superficial 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Muito crítico (97) (2) Muito crítico (95) (3) Muito crítico (90) (4) Muito crítico (95) (5) Crítico (80) (6) Crítico (75) (7) Crítico (80) (8) Crítico (79) (9) Muito crítico (95) (10) Crítico (70) (11) Muito crítico (95) (12) Crítico (80) <hr/> <p>Média por UG* 85,84</p>
(UG5): Colinas com manchas de vegetação ombrófila densa e mata ciliar	<ol style="list-style-type: none"> (1) Diminuição da evapotranspiração (2) Diminuição da produção do solo (3) Compactação do solo e perda de nutrientes (4) Mudança da paisagem e das características naturais (5) Empobrecimento da biodiversidade (6) Alteração dos níveis de temperatura (7) Mudanças nos índices pluviométricos (8) Emissão de gases, traços e particuladas (9) Alteração na composição química da atmosfera (10) Surgimento do Black Carbon (fuligens) (11) Alteração do modo de vida das pessoas (12) Interrupção dos padrões naturais da paisagem 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Muito crítico (95) (2) Crítico (70) (3) Crítico (80) (4) Muito crítico (95) (5) Crítico (75) (6) Crítico (70) (7) Instável (60) (8) Muito crítico (90) (9) Crítico (70) (10) Crítico (80) (11) Crítico (75) (12) Muito crítico (95) <hr/> <p>Média por UG* 79,58</p>
(UG6): Planície fluvioamarinha com manguezal	<ol style="list-style-type: none"> (1) Empobrecimento da biodiversidade (2) Mudança da paisagem (3) Retirada e deposição do material lamoso (4) Erosão de materiais das margens do mangue (5) Diminuição da evapotranspiração em áreas de mangue 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Estável (15) (2) Média estável (30) (3) Estável (10) (4) Instável (50) (5) Instável (30) <hr/> <p>Média por UG* 27</p>
(UG7): Rios e Campos de natureza	<ol style="list-style-type: none"> (1) Diminuição da produção do solo (2) Compactação do solo e perda de nutrientes (3) Lixiviação (4) Empobrecimento da biodiversidade (5) Erosão hídrica (6) Elevação do escoamento superficial (7) Alteração nos níveis de temperatura (8) Mudanças nos índices pluviométricos (9) Mudança no regime hidrológico (10) Emissão de gases, traços e particuladas (11) Surgimento do Black Carbon (fuligens) (12) Alteração na composição química da atmosfera (13) Assoreamento (14) Mortandade da ictiofauna 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Muito crítico (95) (2) Muito crítico (95) (3) Crítico (80) (4) Crítico (75) (5) Crítico (70) (6) Crítico (75) (7) Instável (50) (8) Crítico (80) (9) Crítico (61) (10) Instável (50) (11) Muito crítico (90) (12) Crítico (85) (13) Instável (60) (14) Muito crítico (95) <hr/> <p>Média por UG* 75,06</p>

Fonte: adaptado de Rodriguez (2022, p. 141). Organização dos autores (2023).

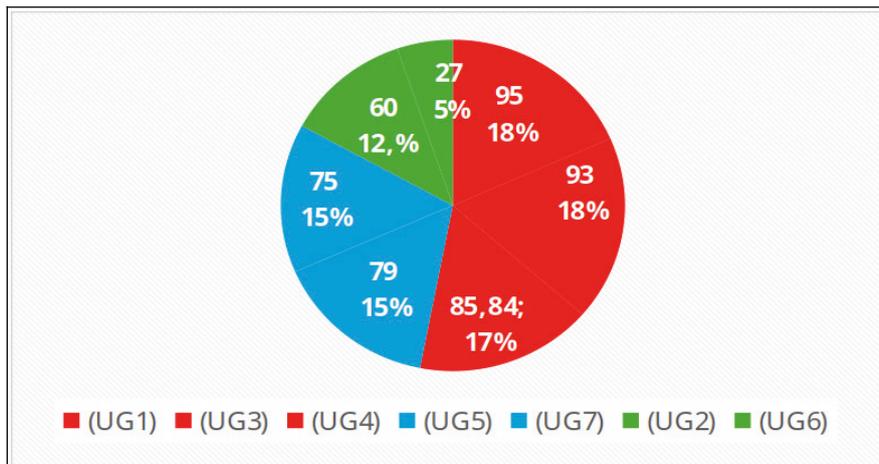
Legenda: 0 a 20 = Estável; 21 a 40 = Média (medianamente estável); 41 a 60 = Instável; 61 a 80 = Crítico; 81 a 100 = Muito crítico. / * Média de todos os parâmetros avaliados.

- **Platô com vegetação de capoeira (UG1)** intensa transformação, efeitos e consequências ambientais atingiram um grau de intensidade muito elevado, todos os efeitos e consequências foram classificados como muito críticos o que confere uma média de (95 pontos), nos quais foram atribuídas pontuações: Mudança da paisagem, destruição do solo e subsolo, lixiviação, erosão eólica, elevação do escoamento superficial da água da chuva e mudanças nos padrões de infiltração das águas superficiais, refletindo um elevado grau de alteração antrópica devido a plotagem mineralógica realizada pela empresa CIBRASA S/A. Tiveram destaque negativamente, atingindo intensidade máxima os efeitos: destruição do solo e subsolo e a elevação do escoamento superficial da água da chuva;
- **Vertente com fragmentação de vegetação primária e cavidades (UG2)** está passando por um processo de transformação das suas características naturais, atingindo um grau crítico de intensidade (60 Pontos). Foram identificados focos de incêndios, ligados a prática da agricultura itinerante, produzindo gases, traços e partículas para o ambiente, assim também como o Black Carbon (fuligens). Esses dois quesitos foram classificados como instável. A emissão de gases, traços e partículas, levaram a alteração da composição química da atmosfera, tendo esse quesito a intensidade medianamente instável e, conseqüentemente levou a diminuição da umidade fornecida pela vegetação das vertentes, com grau de intensidade instável. Devido ao aumento do desmatamento na UG2, aponta-se para a elevação da evaporação, sendo o grau de intensidade desse parâmetro considerado instável. As cavidades estão ameaçadas devido ao desmatamento e queimadas. A unidade vem perdendo gradativamente sua biodiversidade, chegando ao grau instável e crítico. A vegetação primária está sendo substituída por áreas de cultivo e vegetação secundária, ocorrendo a diminuição da umidade fornecida pela floresta, sendo seu grau crítico. Nas áreas de declividade, onde retira-se a vegetação primária ocorre potencialmente o transporte de sedimentos, sendo muito crítico, pois a erosão, a velocidade de escoamento superficial se intensificara. Essas mudanças levaram a modificações nas relações geoquímicas por alterações do sistema hídrico, sendo esse parâmetro considerado instável;
- **Sopé da vertente com vegetação secundária (UG3):** apresenta um alto grau de degradação, a biodiversidade dessa unidade geocológica vem sofrendo um processo de empobrecimento com um grau de intensidade crítico atingindo num total 93 pontos. O desmatamento e as queimadas estão levando a alterações nos níveis de temperatura. Sabe-se que a redução da vegetação leva as mudanças negativas nos índices pluviométricos, queimadas geram a emissão de gases, traços e partículas que envolve a produção do Black Carbon. Como se trata de uma vertente, a ação da água atual de forma importante, a retirada da vegetação primária, deixa o solo exposto à erosão hídrica e a maiores processos de lixiviação. A água da chuva retira os sedimentos da vertente, levando-os para as partes mais baixas, logo, evidencia-a elevação do escoamento superficial. Tanto a agricultura itinerante como a prática da pecuária bovina levam a diminuição da produção e compactação do solo, além da perda de nutrientes;
- **Planície intercalada com fragmentos de vegetação ombrófila e capoeiras (UG4):** está bastante alterada em relação as características naturais e sua paisagem, sendo esse quesito considerado muito crítico (85,84 pontos). Esta alteração está intimamente ligada a agricultura de corte e queima e a pastagem, ações que estão levando a diminuição da evapotranspiração, devido a substituição da vegetação nativa pela pastagem, ação que faz com que diminua a produção do solo. Todas essas mudanças estão levando para o empobrecimento da biodiversidade e as alterações nos níveis de temperatura. As queimadas também estão presentes nessa unidade que leva a alteração na composição química do solo;
- **Colinas com machas de vegetação ombrófila densa e mata ciliar (UG5),** tem-se nos últimos anos o aumento da criação de gado bovino, levando à prática das pastagens intensa, o desmatamento praticado e a conversão da floresta em pastagem têm causado consequências no solo e transformação das suas características naturais, devido as ações antrópicas, assim como a redução da sua biodiversidade. A alteração nos níveis de temperatura devido a prática da agricultura e a pecuária bovina. Essa unidade geocológica vem apresentando mudanças negativas nos índices pluviométricos, como na área se pratica queimadas associadas a agricultura de queima e corte, tem-se a produção de gases, traços e partículas que nesse caso a sua intensidade é considerada muito crítica chegou-se a uma pontuação de 79 para essa unidade. As alterações no ir e vir das pessoas da região correu muito em função da construção da estrada, que leva uma mudança na dinâmica, no sentido do rio para a estrada;
- **Planície fluvio-marinha com manguezal (UG6)** mudanças na paisagem de ordem moderada, conferem para essa unidade uma média de 27 pontos, considerando a fragilidade e a importância das planícies fluvio-marinhas e das áreas de manguezais, isso se mostra como um aspecto animador. Porém, no mangue acontece a retirada de algumas espécies vegetais, e com isso, modifica-se os padrões de deposição do material lamoso. Em relação a margem esquerda do rio Piriá, vem ocorrendo o desmatamento, principalmente na área, onde o porto da Serra foi construído, o que eleva a erosão nesse seguimento da unidade;
- **Rios e campos alagados de natureza (UG7),** tem uma pontuação que chegou a 75 pontos, pois identificou-se a diminuição da produção do solo, devido a prática da pecuária extensiva nem áreas mais elevadas dos campos de natureza, levando também a compactação do solo. Em relação aos rios, observou-se o processo de assoreamento - perda

de profundidade do rio, devido ao desmatamento da mata ciliar, pois os corpos hídricos da região estudada estão bastante impactados. A outra situação está associada a poluição hídrica que leva a mortandade de ictiofauna.

A seguir, têm-se o Gráfico 1 com as médias gerais das unidades geocológicas e suas respectivas estabilidades.

Gráfico 1. Média geral das unidades geocológicas, em azul: estável; verde: medianamente estável; laranja: Instável; vermelho: crítico.



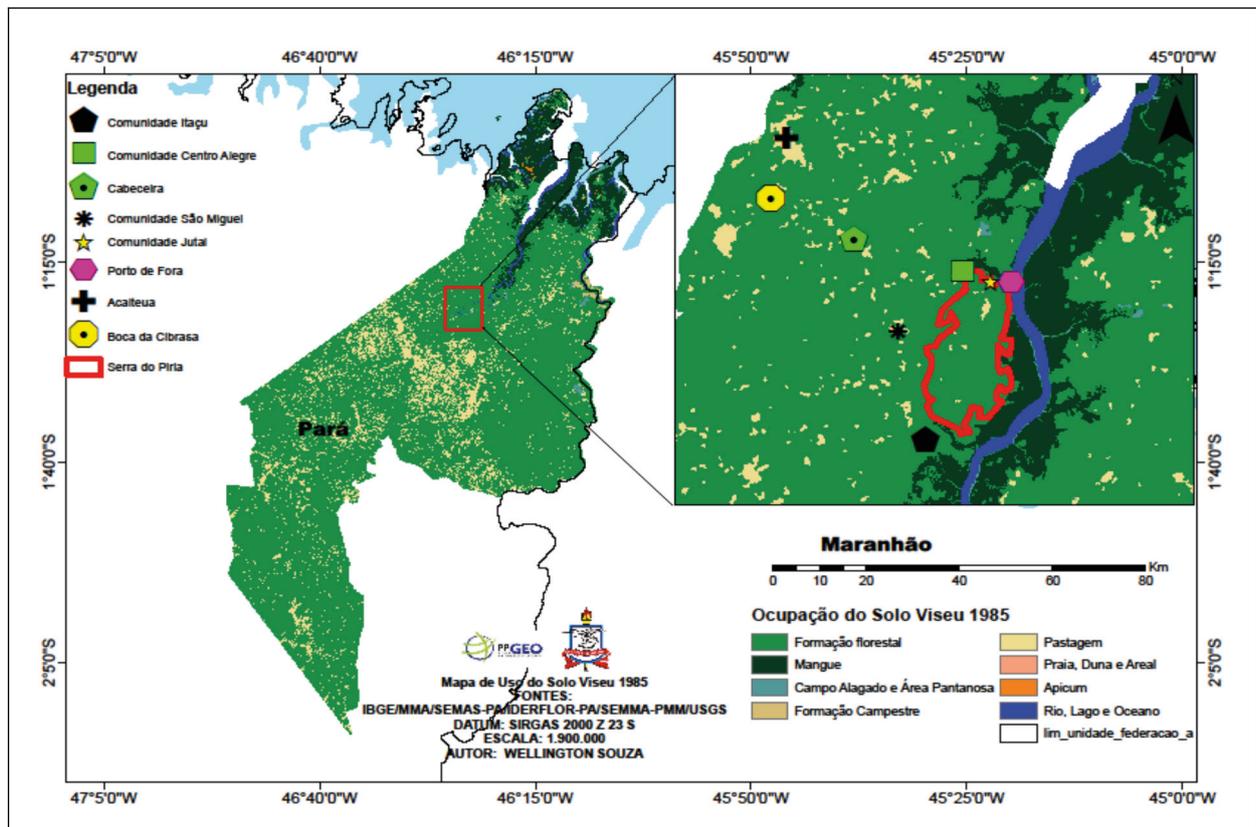
Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Através das médias gerais das unidades geocológicas entre estável; medianamente estável; instável e crítico, tem-se que:

- 53% das unidades apresentam um estado crítico;
- 30% apresenta-se como estado Instável e apenas;
- 17% do total das unidades estão em um estado medianamente estável.

Aponta-se ao grau de modificações as UGPs 1, 3 e 4 se destacaram em termos de intervenção antrópica. As UGPs 5 e 7 estão em situação de instabilidade e as UGPs 2 e 6 encontram-se medianamente estável. Talvez as ações de uso e a ocupação do solo da Região da Serra do Piriá de 1985 à 2022 explique essas mudanças, fazendo uma comparação com as unidades geocológicas, têm-se um entendimento melhor sobre as transformações das paisagens.

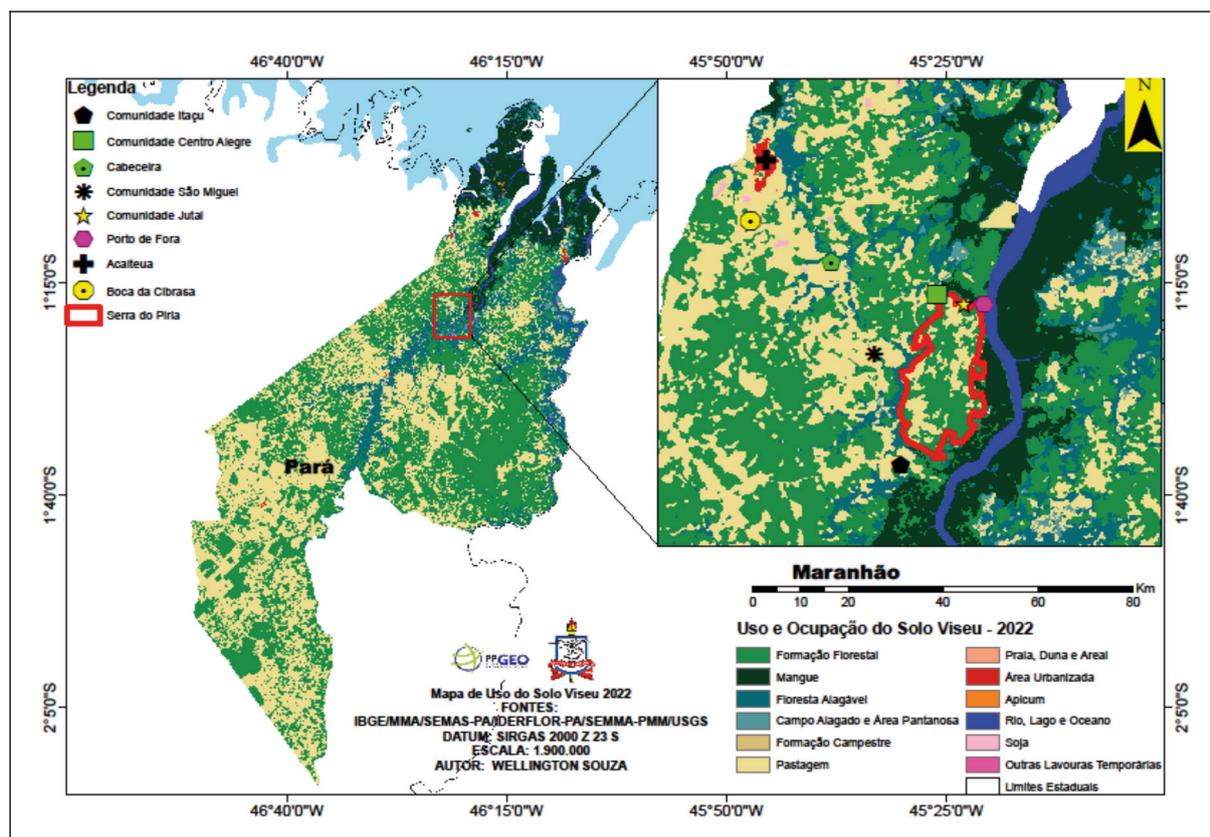
Em relação a mineração que ocorreu na área, houveram impactos socioambientais e econômicos locais como desapropriação de terras vizinhas à jazida, diminuição da produção de alimentos (atividades rurais), criação e manutenção de infraestrutura de estradas e ramais; impactos socioculturais locais - exploração do trabalho na cadeia produtiva do minério, aumento do tráfego local de veículos, auto risco de acidentes de trabalho, retirada das populações que viviam próximas a mina, diminuição de formas tradicionais de produção e aumento da população dos vilarejos (Figura 4).



Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Figura 4. Uso e ocupação do solo da região da Serra do Piriá, Viseu-PA no ano de 1985.

Sobre os impactos ambientais locais pode-se pontuar: convivência com fragmentos de minerais através do transporte, contaminação, destruição e assoreamento dos rios e reservatórios de água, poluição sonora causada por explosões e movimento de carga, destruição de sítios arqueológicos e remoção de biomas no local da cava, assim como as perdas das conexões das paisagens, como já bem discutido nos trabalhos de Coelho (2014). A prática da mineração colocou em risco o conjunto de grutas bauxíticas localizadas na Serra do Piriá. As cavernas têm grande importância mundial no quesito científico, pois as mesmas apresentam exemplos raros além, de serem habitat para espécies de morcegos e fauna cavernícola (Monteiro, Monteiro e Moura, 2019). Os índices de degradação na região na década de 1985 não estavam tão significativos. Porém, ao longo de quase 4 décadas os impactos socioambientais se avolumaram na região, com ênfase para a conversão da Floresta em áreas para pastagem (Figura 5).



Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Figura 5. Uso e ocupação do solo da região da Serra do Piriá, Viséu-PA no ano de 2002.

Diferença acentuada entre os períodos de 1985 e 2002, apontando para o aumento do desmatamento, principalmente na área de formação florestal. Os desmatamentos e queimadas estão associados as atividades econômicas como a agricultura do tipo de corte e queima, a expansão da pecuária bovina que converte parte da floresta em áreas de pastagens como já bem pontuados nos estudos de Defries *et al.* (2002) e Riveiro *et al.* (2009).

No tocante as comunidades Açaiteua, Cabeceira e São Miguel foram as que mais contribuíram para o processo de mudanças ambientais ligadas ao desmatamento e as queimadas para as práticas econômicas como a pecuária extensiva e a agricultura de subsistência e comercial. A comunidade de Açaiteua vem expandindo ao longo do tempo a sua malha urbana, o que ocasiona transformações na paisagem. Já as comunidades de Centro Alegre, Jutai e Ita-Açu tiveram um crescimento do desflorestamento ao longo do tempo, porém menor. As atividades econômicas que mais se destacam na região é a agricultura itinerante e a pecuária bovina que são praticadas de forma extensiva, seguida do comércio e outros serviços como saúde e educação.

As diversas formas de uso dos rios e igarapés como a produção da farinha de mandioca onde a mesma é plantada e beneficiada nas terras no entorno da Serra do Piriá, tem implicações diretas na manutenção dos corpos hídricos de forma equilibrada, pois para a produção de farinha a mandioca fica de molho nas águas dos rios em um período de quatro à cinco dias. Esse processo chama-se de maturação, pois é praticado para amolecer a mandioca, porém essa prática libera toxinas na água, contaminando-a de forma direta, levando problemas a ictiofauna e formas de espécies de algas fluviais (Silva Júnior *et al.*, 2014).

Ao retirar as sacas de mandioca dos fundos dos rios e igarapés as mesmas são transportadas para os barracões, chamados de “casa de forno”. Essas mandiocas são pressionadas mecanicamente através de um instrumento chamado de “tipiti” e tem a origem de um efluente amarelado denominado de manipueira, que é descartado com frequência na rede hidrográfica.

Nas comunidades se verifica a ausência de saneamento básico e água tratada. Devido à ausência de tratamento de esgoto na região, nota-se a poluição de nascentes e igarapés, devido ao lançamento de efluentes doméstico e comercial, levando ao surgimento de doenças com sintomas de febre, dor de cabeça, diarreia, náuseas, vômitos, coccias, entre outros, devido ao consumo e uso da água contaminada. Outra prática irregular na região, é a do acúmulo de lixo nos fundos dos quintais das casas, levando ao desenvolvimento de bactérias, fungos, roedores, ou seja, elementos vivos que ajudam na transmissão de doenças, degradando a qualidade de vida das populações (Quadro 2).

Quadro 2. Síntese dos impactos socioambientais na região da Serra do Piriá, Viseu-PA.

Impactos Sociais	Impactos Ambientais	Impactos Culturais	Situação Ambiental
<ul style="list-style-type: none"> - Falta de saneamento básico - Ausência de água potável - Doenças provenientes da poluição hídrica. - Precariedade dos serviços e infraestruturas. - Redução da qualidade de vida das populações. 	<ul style="list-style-type: none"> - Poluição dos rios - Redução da ictiofauna - Poluição dos solos - Desmatamento - Lixiviação - Assoreamento dos rios - Redução da biodiversidade - Construção da estrada 	<ul style="list-style-type: none"> -Mudanças nas práticas produtivas dos povos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Região bastante impactada do ponto de vista ambiental.

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Os próprios moradores das comunidades percebem as mudanças do ambiente natural com o passar do tempo (Quadro 1), pois afirmam que as comunidades tiveram várias melhorias como nos serviços de transporte, saúde, energia elétrica, fornecimento de água, etc. Porém, em termos ambientais, as comunidades vêm percebendo mudanças no sentido negativo, como a diminuição das áreas verdes, a diminuição da vazão dos igarapés, a mudança no regime das chuvas, a dificuldade para realizar os plantios, devido a diminuição dos nutrientes do solo (Quadro 3).

Quadro 3. Causas e consequências dos impactos socioambientais na região da Serra do Piriá.

Principais causas dos impactos socioambientais	Consequências dos impactos socioambientais
<ul style="list-style-type: none"> - Prática da mineração da CIBRASA/ S/A (no passado) - Agricultura itinerante e comercial - Pecuária bovina extensiva - Extrativismo vegetal e animal 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução da umidade local - Aumento da incidência da radiação - Diminuição da vazão dos corpos hídricos - Intensificação do processo de erosão - Deposição de sedimentos - Depauperação dos solos

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Outra questão é a dos resíduos sólidos das atividades agrícolas e da pecuária, onde se destaca as embalagens de fertilizantes, de defensivos agrícolas, de rações, entre outros. Em relação as causas e consequências dos impactos socioambientais na região da Serra do Piriá. As atividades humanas na região estão sendo a principal causa das modificações no funcionamento e equilíbrio das paisagens, tornando-as em sistemas com estado crítico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração as características sociais, econômicas, culturais e naturais da área pesquisada, entende-se que as paisagens são dinâmicas e sofrem modificações através das intervenções antrópicas ao longo do tempo. No tocante, as unidades geocológicas formam um complexo sistema de inter-relação, com funções que ora se aglutinam. Aponta-se que: 53% das unidades apresentam um estado crítico, 30% apresenta-se como estado instável e apenas 17% do total das unidades estão em um estado medianamente estável, algo que aponta para necessidades de planejamento territorial e ambiental. Quando se realiza as análises do estado, situação e degradação ambiental, verificou-se que as unidades se encontram em situação ambiental adversa do ponto de vista geocológico, com impactos negativos que levaram as alterações do funcionamento do sistema, as mudanças da paisagem foram traduzidas através dos impactos socioambientais.

De acordo com o diagnóstico, chega-se à conclusão de que a organização territorial da região da Serra do Piriá e seu entorno, que se destaca nos tempos atuais, foi baseada em uma ocupação sem um planejamento adequado e que a ocupação e uso das terras se deu de forma aleatória em um primeiro momento, sendo referenciada pelo rio Piriá, em um segundo momento, as ocupações obedeceram a dinâmica da “estrada da CIBRASA”, como é conhecida.

Essa segunda forma de ocupação do território seguindo a dinâmica da estrada e não mais a do rio, se caracteriza por usos inadequados do potencial dos recursos e das paisagens. Percebe-se que a intensidade do modelo de uso desrespeita a capacidade dos recursos e mostra uma ineficiência nos sistemas de proteção, conservação e recuperação do meio físico. As atividades econômicas na região da formação geológica da Serra do Piriá e seu entorno, caracterizando as tendências de uso da terra, ligadas a pecuária bovina, a agricultura comercial, de subsistência e o extrativismo mineralógico praticado no passado, assim como o vegetal e o animal e as formas de poluição são fatores que tem levado a degradação das paisagens e a uma tendência de quebra do equilíbrio geocológico da área investigada. De forma geral, os usos e ocupações não estão em consonância com o potencial do solo e muito menos formas de organização de uso que garantam a otimização do aproveitamento das propriedades fundamentais e estruturas e potencialidades das paisagens.

REFERÊNCIAS

- ANDREAE, M. O.; ARTAXO, P.; ROSENFELD, D.; LONGO, K. M. Smoking rain clouds over the amazon do. **Science**, v. 303, p. 1337-1342, 2004.
- COSTA, J. L.; *et al.* **Projeto Gurupi**: relatório final de etapa. DNPM/CPRM: Belém, v.3, 1977.
- COSTA, M. L. **Petrologisch-geochemische Untersuchungen zur Genese der Bauxite und Phosphat-Laterite der Region Gurupi (Ost-Amazonien)**. Tese (Doutorado). Universität Erlangen-Nürnberg. Fakultäten der Friedrich Alexander, 1982, 189p
- COSTA, M. L. Aspectos geológicos dos lateritos da Amazônia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 2, p. 146-160, 1991.
- COSTA, A.A.; PAULIQUEVIS, T.M. Aerossóis, nuvens e clima: resultados do experimento LBA para o estudo de aerossóis e microfísica de nuvens. **Revista brasileira de meteorologia**, v. 24, n. 2, p. 234-253, 2009.
- COELHO, T. P. **Projeto Grande Carajás**: trinta anos de desenvolvimento frustrado. Rio de Janeiro: Ibase, 2014.
- DEFRIES, R. S. *et al.* Carbon emissions from tropical deforestation and regrowth based on satellite observations. **Proceedings of the national academy of sciences of the united states of America**, v. 99, n. 22, p. 14256-14261, 2002.
- DE OLIVEIRA, B.; MYRELLA, R.; MENEZES, J. DE ANDRADE, S.F. Protocolos de avaliação rápida de rios (PAR). **Caderno de Estudos Geoambientais-CADEGEO**, 2014.
- GLAZOVSKIY, N. F., *et al.* C. Map of the state of the environment. A global overview. **Bulletim I. G. U.**, p. 48. v. II. 1998.
- IBGE. **Censo 2010**. Brasília, DF, 2013.
- MATEO, J.; MARTINEZ, M. C. **La regionalización geoecológica como base para la determinación del estado y la situación medio-ambiental de Cuba**. La Habana: Sección Cubana de la U.G.I., 1998. 12p.
- MENDONÇA, F. A. **Geografia e Meio Ambiente**. São Paulo: contexto, 1ª ed., 1993.
- MONTEIRO, F. A. D; MONTEIRO, J.F.N.; MOURA, P.E.F. Que riquezas podemos encontrar nas cavernas? In: ZAMPAULO, R. A. (org.) Congresso Brasileiro de Espeleologia, 35, 2019. Bonito. **[Anais...]** Campinas: SBE, 2019. p.430-438.
- NAÇÕES UNIDAS. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)**: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, 2013.
- OLIVEIRA, N. **Fosfatos da região de Santa Luzia** (Nordeste do Estado do Pará). Belém, Universidade Federal do Pará/Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas, Dissertação de Mestrado, 1977.
- PINHEIRO, R. V. L. *et al.* **As Grutas Bauxíticas da Serra do Piriá-PA**. 2001.
- PAULIQUEVIS, T. M.; ARTAXO, P.; OLIVEIRA, P.; PAIXÃO, M. A. O papel das partículas de aerossol no funcionamento do ecossistema amazônico. **Mudanças climáticas/artigos**, p. 48-50, 2007.
- PARÁ. **Secretaria Executiva de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças –SEPOF**. Diretoria de Estatística Estadual - Gerência de Base de Dados Estatísticos - Estatística Municipal/Viseu-PA. 2011. Acesso em: 21 mar. 2014.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E.V.; LEAL, A. C. Paisage y geossistema: apuntes para una discusión teórica. **Revista Geonorte**, Ed. Especial, v.4, n.4, p. 249-260, 2012.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. **Planejamento e gestão ambiental**: subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica. Fortaleza: Edições UFC, 2013.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A.P.B. **Geoecologia das Paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Imprensa Universitária, 2022.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. **Teoria dos Geossistemas o legado de Sochava**: fundamentos teórico-metodológicos. Fortaleza: Editora UFC, 2019
- RODRIGUEZ, J. M. M. Análise e síntese de abordagem geográfica de pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia de FFLCH/USP**. São Paulo: v.9. 1994.
- SANTOS, P. H. C. **O perfil laterítico ferroaluminoso da serra do Piriá**. 2014.
- SANTOS, A. M. **Políticas públicas educacionais em áreas de RESEX Marinha**: caso Gurupi-Piriá/Viseu-PA. 2015.
- SANTOS, T. O. et al. Os impactos do desmatamento e queimadas de origem antrópica sobre o clima da Amazônia brasileira: um estudo de revisão. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 11, n. 2, p. 157-181, 2017.
- SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental**: Conceitos e métodos. Luís Enrique Sánchez. – 3. Ed. Atual. Aprimorada. – São Paulo: Oficina de textos, 2020.
- SOCHAVA, V. B. **Introdução à teoria dos geossistemas**. Novosibirsk: Nauka, 1978. 319p.
- SILVA JÚNIOR, A.R.; CARVALHO, A. C.; SILVA, A.O. S. Microbacia hidrográfica do rio Peixe Boi: uma breve análise de sua degradação. In: Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia. Belém, 2014. **[Anais...]**. Disponível em: <<http://repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/14975>>.

SILVA DIAS, M.A.F.. Meteorologia, desmatamento e queimadas na Amazônia: uma síntese de resultados do LBA. **Revista brasileira de meteorologia**, v. 21, n. 3a, p. 190-199, 2006.

VIDAL, M. R.; SILVA, E. V. Enfoque estrutural e funcional da geoecologia das paisagens: Modelos e aplicações em ambientes tropicais. **GEOFRONTER**, 7(1). 2021. Disponível em: <<https://periodicosonline.uems.br/index.php/GEOF/article/view/6708>>.

VIDAL, M. R. **Geoecologia das paisagens: fundamentos e aplicabilidade para o planejamento ambiental no baixo curso do rio Curu-Ceará-Brasil**. Tese (Doutorado). 2014.

VIDAL, M. R.; MASCARENHAS, A. L. S. Estrutura e funcionamento das paisagens litorâneas cearenses à luz da Geoecologia das Paisagens. **GEOUSP Espaço e Tempo** (Online), [S. l.], v. 24, n. 3, p. 600-615, 2020.

VIDAL, M. R.; SILVA, E. V.; RODRÍGUEZ, J. M. M.; MASCARENHAS, A. L. S. Aplicação do enfoque funcional na interpretação geoecológica das paisagens. In: SILVA, C. N.; SILVA, J. M. P.; CHARGAS, C. A. N. (Org.). **Geografia na Amazônia paraense: análise do espaço geográfico**. Belém, PA: GAPTA/UFPA, 2014.