

AS PRESSÕES ANTROPOGÊNICAS E SUAS MANIFESTAÇÕES GEOECOLÓGICAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL, MARANHÃO, BRASIL

PRESIONES ANTROPOGENICAS Y SUS MANIFESTACIONES GEOECOLOGICAS EN LA AMAZONÍA ORIENTAL, MARANHÃO, BRASIL

Allana Pereira Costa
Universidade Estadual do Maranhão

Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias
Universidade Estadual do Maranhão

Luiz Carlos Araújo dos Santos
Universidade Estadual do Maranhão

RESUMO: O Bioma Amazônico do Maranhão compreende 3,4% de toda a Amazônia brasileira e faz parte da porção Leste do Centro de Endemismo Belém. Nele há paisagens marcadas pela biodiversidade dos mais diversos ecossistemas e construções socioculturais, remodelados nas últimas seis décadas por intensificação das atividades humanas e demandas de mercado por recursos naturais. Tem-se por objetivo realizar a caracterização dos processos de uso da terra e pressões antropogênicas na Amazônia maranhense associado ao ano de 2020 e indicação das áreas de maior criticidade de ruptura das relações ambientais. A metodologia pautou-se em levantamento bibliográfico, produção cartográfica em ambientes SIG e trabalhos de campo. Constatou-se que o território possui 25% de remanescentes vegetais naturais. Os 75 % restantes se distribuem em usos consolidados, os quais, desde o processo de construção do território, acompanhados por incentivos estatais ou por demanda de territórios pela população, têm instituído as seis zonas de pressão de uso da terra. São necessários esforços conjuntos de ordenamento territorial, conservação da biodiversidade e indicação de áreas aptas ao desenvolvimento de atividades produtivas regionais, assim como a configuração de mosaico para conectividade das paisagens naturais remanescentes como uma estratégia sólida para a manutenção deste território.

Palavras-chave: Amazônia Oriental; Vegetação; Uso e Cobertura da Terra.

RESUMEN: El Bioma Amazónico de Maranhão comprende el 3,4% de toda la Amazonía brasileña y forma parte de la porción oriental del Centro de Endemismo de Belém. Existen paisajes marcados por la biodiversidad de los más diversos ecosistemas y construcciones socioculturales, remodelados en las últimas seis décadas por la intensificación de actividades recursos humanos y demandas del mercado de recursos naturales. El objetivo es caracterizar los procesos de uso de la tierra y las presiones antropogénicas en la Amazonía de Maranhão asociados al año 2020 e indicar las áreas de mayor criticidad para la alteración de las relaciones ambientales. La metodología se basó en la investigación bibliográfica, la producción cartográfica en ambientes SIG y el trabajo de campo. Se encontró que el territorio cuenta con un 25% de restos vegetales naturales. El 75% restante se distribuye en usos consolidados, que desde el proceso de construcción del territorio, acompañado de incentivos estatales o demanda de territorios por parte de la población, han establecido las seis zonas de presión de uso del suelo. Se requieren esfuerzos conjuntos para la planificación territorial, la conservación de la biodiversidad y la señalización de áreas aptas para el desarrollo de actividades productivas regionales, así como la configuración de un mosaico de conectividad de los restantes paisajes naturales como estrategia sólida para el mantenimiento de este territorio.

Palabras clave: Amazonía oriental; Vegetación; Uso y Cobertura del Suelo.

INTRODUÇÃO

As paisagens atuais, mediante as diversas transformações que estão atreladas ao uso intensificado e acelerado da terra, são interpretadas como um conjunto de fatores complexos que se distribuem em conjuntos paisagísticos parcialmente naturais ou totalmente alterados pelo homem. Relacionados à diversidade dessas paisagens, estão configurados os mosaicos de características naturais acentuadas, aqueles intensamente transformados ou com estruturas fragmentadas.

Os padrões distributivos desses mosaicos mostram a utilização da terra pelo homem por intermédio de suas atividades cumulativas até os dias atuais, representados pelos múltiplos usos da terra. A cobertura da terra, mais associada ao primeiro e terceiro mosaico, remete aos revestimentos naturais, sobretudo, às tipologias vegetais que recobrem um território, os quais *de per se* demonstram as características naturais remanescentes de pouca ou nenhuma interferência humana.

À vista disso, nas últimas seis décadas o território da Amazônia brasileira, sobretudo, a Amazônia maranhense, vem apresentando alta complexidade nos estudos científicos e de mitigação das políticas públicas, acerca de orientações relativas à conservação dos processos ecológicos dos ecossistemas e da biodiversidade remanescente, em detrimento do uso da terra para as mais diversificadas atividades econômicas e do homem, motivadas por contextos políticos e socioeconômicos, formando várias zonas de pressão de uso.

A dinâmica desses espaços, sob o ponto de vista biogeográfico, tem sofrido impactos drásticos de seus processos ecossistêmicos como resultados dessas atividades, as quais têm uma abrangência nas diversas escalas de análises. Assim, cenários de crescimento demográfico, conversão de áreas com vegetação nativa em espaços de uso agropecuário ou urbano, queimadas naturais ou induzidas e direcionamentos socioprodutivos de novos processos de ocupação podem trazer problemas irreversíveis ao território do bioma Amazônico maranhense, especificamente.

Afigura-se, contudo, que o modelo de ordenamento espacial hodierno não insere, em seu contexto, as estratégias de mitigação que porventura possam vir a ser adotadas face ao crescimento das áreas antropizadas em diferentes localidades. Nesse ponto, reside a importância implícita desse tipo

de análise para a conservação de áreas e para o apontamento racional de novas áreas sujeitas a se transformarem em territórios protegidos (não apenas na categoria de Unidades de Conservação).

Diante de todos os fatos relatados sobre os problemas relacionados à Amazônia brasileira e, sobretudo, os ocorridos da Amazônia maranhense, faz-se necessária uma discussão que envolva áreas díspares, porém complementares. São exemplos dessas a biogeografia, o clima, as zonas de pressões antropogênicas e o ordenamento do território, por meio dos quais se pode entender melhor como essas inter-relações de processos podem proporcionar uma melhor compreensão do território em função de uma gestão e planejamento ambiental integrado.

Nesse ponto de vista, grande parte da cobertura vegetal que compreende a área de estudo, ou seja, os 108 municípios que integram o referido bioma no Maranhão, encontra-se devastada e restam apenas fragmentos das formações vegetais, principalmente as que apresentam características amazônicas. Dessa forma, compromete-se a biodiversidade de toda a região, produzindo profundas alterações nos ecossistemas, no equilíbrio ambiental, além de uma série de suscetibilidades geoambientais mediante as pressões diretas sobre o território do bioma Amazônico maranhense, dentro dos limites, conforme Catunda e Dias (2019).

Por conseguinte, objetiva-se caracterizar os processos de uso da terra e pressões antropogênicas associadas ao ano de 2020, para a indicação das áreas de maior criticidade de ruptura das relações ambientais, com vistas à recuperação ambiental. Ao longo do presente artigo, serão apresentadas as bases teóricas e conceituais que alicerçam a pesquisa, bem como a metodologia adotada e o detalhamento das formas de pressão de uso devidamente cartografadas.

METODOLOGIA

A elaboração de uma abordagem que vise à construção do conhecimento científico, de maneira fiel e precisa, requer diferentes estágios de desenvolvimento e, portanto, não é uma tarefa simples. A complexidade de interpretar os fenômenos sociais e naturais ou a relação natureza-sociedade se deve ao fato de esses estarem em constante mudança e por consistirem em múltiplas inter-relações possíveis

que, por sua vez, “não se mostram ao homem, e sim parecem “vendadas” (SILVA; TRIANO, 2005). Partindo desse pressuposto, não existem verdades concluídas ou absolutas, mas sim necessidades cada vez maiores de se aprofundar técnica e cientificamente os conhecimentos acerca de dada realidade a ser criteriosamente investigada.

Nessa perspectiva, conforme Ross (2010) e Farias (2012), a metodologia aplicada na pesquisa conduz a execução dos trabalhos a serem desenvolvidos, enquanto as técnicas e os instrumentos dão subsídios para a operacionalização desses trabalhos. Diante disso, nesta pesquisa, será adotado o método estruturalista, o qual implica “superar uma descrição direta do sensível, do vivido ou de uma gênese, pautando-se na estrutura, na racionalidade que jaz além do empírico” (VIET, 1973, p. 84). Sendo assim, as estruturas estão interligadas, de forma sistemática e, portanto, as modificações de uma das estruturas incubem o desequilíbrio total do sistema.

Lévi-Strauss (1980) evidencia que o estudo, a partir da perspectiva estruturalista, implica a descrição do sistema total, considerando todas as suas inter-relações constituintes. Ademais, o sistema e os seus elementos (as partes integrantes) aparecem como interseções de feixes de relações. Essa abordagem, portanto, terá como embasamento metodológico a concepção Geossistêmica e a Geoecologia da Paisagem (SOTCHAVA, 1977; TRICART; KILIAN, 1982; FARIAS, 2012; MATEO-RODRIGUEZ; SILVA, 2019).

Os procedimentos metodológicos aplicados, para a análise e descrição das classes de pressões de uso e cobertura da terra na área de estudo, foram elaborados em três fases: aquisição de imagens de satélite, geoprocessamento e validação de campo. Nesse sentido, nos estudos ambientais de monitoramento e planejamento territorial, tem-se utilizado, desde da década de 1970, o emprego de imagens orbitais para o alcance de áreas remotas, de grandes extensões e de difícil acesso pelo homem. Ponzoni *et al.*, (2012) reafirmam que a grande vantagem na utilização de imagens digitais é a facilidade do processamento em computadores para a obtenção de informações e aplicação dessas em estudos de recursos naturais terrestres, já que as imagens multiespectrais são disponibilizadas em formato digital e podem ser utilizadas em *softwares* de ambiente SIG gratuitos.

É de grande importância esclarecer que o SIG (Sistemas de Informações Geográficas), conforme Cunha e Guerra (2019, p. 169) “funciona como um conjunto de facilidades e instrumentos computacionais para arquivo, recuperação, transformação e apresentação de dados espaciais para atingir a análise de um determinado processo”, o que permite uma variedade de técnicas para tratamento de dados e geração de informações espaciais.

Partindo desse pressuposto, selecionou-se 12 cenas de imagens de satélite do sensor OLI/TIRS LANDSAT- 8 da plataforma digital do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) – Earth Explorer, de um período temporal de 2017 a 2020, conforme a qualidade das imagens em termos de cobertura de nuvens para a detecção dos alvos espectrais. Os dados adquiridos possuem a resolução espacial de 30 metros, mas chegaram até 15 metros de resolução espacial em detrimento da composição com a banda 8 (pancromática), a qual tem a resolução espacial de 15 metros.

Após a aquisição das imagens, as cenas adquiridas passaram por um tratamento de correção atmosférica por intermédio do *plugin semi automatic classification*, artifício do software QGIS. A correção atmosférica é utilizada para otimização dos efeitos atmosféricos como vapor d’água, O₃, profundidade ótica e tipos de concentração de aerossóis, além da correção de reflectância e radiância, uma vez que, na captação das cenas pelos sensores, acontece um processo de espalhamento, absorção e refração da energia eletromagnética, o que compromete a refletância de alvos terrestres (WEISS *et al.*, 2015; PONZONI *et al.*, 2012).

Nesse sentido, utilizando-se da técnica de classificação digital de imagens que corresponde “o estabelecimento de um processo de decisão na qual um grupo de pixels é definido como pertencente a uma determinada classe”, em que “os sistemas computacionais auxiliam o usuário na interpretação das imagens orbitais” (VENTURIERI; SANTOS, 1998, p. 353.), considerou-se o treinamento supervisionado com base no método de MAXVER – Máxima Verossimilhança (Maximum Likelihood Classification), proposto por Crósta (1992).

Conforme o INPE (2006), “MAXVER é o método de classificação que considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos”, em que o cômputo para o cálculo é de pixel a pixel. Por outro lado, o treinamento supervisionado consiste na

participação direta do elaborador nas coletas de amostras com base nos seus conhecimentos da área amostrada, nas interpretações das imagens e das coletas de amostras nas etapas de campo.

Por conseguinte, para a classificação das pressões de uso, foi utilizado um conjunto amostral de 2.700 polígonos, divididos entre oito classes gerais: área campestre; área urbanizada; área de plantio; área florestal; área de solo exposto; área de dunas, bancos de areias e praias; corpo d'água; e áreas de atividades de silvicultura. Essas foram enquadradas em seis classes definitivas de pressões de uso: zona de pressão de uso da exploração de caça e insumos madeireiros; zona de pressão de uso da mineração; zona de pressão de uso para o desmatamento; zona de pressão de uso agropecuário e de monossilvicultura; zona de pressão de uso urbano-industrial; e zona de pressão de corpos d'água. Acresce que, para compor a base cartográfica da zona de pressão de corpos d'água, também, utilizou-se o conjunto de dados de Hidrografia do ZEE - Zoneamento Ecológico-Econômico do Maranhão (2019), na escala de 1:250.000.

Para efeitos dos resultados (representações cartográficas e análise da pressão de uso da terra), foram realizadas etapas de campo em áreas estratégicas do território que compõe o bioma Amazônico maranhense. Esses reconhecimentos *in loco*, definidos aqui pela interpretação da cartografia do ZEE para o bioma Amazônico do Maranhão, que estabeleceu a síntese da dinâmica da paisagem, foram cruciais para o reconhecimento dos padrões de cobertura vegetal remanescente e dos processos de uso da terra, configurando padrões e pressões antropogênicas atuais, do ano de 2020. Nas etapas de campo, foram realizados aerolevantamentos (com auxílio de drones) em sítios paisagísticos de relevante importância local ou regional, os quais subsidiaram a cartografia e as discussões apresentadas neste estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No que se convencionou denominar de Geocologia das Paisagens (MATEO-RODRIGUEZ; SILVA, 2019), no contexto das Geociências, historicamente houve a condição analítica de associar as abordagens relativas aos processos derivadores de geodiversidades meso ou macroescalas territoriais,

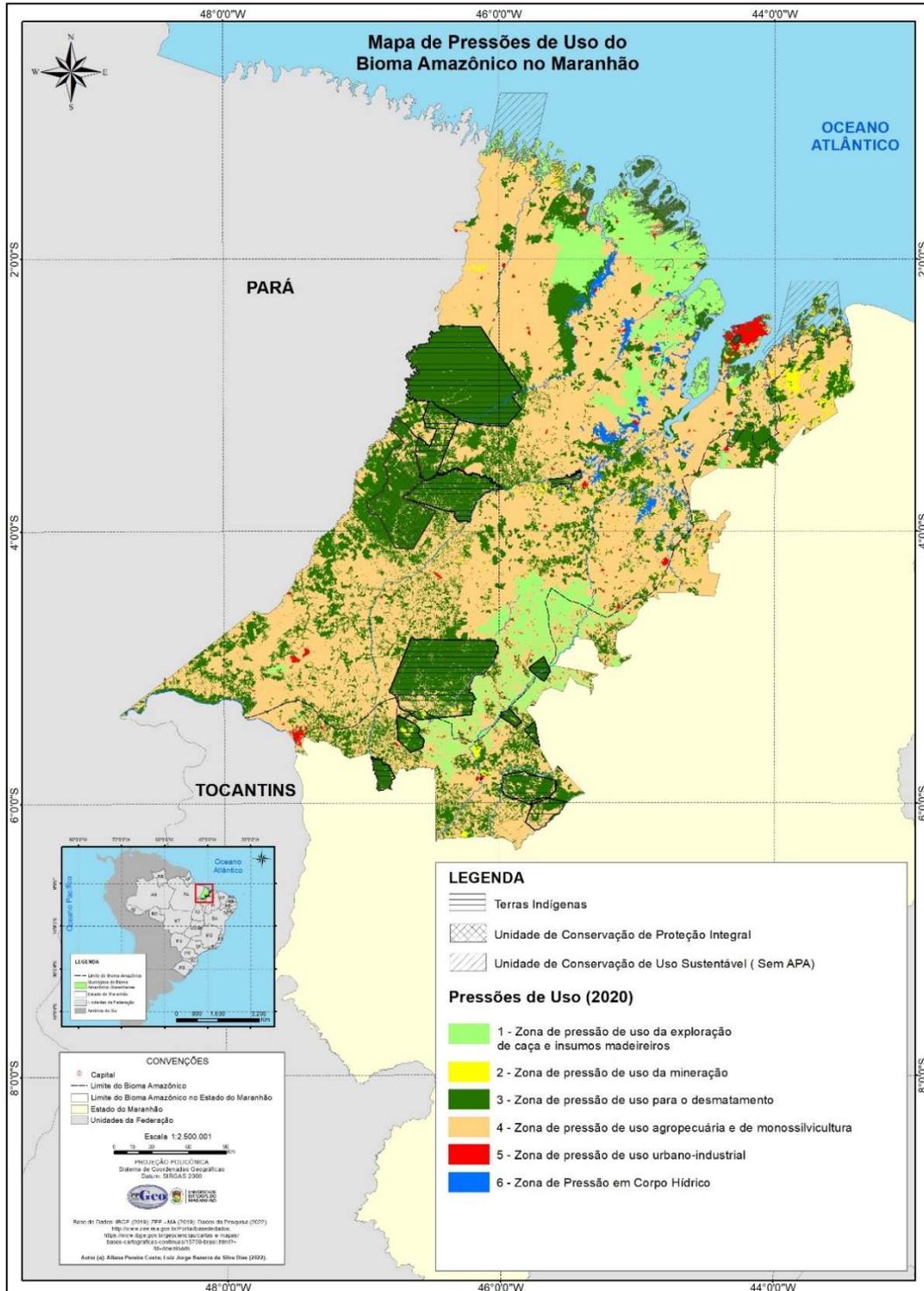
por exemplo, com um (senão o) principal conjunto de mecanismos capazes de promover a constituição de condições ambientais para o desenvolvimento de habitats, ecossistemas e biomas (FIGUEIRÓ, 2015). Contudo, face às frentes ocupacionais vinculadas às forças antropogênicas materializadas sobre as paisagens originais, novas realidades e abordagens biogeográficas tendem a ser evidenciadas.

Estas, por seu turno, são manifestadas na conversão de elementos primários da natureza em agroecossistemas e demais sistemas ambientais potencialmente alterados ao longo de séculos, como é o caso da Europa, ou a poucas décadas, como no caso da Amazônia brasileira e, em especial, da Amazônia maranhense, das quais são evidências de pressões pelo uso das unidades paisagísticas em um contexto de supressão.

O extremo Nordeste da Amazônia (que está totalmente inserido em terras maranhenses) é, em conjunto, a área mais impactada pelas ações antropogênicas e, portanto, a que requer maior atenção quanto à perda de cobertura vegetal nativa, aos avanços das queimadas por ampliação dos focos de calor, bem como à proteção do patrimônio biodiverso e à expansão de atividades econômicas consideradas territorialmente expansivas e predatórias. Esse território também é a parte mais oriental do Centro de Endemismo Belém, área de maior perda de biodiversidade de toda a Amazônia Internacional (DIAS *et al.*, 2023; REIS *et al.*, 2024). Essa área, que comporta 3,4 % do espaço total desse bioma no Brasil, apresenta um grande desafio de preservação e conservação dos territórios naturais e socioculturais remanescentes, agravados pelas atividades produtivas bastante impactantes aplicadas a esse recorte geográfico.

À vista disso, ao considerar, os padrões de uso e cobertura da terra atuais, o contexto econômico, as relações sociais, os processos históricos e componentes paisagísticos, permitem interpretar que o bioma Amazônico maranhense apresenta as seguintes pressões antropogênicas: zona de pressão de uso da exploração de caça e insumos madeireiros; zona de pressão de uso da mineração; zona de pressão de uso para o desmatamento; zona de pressão de uso para agropecuária e monossilvicultura; zona de pressão de uso urbano-industrial; e zona de pressão em corpo hídrico. A Figura 1 apresenta as áreas correspondentes às respectivas zonas, enquanto a Tabela 1 demonstra a espacialização dessas zonas no território.

Figura 1: Mapa temático de Pressões de Uso do Bioma Amazônico maranhense.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Tabela 1: Relação das classes de pressão de uso identificada no Bioma Amazônico no Estado do Maranhão com suas respectivas áreas indicadas em km², bem como percentual de abrangência.

Nº	LEGENDA	ÁREA (Km ²)	Percentual (%)
1	Zona de Pressão de uso da exploração de caça e insumos madeireiros	14.921,87	10,92%
2	Zona de Pressão de uso da mineração	2.232,99	1,63%
3	Zona de Pressão de uso para o desmatamento	41.085,27	30,06%
4	Zona de Pressão de uso agropecuária e de monossilvicultura	75.540,49	55,27%
5	Zona de Pressão de uso urbano-industrial	1.129,00	0,83%
6	Zona de Pressão em corpo hídrico	1.776,12	1,30%
Total		136.685,74	100,00%

Fonte: Autoria Própria (2024).

Por conseguinte, é possível observar na Figura 1 que não foram consideradas as Unidades de Conservação da categoria APA (Área de Proteção Ambiental) nesta análise específica, visto que, em termos ambientais, essa categoria permite a ocupação humana e suas atividades. Contudo, para a análise de pressões de uso, não há garantia de proteção e conservação ambiental em sua totalidade, predominando as atividades socioeconômicas dessas relativas.

ZONA DE PRESSÃO DE USO DA EXPLORAÇÃO DE CAÇA E INSUMOS MADEIREIROS

A despeito do alto grau de fragmentação paisagística e de seus espaços geocológicos naturais, o bioma Amazônico maranhense, no decorrer de seis décadas, tem apresentado reflexos preocupantes em seus processos e/ou sistemas de desestruturação socioecológica, voltados ao extrativismo de animais e vegetais e, sobretudo, à grande demanda de insumos madeireiros. Isso tem formatado a zona de pressão de uso da exploração de caça e insumos madeireiros como estruturas de mercantilização da natureza e biodiversidade, desencadeando conflitos de uso pelos diversos grupos sociais e pela conciliação da gestão desses recursos naturais, sobrevivência humana e conservação dos sistemas ecológicos.

Nesse viés, a zona de pressão de uso da exploração de caça e insumos madeireiros responde por mais de 10,92% das zonas de pressões no bioma e detém uma área de 14.921,87 km². Na Figura 1, é representada a espacialização dessas áreas, as quais se encontram, em maiores proporções, na parte

setentrional do bioma, nas reentrâncias maranhenses, nos manguezais, no centro-sul da parte leste do bioma.

No que tocante ao extrativismo vegetal, as principais atividades são voltadas para o apanho de frutos, como açaí, buriti, bacuri, cupuaçu, babaçu, castanhas, dentre outros, além de plantas e cascas medicinais. Além dessas, a extração de material lenhoso de florestas nativas, secundárias e de mangues ainda é comum, vez que é utilizada para serralheria, indústria moveleira, produção de carvão vegetal, construção de casa de pau a pique, cercas, estacas etc.

A proporção da extração vegetal, muitas vezes realizada de forma ilegal, depende da especificidade do aproveitamento da madeira e dos frutos etc. Nessa perspectiva, as principais áreas, em que ocorre esse tipo de pressão, encontram-se em manguezais na parte norte do bioma; nos fragmentos florestais das zonas de bordas de Terras Indígenas na porção sul do bioma; e em áreas de babaçuais que se concentram, sobretudo, no centro e norte do bioma.

No âmbito do extrativismo animal, essas apresentam estreitas relações com as áreas de extrativismo vegetal. Contudo, o extrativismo no bioma Amazônico maranhense se organiza em caça de animais silvestres. Embora haja imposição legal de proibição, essa ainda é uma prática comum que afeta diretamente a diminuição faunística, sobretudo, em áreas de remanescente florestal e a extração de caranguejo, ostra, sururu, sarnambi na costa litorânea e reentrâncias maranhenses. Os municípios que se destacam são: Cururupu, Porto Rico, Cedral, Raposa, Paço do Lumiar, Alcântara, Carutapera, Guimarães, Turiaçu, Apicum-Açu, São José de Ribamar, Icatu e Humberto de Campos.

No entanto, no que se refere à extração de crustáceos, a superexploração, principalmente quando não é obedecido o período de reprodução das espécies, pode causar alterações físicas e estruturais ao ecossistema, além do sustento e manutenção das espécies que fazem parte da cadeia alimentar. Com a diminuição florestal, há uma grande perda de biodiversidade tanto faunística quanto florística, uma vez que, quando uma área florestada é fragmentada, o processo de transformação estrutural é maximizado e altera o microclima, a umidade, além de causar o aumento da temperatura, alternando o comportamento hidrológico, ampliando a redução de áreas para reprodução e disponibilidade de alimentos, dentre outros.

ZONA DE PRESSÃO DE USO DA MINERAÇÃO

A potencialidade de ocorrência de minerais metálicos e não metálicos nas áreas do bioma Amazônico maranhense foi fator importante para formatação de zonas de pressão de uso da mineração. No entanto, os fatores naturais por si só não respondem às atividades voltadas para a exploração desses recursos primários, a tudo isso se acresce a dispersão, escassez, o interesse e a valorização econômica.

Ao se considerar o potencial, a zona de mineração mais antiga e crítica (em termos de impactos ambientais) compreende a porção noroeste da Amazônia maranhense, área denominada de “Guiana Maranhense” (ABREU, 1939). Determinadas pelas antigas estruturas geológicas datadas do período Riciano e Toniano (idades paleoproterozoicas e neoproterozoicas, respectivamente), estão associadas ao Cráton São Luís e ao Cinturão do Gurupi e são relevantes pela presença de ouro e de uma diversidade de gemas identificadas ainda no início do século XX.

Assim, nessa região estabeleceu-se, a priori, diversos garimpos juntamente com a comercialização ilegal desses minerais, como os localizados nos municípios de Turiaçu, Godofredo Viana, Centro Novo do Maranhão e Luís Domingues, ainda hoje existentes e em funcionamento. Certamente, em função desse potencial mineralógico, a partir dos anos 2000, foram atraídos para essa porção específica empreendimentos minerários internacionais para a exploração aurífera, de pedras preciosas e semipreciosas, consolidando essa área como uma zona potencial da mineração.

Há, contudo, pelo impacto negativo aos ecossistemas naturais ocasionado pela atividade de mineração, um paradoxo de conservação ambiental, dado que a implementação dessa atividade e a aptidão para a expansão em novas áreas estão situadas em unidades naturais, preservadas pelo reconhecimento da existência em seus territórios e destacadas pela diversidade ecológica e de ecossistemas associados. A Figura 1 destaca que ocorrência dessa zona de pressão situa-se na APA das Reentrâncias Maranhenses, nas proximidades do perímetro da Terra Indígena Alto Turi e da Reserva Biológica do Gurupi.

Existe também uma ampla atividade extrativa mineral de minerais não metálicos. Essa modalidade está mais direcionada para a exploração de granitos, lateritas, areia, argila e calcário,

embora haja uma heterogeneidade de outros recursos. Os três primeiros minerais atendem a uma demanda quase em sua totalidade para a construção civil ou para a indústria associada. A argila é a mais expressiva hoje para a produção de tijolos, lajotas, blocos, telhas e cerâmicas; enquanto o calcário tem sido bastante utilizado para a correção do solo no processo de calagem (adequação do Ph do solo para o plantio de culturas agrícolas diversificadas) e na produção gesseira.

Atendo-se exclusivamente aos de materiais para a construção civil (granito, brita e cascalhos), destacam-se os municípios de Bacabeira e Rosário, os quais concentram grandes empresas mineradoras de granitos e transformação. No concernente à extração de calcário, a região mais expressiva na área de estudo está no Polo Gesseiro de Grajaú. A areia e a argila, ao contrário, estão bem pulverizadas no bioma, como as encontradas na Ilha do Maranhão, região do Munim, região Tocantina, dentre outras, sobretudo em municípios como Rosário, Alcântara, Guimarães, Morros e Pio XII.

Nesse contexto, em termos de áreas, esta zona de pressão corresponde o equivalente a um total de 2.232,99 km² que significa um percentual aproximado de 1,65% em relação ao total do território do bioma Amazônico do Maranhão. Embora compreenda uma área pequena em relação às demais zonas de pressão, que apresenta essas atividades mineralógicas, além de gerar grandes transformações dos aspectos físicos da região, solo, cobertura vegetal, modelados do relevo etc., encontra-se, sobretudo, em ambientes frágeis (costeiros) e de conservação (unidades de conservação e/ou em suas proximidades) tanto referente aos minerais metálicos quanto aos não metálicos.

ZONA DE PRESSÃO DE USO PARA O DESMATAMENTO

A partir da década de 1970, o bioma Amazônico no Maranhão passa por uma ampla reestruturação produtiva e ocupacional em seu território. Isso deve às construções de rodovias e ao avanço das técnicas que tiveram implicações profundas na manutenção da biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos. Esses são suficientes para os crescentes impactos ambientais e sociais, principalmente, para as comunidades tradicionais.

Em face dessas mudanças promovidas por fatores externos e internos (políticas econômicas e de ocupação), o desmatamento de grandes áreas de florestas nativas disparou, a intensificação dos modos de produção, a utilização dos recursos naturais de forma desmedida e o grande crescimento populacional foram substanciais. Dessa maneira, o espaço natural foi se transformando de modo, em sua maioria, irreversível para atender às atividades predatórias do homem.

A interferência humana e a ocupação sem governança ambiental modificaram grande parte das formações vegetais e da biodiversidade da Amazônia maranhense. Essa alteração no meio natural tem induzido os processos sucessionais distintos das formações fitogeográficas naturais. Com base nos dados mapeados, a ordem próxima de 75% de toda a cobertura vegetal original foi substituída por vegetação secundária em vários estágios de crescimento ou em usos consolidados. A razão para isso foi a retirada do ecossistema florestal para o uso do solo destinado às atividades agrícolas e pecuárias, e das áreas de assentamentos humanos (Tabela 1). Essas práticas de atividades foram determinantes para exaurir a capacidade do solo de suportar as antigas formações vegetais que ali se encontravam, como é o caso bem expressivo das Matas de Cocais.

Nessa perspectiva, refere-se às áreas com fragmentos de vegetação com fitofisionomias naturais do bioma Amazônico ou de vegetação secundária de porte florestal em alto estágio de sucessão ecológica (ainda que estejam em Terras Indígenas, Unidade de Conservação de Proteção Integral, Reservas Legais e terras públicas), uma vez que a rápida e progressiva diminuição das áreas florestais se concentrou em dois principais mosaicos: bloco Gurupi e bloco Arariboia, constituído por TIs e UCs de Proteção Integral.

Nesse sentido, os municípios que apresentam maiores características (Figura 1), em termos de áreas, são: Centro do Novo do Maranhão nas porções centro e sul; parte leste do município de Nova Olinda do Maranhão; São João do Caru; Bom Jardim; Zé Doca; norte do município de Itinga do Maranhão; sul dos municípios de Bom Jesus das Selvas; Buriticupu e Itaipava do Grajaú; extremos leste e oeste do município de Arame; e grandes extensões pulverizadas dos municípios de Grajaú e Amarante do Maranhão. Outros municípios que se destacam são: Santa Helena, Turilândia, Presidente Vargas, Turiaçu, Cachoeira Grande e Itapecuru Mirim.

Essa zona de pressão detém 41.085,27 km² e compreende uma área de mais de 30% do total da área do bioma. No entanto, em função das altas taxas de desmatamento, mediante as crescentes pressões econômicas, a configuração da paisagem é constituída por manchas florestais isoladas e com poucos fragmentos conectados.

Considerando os problemas atuais, essa zona apresenta intenso processo de supressão da cobertura vegetal para a expansão de áreas produtivas, sobretudo do segmento agrossilvapastoris. É necessária, contudo, para o aproveitamento do solo, a realização do desmate da vegetação quando há o potencial de aproveitamento dos insumos madeireiros, caso contrário é utilizada a queima, já que é um processo mais rápido para a limpeza de terrenos, embora, em sua maioria, o desmatamento e as queimadas estejam associados ao preparo do solo e à conversão de áreas vegetadas em áreas agrícolas ou de pastagem.

Partindo desse princípio, essas áreas não estão apenas correlacionadas às pressões pelos insumos madeireiros, mas, sobretudo, à abertura de áreas para serem incorporadas aos segmentos produtivos já existentes em seus entornos. Com a simples imposição de restrições de preservação, a salvaguarda das comunidades indígenas, habitat natural de sua vivência; a continuidade de suas culturas; a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas terrestres e aquáticos; e o equilíbrio climático estão continuamente sendo alvo de processos de invasão e de desmatamentos, bem como de queimadas criminosas.

Portanto, ainda que os instrumentos de políticas ambientais imponham restrições e disponham, em seus normativos legais, sobre manutenção, preservação e conservação dessas áreas, as ações fiscalizatórias são precárias e insuficientes, o que compromete a integridade, as restrições e a administração dessas zonas. Assim, nas maiorias dos casos, a participação no concernente à proteção, principalmente em territórios indígenas, é realizada por esforços das comunidades que vivem nessas áreas, o que torna essa zona de pressão a mais frágil do bioma Amazônico maranhense e mais suscetível à dinâmica de sua estrutura natural.

ZONA DE PRESSÃO DE USO AGROPECUÁRIO E DE MONOSSILVICULTURA

Atrelada à intensificação dos processos de transformação da Amazônia maranhense, em função das práticas agropastoris e silvícolas, principalmente nos seis últimos decênios, de todas as zonas de pressões de uso expressas no bioma, caracteriza o uso da agropecuária e da monossilvicultura e abriga a maior extensão territorial e, notoriamente, é a mais complexa de ser revertida e contida. Dentre os diversos fatores, estão as novas monoculturas, muitas delas exóticas, e a pecuária de corte e de laticínios para atender ao interesse imediato das exportações brasileiras no mercado nacional.

Pela espacialização demonstrada na Figura 1, estima-se que um percentual superior a 50% do total da área do bioma Amazônico maranhense corresponde à zona de pressão de uso agropecuário e de monossilvicultura. Nessas áreas, em consequência das atividades humanas de desmatamento da cobertura vegetal nativa, foram constituídas, em um vasto predomínio, quase ininterrupto, do uso da terra pelas pastagens, monoculturas agrícolas, silvicultura de árvores exóticas e agricultura tradicional.

É importante ressaltar que, na área em análise, ocorre um processo antigo relacionado ao povoamento denotado pelo pastoreio de gado bovino, cujos solos também são apropriados para cultivos agrícolas, alinhados ao clima e à disponibilidade hídrica superficial. Para além disso, as práticas agrossilvopastoris invariavelmente sempre foram importantes mecanismos para a sobrevivência do ser humano. No entanto, podem ser extremamente impactantes ao espaço natural, pois em proporções diferentes, essas atividades para existirem demandam derrubadas de áreas vegetadas (ainda que sejam constituintes de fitofisionomias secundárias em estágio inicial e intermediário de sucessão ecológica), o que provoca danos cada vez mais acentuados à vegetação e à riqueza biológica dos ecossistemas inerentes ao bioma Amazônico.

Nesse sentido, o uso da terra destinado à agropecuária, seja tradicional ou mecanizada, é bastante expressivo no contexto da Amazônia maranhense. A agricultura familiar de subsistência ou de produção de pequena e média escala, para abastecimento do mercado local e regional, é representativa nas áreas rurais. Todavia, o desenvolvimento dessa atividade agrícola está quase sempre pautado no sistema de corte e queima da vegetação (roça no teco), isto é, utilização de queimadas para a limpeza

de terrenos e preparação dos solos. Os principais cultivos da agricultura familiar são de mandioca, feijão, arroz, milho, hortaliças e fruticulturas.

Por outro lado, a agricultura moderna mecanizada é pouco diversificada e concentra-se, principalmente, em culturas de soja, milho, milheto, sorgo e arroz. Nessas áreas de relevos aplainados, há, portanto, um processo de antropização nos sistemas naturais, as paisagens nativas amazônicas deram lugar a extensas fazendas de monoculturas após um processo de padronização química dos solos. Além de ocasionar uma profunda alteração nas estruturas e perdas de habitat natural, os defensivos agrícolas utilizados para o controle de pragas na produção tendem a gerar impactos ao solo, aos aquíferos (pelo processo de nitrificação dos solos), às águas superficiais e aos ecossistemas circundantes. Essa zona de pressão se materializa, sobretudo, no sudoeste, sul e noroeste do bioma.

A pecuária, isoladamente, assume a atividade econômica mais significativa em extensão e quantidade de todo o Maranhão e, especificamente, do bioma Amazônico maranhense. Os rebanhos são formados, sobretudo, por bovinocultura e, na Baixada Maranhense, bubalinocultura. Por conseguinte, ainda que essa atividade esteja presente em todos os municípios que compreendem a referida área, são praticados dois tipos de pecuária: extensiva e semi-intensiva.

Cabe destacar que, na região centro, sul e sudoeste do bioma, a pecuária tem o sistema mais modernizado, no qual a cadeia produtiva da pecuária, em sua maioria, da raça zebuína, tais como Nelore, Gir e Guzerá, é designada para a produção de leite e corte. Destacam-se, então, as regiões de Imperatriz, Açailândia, Porto Franco, Santa Inês e Bacabal. No norte do bioma, a pecuária é caracterizada pela criação dos rebanhos extensivos, como os que se concentram na Baixada Maranhense. Na Baixada Maranhense, os grandes campos alagados são utilizados para o pastoreio de bovinos, bubalinos e caprinos. A atividade pecuária nessa área é histórica e remonta aos processos de ocupação das terras baixas alagadas, ainda no período de colonização.

Por outro lado, o pisoteio desses rebanhos tem sido um fator potencial aos danos causados à vegetação graminoide e arbustiva, presente nessa região, e aos sérios problemas de compactação dos solos, fator esse que também é observado nas demais áreas do bioma com essa atividade. A silvicultura, por outro lado, foi mais tardiamente implantada no território do bioma, comparada à agricultura e à

pecuária. Entre as espécies vegetais exóticas, estão as culturas de eucalipto (gênero *Eucalyptus*) e pinus (gênero *Pinus*). Essas florestas plantadas foram objeto de introdução para atender às siderurgias que começam a ser instaladas a partir da década 1980.

Hoje, há o beneficiamento dessa produção para a indústria de papel, celulose, para a indústria moveleira, para o carvão vegetal e a lenha industrial. As regiões que mais concentram essas atividades produtivas estão no Sul, Sudoeste e no Bico do Papagaio, e observa-se que, em grande parte da implantação de florestas plantadas, estão em antigas áreas de plantios e pecuária, contudo não em sua totalidade.

Nessas circunstâncias, a expansão desmedida de áreas para a pecuária e agricultura tem materializado paisagens bastante fragmentadas. A supressão da vegetação, juntamente com a prática de queimadas tanto pela agricultura quanto para pecuária na renovação de pastos, por exemplo, estimula algumas consequências latentes e perceptíveis em escalas locais como: o empobrecimento do solo, resultante da implantação não planejada da agricultura em grandes escalas, por liberação excessiva de defensivos agrícolas; e a implantação de culturas únicas, que não possibilitam ao solo recuperar seus nutrientes, além de provocar a diminuição da biodiversidade faunística e florística e, ao extremo, dos núcleos de arenização; e a perda a longo prazo da resiliência de ambientes, principalmente os predominantemente naturais.

ZONA DE PRESSÃO DE USO URBANO-INDUSTRIAL

A morfologia urbano-industrial do bioma Amazônico maranhense apresenta grande importância no processo de construção/reconstrução do território e, principalmente, no tocante à participação econômica, como o PIB (Produto Interno Bruto) estadual e a produção de rendas e empregos. No entanto, a dimensão territorial das manchas urbanas *versus* a distribuição da população urbana nos municípios que compreendem o referido bioma é, ainda, bastante concentrada. Observa-se que, dos 108 municípios inseridos na área de estudo, somente 13 apresentam populações com mais de 50 mil habitantes (Tabela

2). Conforme a contagem do último censo do IBGE (2010), a população urbana se aglomerava, principalmente, nas sedes municipais e localidades expressivas.

Em observância à Tabela 2 e considerando o período temporal entre 2010 e 2020, o município de Santa Luzia teve perdas de habitantes. Isso pode ser justificado pelas alterações das linhas de divisas municipais nesse período. Já o município de Buriticupu, que é vizinho a este, passou por um aumento populacional significativo. De forma diametralmente oposta, houve crescimentos quantitativos populacionais em todos os demais municípios com mais de 50 mil habitantes presentes no Bioma Amazônico no Maranhão. Por conseguinte, e com a diversificação das demais pressões de uso, as cidades, que já são centros de trocas de capitais e de prestação de serviços especializados por natureza e definição, apresentam-se como os principais polos de uma rede em processo de organização para a consolidação de uma economia pautada sobretudo nos recursos da natureza regionais.

Tabela 2: Quantitativo de população total e urbana dos municípios com mais de 50 mil habitantes do bioma Amazônico maranhense.

Município	Total (Censo 2010)	Total Estimativa de População (2020)	Urbana	Urbana na sede municipal	Total (%)	Urbana (%)	Urbana na sede municipal (%)
São Luís	1.014.837	1.108.975	958.522	958.522	100,00%	94,00%	94,00%
Imperatriz	247.505	259.337	234.547	234.547	100,00%	94,00%	94,00%
São José de Ribamar	163.045	179.028	37.709	35.978	100,00%	23,00%	22,00%
Paço do Lumiar	105.121	123.747	78.811	3.106	100,00%	74,00%	2,00%
Açailândia	104.047	113.121	78.237	78.237	100,00%	75,00%	75,00%
Bacabal	100.014	104.790	77.860	77.860	100,00%	77,00%	77,00%
Pinheiro	78.162	89.489	46.487	46.422	100,00%	59,00%	59,00%
Santa Inês	77.282	83.777	73.197	73.197	100,00%	94,00%	94,00%
Santa Luzia	74.043	72.887	25.789	25.789	100,00%	34,00%	34,00%
Buriticupu	65.237	72.983	35.789	35.789	100,00%	54,00%	54,00%
Grajaú	62.093	70.065	37.041	37.041	100,00%	59,00%	59,00%

Município	Total (Censo 2010)	Total Estimativa de População (2020)	Urbana	Urbana na sede municipal I	Total (%)	Urbana (%)	Urbana na sede municipal (%)
Zé Doca	50.173	51.956	30.864	30.864	100,00%	61,00%	61,00%
Viana	49.496	52.649	26.915	26.915	100,00%	54,00%	54,00%
Lago da Pedra	46.083	50.616	30.046	30.046	100,00%	65,00%	65,00%

Fonte: IBGE (2010); IBGE (2021).

Em percentuais de áreas, a zona de pressão de uso urbano-industrial corresponde a 0,83%. Isso significa uma área de 1.129,00 km² da área total do bioma, relativa às poligonais de manchas urbanas das sedes municipais e localidades/povoados expressivos e complexos industriais. Na análise desse contexto, as áreas urbanas distinguem-se entre si em estrutura, função, tamanho e importância socioeconômica. Assim, integram uma combinação de vários fatores do ponto de vista econômico, que explica o fato de essas áreas serem consideradas atrativos de população, e do ponto de vista social, justifica a busca por melhores condições de qualidade de vida e de trabalhos.

Quanto às áreas industriais, pode-se citar o projeto Grande Carajás como política econômica federal e estadual de fomento para a abertura de espaço destinado à implantação de distritos industriais no território amazônico maranhense e, conseqüentemente, de estruturação urbana, fator compreendido como estímulo de expansão urbana, multiplicidade e ações voltadas à infraestrutura, aos serviços urbanos e aos equipamentos associados ao setor privado e às instituições públicas, sobretudo, nas principais manchas urbanas.

Nesse contexto, destacam-se quatro principais polos industriais inseridos na área de estudo, a saber: Complexo Industrial de São Luís, Complexo Industrial de Pequiá – Açailândia, Complexo Minerometalúrgico de Santa Inês e Polo Gesseiro de Grajaú. Evidencia-se, portanto, que a essência da estrutura industrial dos três últimos citados polos está atrelada aos recursos minerais e/ou beneficiamento desses. Dentre eles, destacam-se os complexos industriais de Pequiá e Santa Inês, que estão voltados para a minerometalurgia. O primeiro concentra grandes empreendimentos de siderurgias que trabalham na transformação do minério, advindo do Carajás, em ferro-gusa.

O Complexo industrial de São Luís, ao contrário, apresenta maior diversificação de atividades industriais. As principais estão vinculadas à produção de alumina e alumínio; ao refinamento e à pelotização do minério; a indústrias de bebidas e ramos alimentícios. Além desses, reúne empresas de logística e transporte multimodal e compreende o complexo portuário Ponta da Madeira e Itaqui para transportes de cargas, minério e produtos agrícolas. O Polo Gesseiro em Grajaú é impulsionado pela atividade industrial de extração mineral e transformação do calcário, caulim e produção gesseira.

Em controvérsia, assiste-se a um crescimento e a uma pressão em direção às essas áreas, em razão dos recursos naturais, da demanda de espaços e dos interesses econômicos. Contudo, nota-se, na crescente expansão urbana e nas áreas industriais, uma inadequação no processo de ocupação e concentração populacional sobre ecossistemas naturais e, por vezes, áreas suscetíveis a riscos ambientais. Com isso, há necessidade frequente de transformação do tecido urbano por meio de obras públicas. Além disso, há alto índice de contaminação das águas superficiais e subterrâneas em detrimento de águas servidas nas casas, indústrias; deposição de resíduos sólidos; poluição atmosférica local; sem falar nas estratégias e ações de assentamentos urbanos em periferias que não detêm infraestrutura e equipamentos autossuficientes. Esse cenário forma grandes bolsões de pobreza e segregação urbana dentro das cidades.

ZONA DE PRESSÃO EM CORPOS HÍDRICOS

Se por um lado os biótopos aquáticos (lacustres, fluviais e marinhos) apresentam atividades humanas que estabelecem uma zona de pressão de uso, por outro, recebem as consequências de outras zonas de pressão materializadas no bioma Amazônico maranhense. Alguns efeitos relacionados aos recursos hídricos decorrem dos padrões de uso da terra ligados às ações antrópicas de práticas econômicas desenvolvidas.

Nesse sentido, com base nos resultados gerados, a zona de pressão em corpo hídrico representa uma área de 1.776,12 km², o que corresponde a 1,30 % da área do bioma, considerando os sistemas fluviais continentais e a escala de trabalho adotada. Assim, as principais atividades desenvolvidas são a

pesca fluvial destinada ao consumo e a comercialização desses pescados oriundos de rios como Pindaré, Tocantins, Gurupi, Buriticupu, Mearim, Grajaú, Turiaçu, Pericumã, Maracaçumé e Aurá e contribuintes.

Além desses, a prática da pesca também é desenvolvida em lagos. Os principais no contexto do bioma Amazônico são: Lago Açu, Lago Cajari, Lago de Viana, Lago Aquari, Lago Jacareí e Lago Grajaú. Destaca-se que o Lago Açu é o maior produtor de peixes de água doce do estado e um bastante expressivo da região Nordeste. A atividade de aquicultura, ainda que pulverizada no bioma, também é considerada nesse contexto. Na Baixada Maranhense, concentram-se maiores números de tanques para a criação de peixes e camarões (marinhos e de água doce). A grande preocupação ambiental é a proximidade desses tanques de rios e lagos naturais, pois em caso de extravasamento e ruptura desses criatórios, as espécies exóticas de criatórios podem colocar em risco as espécies nativas e causar extinção ou diminuição dessas.

Há, ainda, grande utilização dos cursos d'água na navegação para transporte de pessoas e mercadorias; demanda hídrica nas atividades industriais, comerciais e de construção civil, assim como no abastecimento público, irrigação de culturas, na dessedentação animal e nos serviços diversificados. Em áreas urbanas, a poluição hídrica dos rios é mais presente, o que compromete o abastecimento público e faz com que sejam necessárias fontes de água cada vez mais distantes, como é o caso da Ilha do Maranhão ou encarecimento do tratamento da água, como acontece em Imperatriz, Açailândia, Santa Inês. A superexploração dos recursos hídricos subterrâneos, como fonte de água potável, também colabora como pressão, ainda difícil de ser calculada no contexto do bioma Amazônico do Maranhão.

No entanto, a maior preocupação concernente aos cursos hídricos superficiais refere-se à superutilização da água para as mais diversas atividades humanas, à poluição hídrica e ao assoreamento dos rios em determinados pontos dos cursos d'água. É possível identificar danos ambientais em alguns trechos de canais fluviais, oriundos de atividade de mineração por deposição de metais pesados, poluição hídrica pelo uso de fertilizantes na agricultura, despejos de dejetos de animais etc. Além disso, os cursos d'água têm apresentado um elevado estado de assoreamento, o que implica o nível, vazão e o suprimento da água dos rios, isto é, muitos cursos que eram perenes têm se tornado temporários, principalmente onde a vegetação ripária já foi desmatada.

Outro fator agravante são as perturbações antropogênicas em ambientes de nascentes de rios em todo bioma Amazônico maranhense. Foram observados processos erosivos remontantes em áreas de recarga de aquífero, em vertentes suave-inclinadas, bem como assoreamento em corpos hídricos superficiais de pequeno e médio porte. Por conseguinte, a lógica de erosão e deposição sedimentar precisa ser a tônica para restauração ambiental dos sistemas de drenagens regionais, mormente aqueles onde há afloramento de nível freático.

Fortes interferências de impactos diretos e indiretos das atividades humanas estão presentes no território analisado de diversas formas como da agropecuária, nas ocupações irregulares, na emissão in natura de efluentes domésticos e industriais, na disposição de resíduos sólidos em locais inapropriados, principalmente no contexto urbano. Esses fatores acabam por causar danos profundos e irreversíveis aos corpos hídricos, também comprometendo a qualidade hídrica, a captação de água para abastecimento público e os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos desses ambientes aquáticos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No bioma Amazônico no Maranhão, a despeito de ser uma região cujo dinamismo maior ocorreu nas últimas seis décadas, há aproximadamente 25% do território com algum tipo de ecossistemas originais, enquanto que 75% do total de um macroespaço definido na ordem de 136.785 km² comportam vários tipos de pressões de uso, com coberturas vegetais alteradas, em algum estágio inicial de recuperação ou mesmo sem qualquer tipo de sistema ecológico nativo ou original. A conversão de áreas naturais em zonas de pressão de uso antropogênico foi maximizada por projetos de integração nacional, bem como por indução à abertura de frentes de ocupação e colonização agrícola e agrária, tanto induzidas por políticas federais, quanto por políticas estaduais ao longo desse período.

Nesse cenário de devastação, houve a abertura de novas fronteiras agrícolas e a configuração de maiores alvos espectrais relacionados ao solo exposto. Em outros termos, a falta de cobertura vegetal de porte diferente do herbáceo e a ampliação do uso do fogo como técnica agrícola eficiente para a limpeza de terreno configuram-se processos bastante danosos à manutenção da biodiversidade e do

equilíbrio climático regional. Ademais, a descontinuidade de *habitats* tem provocado o surgimento de barreiras antropogênicas à dispersão de espécies e à fragmentação de mosaicos biodiversos remanescentes, sendo que apenas os rios de maior porte ainda têm algum tipo de vegetação ripária em suas margens e possuem a função precípua de corredores ecológicos.

As perspectivas de múltiplos usos da Amazônia Oriental configuraram vários cenários de conflitos sociais e, sobretudo, ambientais, limiares em que a biogeografia e a macroecologia atuam. O rápido avanço das atividades humanas na Amazônia brasileira, sobretudo, a partir da segunda metade do século XX, quando múltiplas matrizes econômicas se materializaram no território e foram capazes de pautar processos de conversão de ecossistemas nativos em áreas de produção econômica e de assentamentos humanos. Esse é um processo em curso, sobretudo, nas áreas de maiores pressões antropogênicas, como é o caso da Amazônia Maranhense.

Evidentemente, isso concorreu para a formatação de enclaves humanos no contexto da imensidão florestal nativa. Porém, rapidamente eles foram se conectando e se maximizando em porte e tamanho, haja vista necessidade de integração geopolítica nacional e infranacional dos territórios, quer seja para a ampliação da dominação espacial amazônica, quer seja para a facilitação do escoamento de produtos da floresta e da mobilidade humana. O modelo ocupacional amazônico, sobretudo, no Maranhão, elevou os graus de vulnerabilidade macroecológica do território, principalmente, quanto à perda de *habitats* e à ampliação dos focos de calor.

Nesse contexto, a Amazônia maranhense apresenta, ainda, seus maiores (e mais íntegros) conjuntos remanescentes de ecossistemas amazônicos na Área de Endemismo Belém, os quais estão inseridos na Reserva Biológica do Gurupi (no oeste maranhense) e em Terras Indígenas. Esses conjuntos territoriais protegidos passam por sensíveis conflitos relacionados a usos inadequados da terra, ao desmatamento e à exploração madeireira, ao avanço das fronteiras produtivas, ao assentamento irregular de comunidades humanas e, por fim, à ausência de ações efetivas de governos no entorno (zonas de amortecimento) e no conjunto espacial interno de cada uma dessas células espaciais.

REFERÊNCIAS

ABREU, S. F. Observações sobre a Guiana Maranhense. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, ano I, v. 4, p. 25-50, 1939.

CATUNDA, P. H. A.; DIAS, L. J. B. S (Orgs.). **Sumário Executivo do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão** – Escala 1:250.000 (Bioma Amazônico). São Luís: IMESC/UEMA, 2019. 493 p.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. 2. ed. Contexto: São Paulo, 1995. 147 p.

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. ed. rev. Campinas: UNICAMP/Instituto de Geociências, 1992. 154 p. il.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T (Orgs.). **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2019.

DIAS, L. J. B. S. **Necessidades de articulações de políticas públicas orientadas à Região das Matas de Cocais no Estado do Maranhão**. São Luís: SEMA-MA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais, 2008. 13 p.

DIAS, L. J. B.; COSTA, G. C.; FERREIRA, L. M.; COSTA, A. P.; GUIMARÃES, E. C.; OLIVEIRA, T. G. Evolução da dinâmica das pressões antropogênicas sobre paisagens naturais do Centro de Endemismo Belém, Amazônia Oriental. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 24, n. 96, p. 212–233, 2023. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/68694>. Acesso em: 6 abr. 2024.

FARIAS, J. F. Zoneamento geoecológico como subsídio para o planejamento ambiental no âmbito municipal. Fortaleza, 2012, 190 f. **Dissertação** (mestrado em Geografia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

FIGUEIRÓ, A. S. **Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Manual técnico de classificação de imagem**. DPI – Departamento de Processamento de Imagem. São Paulo. 2006. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>. Acessado em 15 agosto de 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. População brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

_____. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

LÉVI-STRAUSS, C. **O conceito de estrutura em etnologia**. Série Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1980.

LOPES, J. A. V. et al. Fronteiras Econômicas e Transformações Territoriais: formatação de espaços e suas dinâmicas sociopolíticas no estado do Maranhão. In: BURNETT, F. L.; LOPES, J. A. V.; DIAS, L. J (Orgs.). **Território, Política e Economia do Maranhão: quatro séculos de ocupação territorial produtiva sob um novo e desafiador processo de desenvolvimento**. São Luís: EDUEMA, 2017.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Teoria dos geossistemas: o legado de V. B. Sochava – Volume 1: fundamentos teórico-metodológicos**. Fortaleza: Edições UFC, 2019.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento Remoto da Vegetação**. Oficina de Textos, 2012, p. 176.

REIS, B. M. C. B.; MENDES, N. S.; COSTA, A. P.; DIAS, L. J. B. S; COSTA, G. C. Análise geoecológica do Centro de Endemismo Belém, Amazônia Oriental, por métricas de paisagem. In: CORRÊA, A. C. B.; LIRA, D. R.; CAVALCANTI, L. C. S.; SILVA, O. G.; SANTOS, R. S. (Orgs.). **Mudanças ambientais e as transformações da paisagem no Nordeste brasileiro**. Ananindeua: Itacaiunas, 2024. p. 2.602-2.616.

- SILVA, M. C. V.; TRIANO, A. B. S. Teoria Geral dos Sistemas em Geografias: reflexões sobre a paisagem. XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. 05 a 09 de setembro de 2005. **Anais....** São Paulo, USP, 2005. p. 1777-1787.
- SOTCHAVA, V. B. O estudo dos geossistemas. **Métodos em Questão**, n. 16. São Paulo: IGEOG, 1977.
- SILVA, C. A. S. Fronteira agrícola capitalista e ordenamento territorial. In: SANTOS, M.; BECKER, B. K. (Orgs.). **Território, territórios: ensaios sobre ordenamento territorial**. 3. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007. p. 282-312.
- ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos eias-rimas. In: **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 2010.
- TRICART, J.; KILIAN, J. **La ecogeografía y la ordenación del medio natural**. Barcelona: Anagrama 1982.
- VENTURIERI, A.; SANTOS, J. R. Técnicas de classificação de imagens para análise de cobertura vegetal. In: **Sistemas de Informações Geográficas: Aplicação na Agricultura**, Brasília: Embrapa, 351-371p, 1998.
- VIET, J. **Los métodos estructuralistas en las ciencias sociales**. Buenos Aires: Amorrurtu Editores, 1973.
- WEISS, C. V. C.; CAMARGO, D. C. S.; ROSCA, E. H.; ESPINOZA, J. Análise comparativa entre métodos de correção atmosférica em imagens do sensor Operational Land Imager (OLI), plataforma Landsat 8. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 11, n. 2, p. 1-9, 2015.