

A FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL EM DIFERENTES TERRITÓRIOS: ESTUDO DE CASO EM QUERÊNCIA-MT, SITUADA NO ARCO DO DESMATAMENTO, BRASIL

Heitor Carvalho Lacerda

Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG
Pós-graduação em Geografia, Instituto de Geociências
Belo Horizonte, MG, Brasil
heitorcarvalho7@gmail.com

Andréa de Oliveira Mesquita

Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG
Pós-graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais
Instituto de Geociências, Belo Horizonte, MG, Brasil
andreamesquita.bio@gmail.com

Alessandra Silva Araújo

Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG
Pós-graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais
Instituto de Geociências, Belo Horizonte, MG, Brasil
alessandrasa@ufmg.br

Sônia Maria Carvalho Ribeiro

Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG
Pós-graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais
Instituto de Geociências, Belo Horizonte, MG, Brasil
sonia.carvalhoribeiro@googlemail.com

RESUMO

O desmatamento e a fragmentação florestal no arco do desmatamento amazônico têm sido amplamente debatidos. Entretanto, os padrões florestais são singulares em diferentes territórios, sendo importante refletir sobre governanças diferenciadas. O artigo avalia a evolução espaço-temporal do desmatamento e da fragmentação florestal em terras indígenas, propriedades rurais e assentamentos rurais, no município de Querência (MT), em dois períodos distintos (entre 1995, 2005 e 2019). Analisou-se os resultados à luz de diferentes políticas públicas implantadas historicamente, viabilizando a proposição de um cenário de restauração ambiental. Identificou-se que o desmatamento e a fragmentação florestal são distintos entre os diferentes territórios. Nas terras indígenas houve manutenção de 94% da cobertura florestal nos dois períodos analisados, o que indica alta conservação. Nas propriedades rurais, no primeiro período houve avanço do desmatamento e da fragmentação motivados pela ocupação regional, e no segundo, incipiente desmatamento e até melhora na disposição espacial dos fragmentos, o que sugere resposta as pressões internacionais e as políticas nacionais. Nos assentamentos rurais houve o maior desmatamento proporcional e fragmentação de florestas. Devido à condição histórica do desmatamento em assentamentos rurais, foi proposto um cenário de restauração florestal que pode guiar políticas regionais de desenvolvimento sustentável na escala local e regional.

Palavras-chave: Métricas da Paisagem. Amazônia. Ecologia da Paisagem.

FOREST FRAGMENTATION IN DIFFERENT LAND USE REGIMES: A CASE STUDY IN QUERÊNCIA-MT, LOCATED IN THE ARC OF DEFORESTATION, BRAZIL

ABSTRACT

Deforestation and forest fragmentation in the arc of Amazonian deforestation is a topic widely debated. Forest patterns are unique in different territories, and governance should reflect their uniqueness. This article evaluates space-time evolution of deforestation and

forest fragmentation in indigenous lands, rural properties, and rural settlements, in the municipality of Querência, state of Mato Grosso, in two different periods (1995 to 2005; 2005 to 2019). The results were analyzed in respect to different public policies implemented historically, enabling the proposition of an environmental restoration scenario. It was identified that deforestation and forest fragmentation vary according to territories. In the indigenous lands, 94% of the forest cover was maintained in the two analyzed periods, which indicates high conservation. In rural properties, in the first period there was an increase in deforestation and fragmentation motivated by regional occupation, and in the second, incipient deforestation and even improvement in the spatial arrangement of fragments, responding to what suggests a response to international pressures and national policies. In rural settlements occurred the greatest proportional deforestation and fragmentation of forests. Due to the historical condition of deforestation in rural settlements, a forest restoration scenario was proposed that can guide regional sustainable development policies at local and regional scales.

Keywords: Landscape Metrics. Amazon. Landscape Ecology.

INTRODUÇÃO

A floresta tropical amazônica é importante para o equilíbrio ambiental continental, sendo um dos maiores remanescentes de floresta primária do mundo (HADDAD et al., 2015). O desmatamento que ocorre na Amazônia brasileira é o principal resultado das mudanças no uso e na cobertura da terra desta região, sendo que grande parte é efeito da invasão de áreas públicas e da grilagem de terras, que são destinadas à exploração madeireira, à agricultura e à pecuária (CARDILLE e FOLEY, 2003; BOWMAN et al., 2012; CARO et al., 2018). O desmatamento causa a perda da biodiversidade, compromete a oferta de serviços ecossistêmicos e leva à fragmentação florestal, aumentando a vulnerabilidade dos habitats (SKOLE e TUCKER, 1993; TAPIA-ARMIJOS et al., 2015).

A Organização das Nações Unidas propôs diferentes metas visando a sustentabilidade dos ecossistemas globais, conhecidas como Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), das quais a meta quinze, sobre a proteção da vida terrestre, está diretamente associada ao combate ao desmatamento e à fragmentação florestal. Nessa perspectiva, a fragmentação florestal, que vai de encontro com o objetivo quinze (UN, 2015), pode ser quantificada por meio das “métricas da paisagem”, amplamente utilizadas para diagnosticar e definir indicadores de qualidade ambiental. As métricas informam sobre os padrões das paisagens a partir da caracterização de sua composição (diferentes usos da terra na paisagem) e de sua configuração (a forma como os usos da terra se organizam espacialmente), e podem auxiliar na identificação de processos ambientais relevantes (MCGARIGAL e MARKS, 1995; RIITERS et al., 1995).

Investigações que relacionaram o desmatamento à qualidade ambiental das florestas e seus remanescentes na Amazônia Legal, conseguiram apontar as áreas mais críticas para a fragmentação florestal. Dessa forma, foi identificado as principais forças motrizes das mudanças na cobertura da terra (como a expansão da fronteira agrícola e a exploração de recursos madeireiros), os atores envolvidos nas mudanças espaciais (pequenos, médios, grandes agricultores e os povos das florestas), além dos regimes de uso e propriedade da terra e a forma como se associam ao desmatamento (terras particulares, unidades de conservação e terras indígenas) (IMBERNON e BRANTHOMME, 2001; GODAR; TIZADO; POKORNY, , 2012; FERRAZ et al., 2005; OLIVEIRA FILHO e METZGER, 2006; COSTA et al., 2007; COLSON; BOGAERT; CEULEMANS, 2011; CABRAL et al., 2018; ALMEIDA; VIEIRA; FERRAZ, 2020).

Na Amazônia Legal as terras indígenas, os assentamentos rurais e as grandes propriedades rurais apresentam diferentes padrões e intensidade de fragmentação florestal em seus territórios. Nas áreas protegidas as florestas tendem a ser conservadas e menos fragmentadas (NEPSTAD et al., 2006), e nas propriedades privadas e assentamentos rurais são registradas as maiores taxas de desmatamento (BRANDÃO Jr. e SOUZA Jr. 2006; WANG e CALDAS, 2014; ASSUNÇÃO e ROCHA, 2016). As investigações que apontam as tendências do desmatamento e da fragmentação florestal nesses territórios têm sido realizadas para grandes escalas e os recortes espaciais locais são menos explorados. Apesar de a abordagem regional gerar apontamentos sobre o funcionamento dos sistemas ambientais o entendimento de suas nuances, em escala local pode informar sobre as particularidades do sistema e permitir a comparação entre escalas.

Considerando os padrões de desmatamento regionais, já descritos para a Amazônia Legal, e tendo em vista a importância de se entender o contexto local, a pesquisa se propõe a investigar a paisagem do município de Querência, localizado no estado do Mato Grosso (MT), considerado um dos maiores produtores de grãos do país (GUIDUCCI e HIRAKURI, 2020). Situada no arco do desmatamento, Querência possui grandes propriedades rurais, mas uma parcela significativa do território é destinada a terras indígenas e a assentamentos rurais. Questiona-se, nesse contexto, como a fragmentação florestal evoluiu e se configurou na paisagem de Querência-MT, considerando os diferentes territórios.

Este artigo analisa a evolução espaço-temporal do desmatamento e da fragmentação florestal nas terras indígenas, propriedades rurais e assentamentos rurais de Querência-MT, de 1995 a 2019, por meio de métricas da paisagem. Além disso, identifica as áreas mais afetadas pelo processo de fragmentação florestal, e propõe um cenário de restauração florestal alinhado ao objetivo de proteção da vida terrestre, proposta pela ONU para alcance do desenvolvimento sustentável. Os cenários são uma forma de projetar uma hipótese consistente e realista, baseada na história social, econômica e ambiental, o que permite apresentar estados possíveis para o problema em estudo (PETERSON; CARPENTER; BROCK, 2003), sendo capaz de unir o conhecimento científico ao planejamento ambiental (AHERN, 2001).

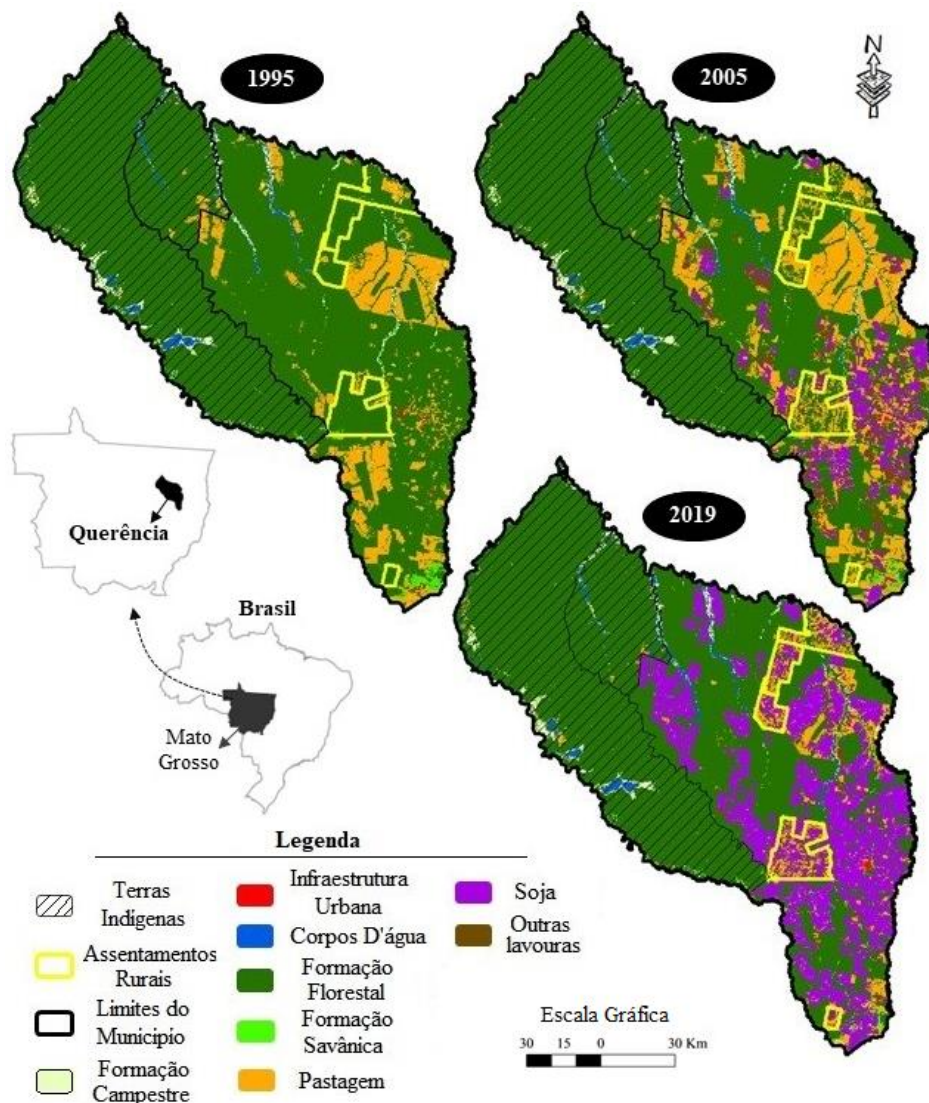
MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O município de Querência, localizado no nordeste do estado de Mato Grosso (Figura 1), na região do baixo curso do Rio Xingu, foi reconhecido como município em 1991, pela Lei Estadual 5.895 (IPAM e ISA, 2017). O município possui uma diversidade de territórios: a maior parte (53,4%) é de propriedade privada e uma parcela menor (5,6%) é dos assentamentos rurais Coutinho União (1995), Pingos D'água (1998), Brasil Novo (1998), São Manoel (1999) e Canaã (2005), os quais possuem 762 habitantes e 1.265 lotes totais, dos quais 41% são regulares (IPAM e ISA, 2017). Os 40,9% restantes da área são de reservas indígenas (Parque Indígena do Xingu, 32,5%, e Terra Indígena Wawi, 8,4%). O Parque Indígena do Xingu, criado em 1961, abriga quatorze povos originários e aproximadamente 6 mil indígenas de acordo com a Rede Xingu+ (2023).

A paisagem de Querência é formada principalmente por floresta primária e áreas de produção agrícola, como o cultivo de soja e milho, que representam mais de 90% da área cultivada (IBGE, 2020).

Figura 1 - Localização do município de Querência, Mato Grosso, com o uso e cobertura da terra para os anos de 1995, 2005 e 2019.



Fonte - Elaborados pelos autores.

Descrição dos Materiais

Os mapas de Uso e Cobertura da Terra (UCT) foram adquiridos a partir da coleção 5.0 do projeto MapBiomas (PROJETO MAPBIOMAS, 2020), produzidos a partir de imagens dos satélites Landsat com precisão acima de 0.95% em relação a realidade de campo, o que permite seu uso na pesquisa. Os mapas UCT de 1995 e 2005 foram selecionados por marcarem o início e o fim do processo de criação de assentamentos rurais (AR) no município de Querência-MT, respectivamente, além de serem anteriores ao pacto da "Moratória da Soja", e à "lista negra de municípios que mais desmatam" do Ministério do Meio Ambiente, ambos marcos importantes para a redução do desmatamento na Amazônia. O mapa de UCT de 2019 foi selecionado por ser, à época de realização da pesquisa, o mapeamento mais recente do MapBiomas (PROJETO MAPBIOMAS, 2020), e é utilizado como ano final de análise.

Arquivos vetoriais, como os limites municipais, assentamentos rurais e terras indígenas, foram adquiridos de órgãos governamentais setoriais. Os dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) foram adquiridos no *site* dos Sistemas Nacionais do CAR (EMBRAPA TERRITORIAL, 2020), que contém informações sobre Área de Preservação Permanente (APP), propriedades rurais, e parcelas de

imóveis destinados à Reserva Legal (RL), declarados pelos proprietários rurais. O município de Querência-MT possui mais de 95% das áreas cadastradas no CAR (IPAM e ISA, 2017).

Métricas da Paisagem

Todas as classes de UCT no município de Querência-MT passaram pela análise de métricas da paisagem no *software* livre *Fragstats* (MCGARIGAL e MARKS, 1995), com 8 células vizinhas, utilizando a abordagem ponto-corredor-matriz. Foram utilizadas 13 métricas da paisagem no nível de classe, relacionadas à área, fronteira, forma e proximidade (Quadro 1).

Quadro 1 - Métricas da Paisagem utilizadas no estudo.

GRUPO	MÉTRICA	FUNÇÃO (UNIDADE)
Área	Área Total Classe (CA)	Mede a composição da paisagem de cada classe (ha)
	Percentual Da Classe na Paisagem (PLAND)	Mede a composição da paisagem como porcentagem de cada classe (%)
	Número de manchas (NP)	Mede o grau de fragmentação da paisagem, quanto maior o valor, maior a fragmentação (N)
	Densidade de manchas (PD)	Mede a densidade de manchas na paisagem, quanto maior o valor maior a fragmentação na paisagem (n/100 ha)
	Índice de maior mancha (LPI)	Mede o domínio de uma mancha sobre a paisagem, quanto maior o valor, maior o domínio (%)
	Média do tamanho das manchas (AREA_MN)	Mede o tamanho médio das manchas e quanto maior o valor, maiores as manchas da classe (ha)
	Desvio Padrão do tamanho das manchas (AREA_SD)	Mede o desvio padrão das manchas e quanto maior o valor, mais discretos são os tamanhos das manchas da mesma classe (ha)
Borda	Densidade de borda (ED)	Mede o perímetro total da borda das manchas de cada classe em função da área total da paisagem (m/ha)
Forma	Média do Índice de Forma (SHAPE_MN)	Mede a forma média das manchas e quando o valor é 1 a forma é compacta e quanto mais longe desse valor, mais a mancha é irregular (Adm.)
	Desvio Padrão do Índice de Forma (SHAPE_SD)	Mede o desvio padrão da forma das manchas e quanto maior o valor, mais a forma das manchas varia (Adm.)
Proximidade	Distância média das manchas considerando o vizinho mais próximo (ENN_MN)	Mede a proximidade média entre as manchas da mesma classe (m)
	Desvio Padrão distância das manchas considerando o vizinho mais próximo (ENN_MN)	Mede o desvio padrão da proximidade entre manchas da mesma classe (m)

Fonte - Elaborados pelos autores.

A análise das métricas para terras indígenas e propriedades rurais foram realizadas após o recorte dos mapas de UCT para cada ano utilizando o *software* ArcGis®¹ 10.4 (2020), o que possibilitou a análise individual desses dois tipos de propriedade. Os AR exigiram o desmembramento para análise individual, em cinco arquivos raster, uma vez que eles não estão espacialmente interconectados na paisagem, o que influenciaria diretamente nas métricas de proximidade. Portanto, os resultados foram unidos em planilha de forma particular, dependendo da característica da métrica, por exemplo: para CA e NP a soma de todas as AR foi aplicada; para o LPI, foi utilizada a ferramenta máximo valor, destacando a maior mancha entre todos os AR; para DP, ED, AREA_MN, AREA_SD, SHAPE_MN, SHAPE_SD e ENN_MN, ENN_SD, foi utilizada a média aritmética simples.

A análise dos resultados foi realizada comparando os valores brutos entre os UCT de cada ano (1995, 2005 e 2019) de unidade da paisagem e pela taxa de crescimento percentual dos períodos, a saber, 1995 a 2005 e, deste para 2019, em tabelas e gráficos.

Cenário de Restauração

O cenário de restauração simulou a expansão da formação florestal para áreas de uso conflitante com a Lei 12.651/2012, o Novo Código Florestal (BRASIL, 2012), que define condições de uso para as áreas de produção agrícola, as Áreas de Preservação Permanente (APP) e de Reserva Legal (RL) dos imóveis rurais. As áreas de uso conflitante nesta pesquisa foram as APP e RL não destinadas à sua finalidade, com produção agrícola ao invés de florestas ou vegetações naturais. As áreas conflitantes foram checadas através da sobreposição de arquivos vetoriais em SIG, a partir da base de dados do CAR.

A partir da identificação do avanço severo do desmatamento e, conseqüentemente, da fragmentação florestal nos AR, foi proposto um cenário de recuperação florestal para este território. Nesse sentido, a análise consistiu em identificar as áreas em conflito nos AR e convertê-las em formação florestal, para posterior análise das métricas da paisagem. O aumento da formação florestal pode representar, para além das matas secundárias, a expansão de sistemas agroflorestais e outros que fazem uso e manutenção da floresta de forma mais sustentável. Os cenários simulados foram analisados utilizando as mesmas métricas da paisagem do tópico anterior e o mesmo processo de união das informações pelas características das métricas da paisagem.

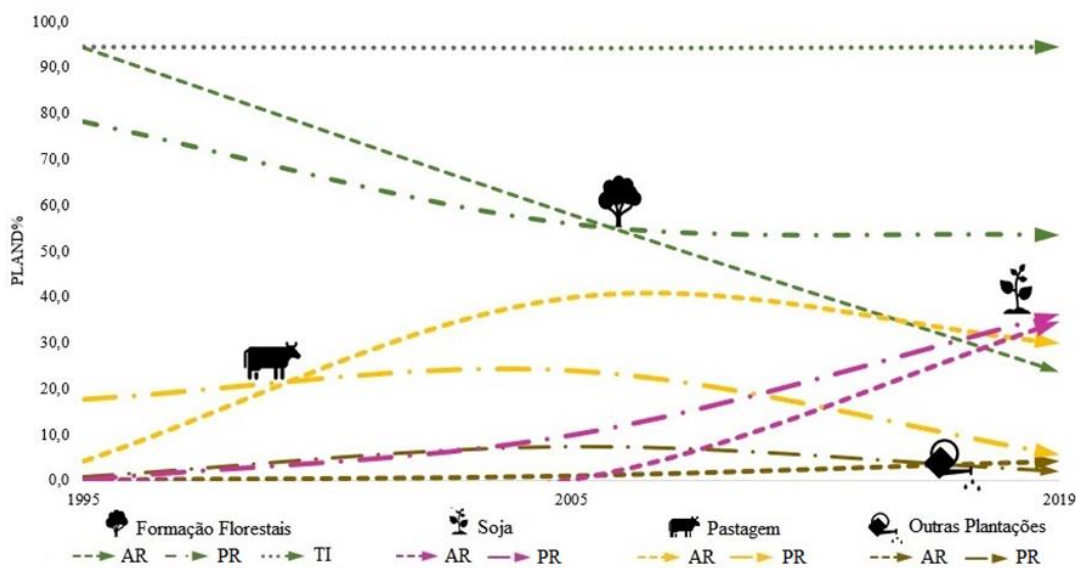
RESULTADOS

A evolução da paisagem de Querência - MT entre 1995 e 2005, interpretada a partir da métrica de porcentagem da cobertura da terra (PLAND), está relacionada, em geral, à retirada da cobertura florestal para o estabelecimento de pastagens e, entre 2005 e 2019, à substituição da pastagem pelo plantio de soja (Figura 2).

A formação florestal permaneceu em 94% da área destinada às terras indígenas (TI) nos dois períodos, o que revela a força da proteção florestal pelos povos das florestas. Ao contrário da TI, a área destinada às propriedades rurais (PR) passou por forte desmatamento no primeiro período, com redução de 78% de cobertura florestal para 56% de área, enquanto no segundo período houve uma redução na taxa de desmatamento, com pouca alteração da área ocupada pela floresta (de 56% para 54%). Os AR formam a unidade da paisagem que teve a mais drástica redução de área florestal, sendo que em 1995 cerca de 94% da área total dos AR era coberta por florestas, em 2005 essas florestas correspondiam a aproximadamente 58% da área e, em 2019, à apenas 24% da cobertura da terra.

¹ O referido programa está instalado nos computadores dos laboratórios de geoprocessamento do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, sob licença concorrente.

Figura 2 - Evolução das principais classes de uso e cobertura da terra no município de Querência-MT entre 1995 e 2019, em relação às terras indígenas, propriedades rurais e assentamentos rurais.



Em relação às demais métricas da paisagem, os resultados (Tabela 1) apontam que as TI foram menos alteradas, reafirmando o potencial conservacionista desses territórios. O índice de maior mancha (LPI) mostra que uma mancha florestal nas TI cobria 93,7% da área e assim permaneceu até 2019 (Tabela 2), sendo um importante indicador da qualidade ambiental, visto que maiores manchas suportam maior biodiversidade e são menos sensíveis às perturbações advindas das atividades antrópicas. A forma das manchas florestais (SHAPE_MN e SHAPE_SD) mostra a tendência de pouca intervenção antrópica, uma vez que não se alteraram substancialmente.

Tabela 1 - Resultados das Métricas da Paisagem para formação florestal nas terras indígenas. O símbolo “→” se refere à mudança na taxa de crescimento percentual dos valores das métricas de um ano para outro, sendo nessa mesma coluna: em preto manteve o valor; em vermelho houve aumento; e em azul houve diminuição. As abreviações das métricas da paisagem utilizadas podem ser conferidas no Quadro 1.

MÉTRICAS	1995	→	2005	→	2019
CA (ha)	686.179,62	0%	686.962,14	0%	687.344,47
NP (n)	885,00	2%	902,00	-4%	867,00
PD (m/100ha)	0,12	2%	0,12	-4%	0,12
LPI (%)	93,72	0%	93,81	0%	93,90
ED (m/ha)	6,53	2%	6,68	5%	7,02
AREA_MN (ha)	775,34	-2%	761,60	4%	792,78
AREA_SD (ha)	22.944,88	-1%	22.750,04	2%	23.225,60
SHAPE_MN (Adm.)	1,50	1%	1,52	0%	1,52
SHAPE_SD (Adm.)	0,72	1%	0,73	2%	0,75
ENN_MN (m)	104,85	-1%	103,90	3%	106,67
ENN_SD (m)	67,68	-8%	62,10	5%	65,31

Fonte - Elaborados pelos autores.

As PR apresentaram mudanças significativas na área florestal entre 1995 e 2005 (Tabela 2), pois enquanto houve diminuição na área total das manchas florestais (CA), da maior mancha (LPI), e da área média (AREA_MN) e desvio padrão (AREA_SD) das mesmas, houve aumento do número de manchas (NP) e na sua densidade (DP; Tabela 2), o que revela a fragmentação da paisagem por intensiva intervenção antrópica. A tendência inversa nessas métricas foi observada no segundo período analisado, porém não de maneira forte o suficiente para reverter a fragmentação da paisagem observada anteriormente (Tabela 2).

O valor do LPI nas propriedades rurais no primeiro período indica uma queda na área da maior mancha florestal (de 75,56% para 43,40%) e, apesar de aumentar no segundo período (de 43,40% para 44,65%), infere-se que neste recorte temporal os habitats da biodiversidade regional provavelmente foram prejudicados (Tabela 2). Já a forma das manchas nas PR, diferentemente no que aconteceu nas TI, sofreram mudanças significativas dos valores médios (SHAPE_MN), adicionado ao aumento médio da distância entre as manchas (ENN_MN) e da densidade de borda (ED). Os dados apontam para mudanças no padrão e distanciamento das manchas florestais por intervenção antrópica, que prejudicam a manutenção dos corredores de biodiversidade (Tabela 2).

Tabela 2 - Resultados das Métricas da Paisagem para formação florestal nas propriedades rurais. A legenda da presente Tabela segue o mesmo padrão da Tabela 1.

MÉTRICAS	1995	→	2005	→	2019
CA (ha)	746797,96	-28%	535579,93	-4%	512272,49
NP (n)	2808,00	20%	3363,00	-34%	2225,00
PD (m/100ha)	0,30	20%	0,35	-34%	0,23
LPI (%)	75,56	-43%	43,40	3%	44,64
ED (m/ha)	12,25	16%	14,16	-22%	11,10
AREA_MN (ha)	265,95	-40%	159,26	45%	230,23
AREA_SD (ha)	13560,87	-47%	7150,09	26%	9011,91
SHAPE_MN (Adm.)	1,57	2%	1,60	-5%	1,53
SHAPE_SD (Adm.)	0,86	5%	0,91	-4%	0,88
ENN_MN (m)	124,29	3%	127,43	10%	140,54
ENN_SD (m)	164,26	-2%	160,51	1%	162,88

Fonte - Elaborados pelos autores.

Os AR apresentaram mudanças consideráveis (Tabela 3) nos dois períodos analisados. Enquanto houve queda na área total ocupada (CA), na maior mancha (LPI) e na área média das manchas (AREA_MN) de formação florestal, houve também o aumento do número de manchas (NP) e na densidade das manchas e das bordas (PD e ED), apontando para a alta fragmentação florestal. Já a mudança da forma das manchas (SHAPE_MN e SHAPE_SD) e o aumento da distância entre elas (ENN_MN e ENN_SD) colocam o processo de fragmentação (Tabela 3) como um evidente resultado da intervenção antrópica na floresta. Dentre as unidades da paisagem analisadas, os assentamentos rurais foram os que mais sofreram desmatamento e, em efeito, fragmentação florestal (Tabela 3). Portanto, propôs-se um cenário alternativo para essa unidade da paisagem.

Em 2019, metade (50,82%) da área dos AR (Figura 2) era destinadas à Área de Preservação Ambiental (APP) e Reserva Legal (RL) declarada no CAR, porém 42,87% dessa área estavam em conflito com a legislação, sendo que 46,75% estavam ocupadas por pastagem e 37,15% por soja (Figura 3). Nessa

perspectiva, ao readequar as áreas de pastagem e soja no cenário, indicando a restauração da floresta, a paisagem mudou consideravelmente a configuração dessa unidade (Figura 3).

Figura 3 - Assentamentos Rurais: representação do uso e cobertura da terra e áreas em conflito em 2019, e o cenário de recuperação florestal.



Fonte - Elaborados pelos autores.

A comparação entre o mapa de UCT de 2019 e do cenário alternativo para o AR apontou que a área total (CA) da formação florestal dobrou de tamanho (de 25.190,92 ha para 52.763,25 ha), a maior mancha florestal (LPI) quase triplicou em extensão (de 25,39% para 66,41%) e a área média das manchas florestais (AREA_MN) aumentou em mais de três vezes, enquanto o número de manchas passou de 900 para 409 (Tabela 3). Além disso, a distância média entre as manchas vizinhas aumentou na mesma tendência dos períodos anteriores (Tabela 3). Esses resultados mostram que se o cenário restauração for implementado ele pode levar ao aumento da formação florestal e à agregação de manchas dentro dos assentamentos rurais no município de Querência-MT.

Tabela 3 - Resultados das Métricas da Paisagem para formação florestal nos assentamentos rurais. A legenda da presente Tabela segue o mesmo padrão da Tabela 1.

MÉTRICAS	1995	→	2005	→	2019	→	CENÁRIO
CA (ha)	92097,78	-46%	49331,24	-49%	25190,92	109%	52763,25
NP (n)	126,00	433%	671,00	34%	900,00	-55%	409,00
PD (m/100ha)	0,10	679%	0,76	21%	0,91	-50%	0,46
LPI (%)	99,56	-47%	52,55	-52%	25,39	162%	66,41
ED (m/ha)	5,11	643%	37,95	-42%	21,90	0%	21,82
AREA_MN (ha)	1961,71	-96%	85,57	-69%	26,11	368%	122,23
AREA_SD (ha)	3679,94	-81%	694,80	-77%	157,73	351%	711,57
SHAPE_MN (Adm.)	1,39	16%	1,62	-9%	1,48	1%	1,48
SHAPE_SD (Adm.)	0,47	169%	1,26	-34%	0,83	22%	1,01
ENN_MN (m)	97,59	19%	116,32	22%	142,14	17%	165,93
ENN_SD (m)	53,40	73%	92,22	52%	139,76	-4%	134,29

Fonte - Elaborados pelos autores.

DISCUSSÃO

As TI apresentam considerável importância na proteção ambiental, condição que beneficia a manutenção da biodiversidade regional (NEPSTAD et al., 2006; CABRAL et al., 2018). Na Amazônia Legal, em geral, as TI protegem as florestas contra o desmatamento e as preservam em nível regional (BARAGWANATH e BAYI, 2020; WALKER et al., 2020), independentemente do número de indígenas e do tamanho da área (NEPSTAD et al., 2006). Essa proteção das florestas pelos povos originários se vale pela relação milenar e singular com a natureza, sendo materializada em um modo de vida integrado com o meio ambiente (SCHAVELZON, 2021). Os resultados apresentados vão ao encontro dessas constatações, mostrando os benefícios ecológicos do modo de vida indígena para a manutenção da formação florestal para o município de Querência-MT, na observância de que a análise das métricas para a formação florestal nas TI informaram que a maior mancha desta cobertura natural permaneceu elevada nos dois períodos analisados e os valores das demais métricas foram pouco alterados em relação às propriedades e aos assentamentos rurais.

Por outro lado, as políticas regionais nesse primeiro período (1995 a 2005) estimularam o desmatamento nas PR e nos AR, mas por motivos diferentes. Nas PR a fragmentação da paisagem e a redução do número e área média das manchas observados na presente pesquisa estão relacionados, principalmente, pelo processo de colonização da Amazônia, que consistiu na prática de "derrubada e queima" das florestas por incentivos políticos ao desenvolvimento regional pautados na "terra limpa" para a produção agrícola (SOARES-FILHO et al. 2016). Nesse período, inserida nesse contexto regional, a paisagem de Querência foi desmatada e fragmentada, devido a adoção dos grandes proprietários rurais ao referido incentivo nacional (IPAM e ISA, 2017). Por outro lado, esperava-se a supressão das florestas nos AR, pois foi a época da criação e consolidação, quando houve a necessidade de suprimir a vegetação nativa para dar lugar à produção agropecuária de subsistência. Dessa forma, diferentes políticas nacionais, tanto a proteção dos territórios indígenas, quanto os incentivos para produção agrícola em larga escala na Amazônia e a democratização das terras pela criação dos assentamentos rurais, promoveram a conservação, mas também o desmatamento e a fragmentação florestal no município de Querência-MT.

A taxa de desmatamento diminuiu na Amazônia entre 2004 e 2012, principalmente em razão do pacto da "Moratória da Soja", firmado entre as diferentes partes interessadas. A referida política incentivou, a partir de 2006, a não exportação dos grãos produzidos em áreas desmatadas ilegalmente na Amazônia Legal e a proibição de créditos para municípios com alto índice de desmatamento definida em 2008 pelo Ministério do Meio Ambiente (NEPSTAD et al. 2014; SOARES-FILHO et al. 2016; HARDING; HERZBERG;

KURALBAYEVA, 2021). Nesse contexto, Querência buscou reduzir drasticamente o desmatamento, especialmente a partir de 2006, situação que indica a relação entre a expansão da produção de soja e a redução do desmatamento na área de estudo. Além disso, após o município de Querência-MT entrar na lista dos municípios que mais desmatavam, diferentes projetos foram realizados e, em 2011, o município foi retirado da lista pelo baixo índice de desmatamento detectado (IPAM e ISA, 2017). Com isso, após 2005, ocorreu uma agregação de manchas florestais e o ganho em área média nas PR, como apontado nesta pesquisa, o que reforça a importância de políticas regionais e internacionais voltadas à conservação ambiental na área de estudo, bem como o comprometimento dos proprietários rurais de Querência. Apesar disso, nossos resultados apontam que houve uma estagnação do desmatamento e não uma melhora substancial na qualidade ambiental, isto é, tendo como parâmetro os resultados das métricas da paisagem utilizadas.

Aproximadamente 30% do desmatamento na Amazônia Legal em 2014 esteve associado aos AR (ASSUNÇÃO e ROCHA, 2016). O motivo principal do desmatamento nos AR é a falta de planejamento dos assentamentos rurais (FARIAS et al., 2018), que tem reflexos em questões ambientais, econômicas e na adequação de uso da terra na legislação federal, tais questões podem levar à falência econômica, improdutividade agrícola e à ocupação irregular (FATORELLI e MERTENS, 2010). A baixa produtividade nos AR e a estrutura consolidada da cadeia de soja em Querência geraram arrendamentos irregulares desses territórios para a produção de grãos (FELTRAN-BARBIERI, 2017; IPAM e ISA, 2017), marcando uma nova oportunidade de ganho financeiro aos assentados, porém materializando uma reforma agrária conservadora, pois reproduz a mesma estrutura produtiva hegemônica da região ocupada (GIRARDI e FERNANDES, 2008). Esse evento levou a uma alta taxa de desmatamento dentro dos AR de Querência e, conseqüentemente, à maior fragmentação da formação florestal, mesmo em áreas que deveriam ser protegidas, como APP e RL, o mesmo padrão como também foi observado em outros assentamentos na Amazônia (SOARES, 2008). O cenário de restauração proposto para os AR foi concebido para orientar políticas públicas, como a adaptação da lei do Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), a fim de melhorar a condição ambiental. O cenário proposto mostrou que se as áreas em conflito fossem recuperadas e transformadas em florestas nos AR, os fragmentos de florestas aumentariam em área, e em efeito, haveria uma melhora da qualidade ambiental. Contudo, esse cenário de regeneração, otimista para a manutenção da biodiversidade e habitats, pode não ser considerado interessante pelos assentados, visto que promove a diminuição da área que hoje é utilizada para a manutenção da sua renda e subsistência. Algumas das formas de reduzir o desmatamento dentro dos AR, garantindo a conservação florestal, a produção sustentável e o aumento da cobertura vegetal incluem a assistência para promoção da diversidade produtiva visando a atender os mercados locais, e incentivo à implantação de Sistemas Agroflorestais (SAF) e o extrativismo, ações como estas já foram positivamente vivenciadas por outros AR no país (PAULA et al., 2019; NASCIMENTO; ALVES; SOUZA, 2020; VALE et al., 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa permite associar, de forma inovadora, as alterações da composição e estrutura da paisagem às políticas públicas e os modos de vida dos territórios analisados, além de fornecer propostas de avaliações de forma antecipada que podem auxiliar a tomada de decisão em nível local. As hipóteses da presente pesquisa tiveram respaldo nos resultados encontrados, isto é, o padrão de fragmentação florestal em Querência ocorreu de forma particular nos diferentes territórios (terras indígenas, propriedades rurais e assentamentos rurais) e nos diferentes períodos (entre 1995, 2005 e 2019) analisados, o que mostra a importância de compreender os diferentes contextos em que ocorre (ou não) a fragmentação florestal em virtude da relação entre a sociedade e a natureza nesses diferentes territórios.

Os motivos prováveis que justificam os padrões de fragmentação florestal observados na área de estudo estiveram associados ao modo de vida exercido nos territórios analisados, sendo que os povos originários (indígenas) convivem de forma integrada ao ecossistema florestal, favorecendo a manutenção desta cobertura vegetal, com uma insignificante fragmentação florestal. Por outro lado, os proprietários e assentados rurais, na busca pela maior rentabilidade a partir da produção agrícola, fazem a supressão das florestas, ocasionando a fragmentação florestal. Nessa perspectiva, o presente estudo ressalta a

importância das pressões internacionais e políticas nacionais para contenção do desmatamento em Querência, pois isso afeta diretamente a rentabilidade dos grandes proprietários rurais, sendo o grupo com maior responsabilidade na taxa de desmatamento na área de estudo.

Os assentados rurais, após a criação e consolidação dos assentamentos, adotaram a estrutura agrária hegemônica do município, que por feedback, gerou altos índices de fragmentação florestal. O contexto aponta a necessidade de gestão do território rural dos assentamentos pelos órgãos gestores e o acompanhamento a longo prazo. A proposta de explorar um cenário de regeneração florestal nos assentamentos rurais foi pertinente para mostrar os benefícios ambientais que podem ser prestados pela formação florestal. Entretanto, para este cenário se concretizar é preciso que haja planejamento territorial, comprometimento do poder público (nas esferas locais e regionais) a partir de políticas públicas (por exemplo créditos rurais contínuos, pagamentos por serviços ambientais etc.), para perpetuação dos assentados em seus territórios com segurança e sustentabilidade.

É importante salientar que as métricas de paisagem são recomendadas para estudos de fragmentação florestal, porém outros métodos podem ser utilizados para entender por outras vias a complexidade que envolve os grupos sociais, seus territórios e a fragmentação florestal. Vê-se potencial em pesquisas que explorem, a partir de trabalho de campo e entrevista, a relação dos grupos sociais (povos originários, propriedades e assentados rurais) com as florestas, a fim de entender o imaginário que alicerça a relação entre a sociedade e a natureza desses grupos, permitindo o aprofundamento do tema e subsídios para gestão efetiva e sustentável dos fragmentos florestais da área de estudo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos que propiciou aos autores a presente investigação. Agradecemos também à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) por proporcionar os fundamentos intelectuais e a capacitação técnica para realização da presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AHERN, J. Spatial concepts, planning strategies, and future scenarios: a framework method for integrating landscape ecology and landscape planning. In: KLOPATEK, J.; GARDNER, R. (Ed.) **Landscape ecological analysis: issues and applications**. New York-USA: Springer-Verlag, 2001, p. 175-201. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-0529-6_10
- ALMEIDA, A. S.; VIEIRA, I. C. G.; FERRAZ, S. F.B. Long-term assessment of oil palm expansion and landscape change in the eastern Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 90, p. 104321, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104321>.
- ASSUNÇÃO, J.; ROCHA, R. Rural settlements and deforestation in the Amazon. **Climate Policy Initiative Working Paper**, 2016.
- BARAGWANATH, K.; BAYI, E. Collective property rights reduce deforestation in the Brazilian Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 34, p. 20495-20502, 2020. <https://doi.org/10.1073/NPas.1917874117>.
- BOWMAN, M. S.; SOARES-FILHO, B. S.; MERRY, F. D.; NEPSTAD, D. C.; RODRIGUES, H.; ALMEIDA, O. T. Persistence of cattle ranching in the Brazilian Amazon: A spatial analysis of the rationale for beef production. **Land use policy**, v. 29, n. 3, p. 558-568, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.09.009>
- BRANDÃO JR, A. O.; SOUZA JR, C. M. Mapping unofficial roads with Landsat images: a new tool to improve the monitoring of the Brazilian Amazon rainforest. **International Journal of Remote Sensing**, v. 27, n. 1, p. 177-189, 2006. <https://doi.org/10.1080/01431160500353841>
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Institui o novo código florestal brasileiro. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 14 de fev. 2023.

- CABRAL, A. I.; SAITO, C.; PEREIRA, H.; LAQUES, A. E. Deforestation pattern dynamics in protected areas of the Brazilian Legal Amazon using remote sensing data. **Applied Geography**, v. 100, p. 101-115, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.10.003>
- CARDILLE, J. A.; FOLEY, J. A. Agricultural land-use change in Brazilian Amazonia between 1980 and 1995: Evidence from integrated satellite and census data. **Remote Sensing of Environment**, v. 87, n. 4, p. 551-562, 2003. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2002.09.001>
- CARO, D.; DAVIS, S. J.; KEBREAB, E.; MITLOEHNER, F. Land-use change emissions from soybean feed embodied in Brazilian pork and poultry meat. **Journal of cleaner production**, v. 172, p. 2646-2654, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.146>
- COLSON, F.; BOGAERT, J.; CEULEMANS, R. Fragmentation in the Legal Amazon, Brazil: Can landscape metrics indicate agricultural policy differences? **Ecological Indicators**, v. 11, n. 5, p. 1467-1471, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.12.020>
- COSTA, M. H., et al. Climate change in Amazonia caused by soybean cropland expansion, as compared to caused by pastureland expansion. **Geophysical Research Letters**, v. 34, n. 7, 2007. <https://doi.org/10.1029/2007GL029271>
- EMBRAPA TERRITORIAL. **Agricultura e preservação ambiental**: uma análise do cadastro ambiental rural. Campinas, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/car> Acesso em: 14 fev. 2023.
- ESRI -Environmental Systems Research Institute. **ArcGIS Desktop: Release 10.4. 2016**. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- FARIAS, M. H. C. S.; BELTRÃO, N. E. S.; SANTOS, C. A.; CORDEIRO, Y. E. M. Impacto dos assentamentos rurais no desmatamento da Amazônia. **Mercator (Fortaleza)**, 17, 2018. <https://doi.org/10.4215/rm2018.e17009>.
- FATORELLI, L.; MERTENS, F. Integração de políticas e governança ambiental. **Ambiente & Sociedade**, v. 13, n. 2, p. 401-415, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2010000200012>.
- FELTRAN-BARBIERI, R. **A soja em Projetos de Assentamentos em Querência**. Consultoria apresentada ao Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) e Instituto Socioambiental (ISA). Disponível em: <https://ipam.org.br>. 2017. Acesso em: 15 fev. 2023.
- FERRAZ, S. F. B.; VETTORAZZI, C. A.; THEOBALD, D. M.; BALLESTER, M. V. R. Landscape dynamics of Amazonian deforestation between 1984 and 2002 in central Rondônia, Brazil: assessment and future scenarios. **Forest Ecology and Management**, v. 204, n. 1, p. 69-85, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.07.073>
- GIRARDI, E. P.; FERNANDES, B. M. A luta pela terra e a política de assentamentos rurais no Brasil: a Reforma Agrária conservadora. **Agrária** (São Paulo. Online), (8), 73-98, 2008. <https://doi.org/10.11606/issn.1808-1150.v0i8p73-98>
- GODAR, J.; TIZADO, E. J.; POKORNY, B. Who is responsible for deforestation in the Amazon? A spatially explicit analysis along the Transamazon Highway in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 267, p. 58-73, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.11.046>
- GUIDUCCI, R.; Hirakuri, M. H. Sistemas de produção de grãos e risco econômico em áreas consolidadas e de expansão agrícola no Brasil. **Embrapa Soja**, 2020. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1133349> Acesso em: 15 fev. 2023.
- HADDAD, N. M., et al. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. **Science advances**, v. 1, n. 2, p. e1500052, 2015. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>
- HARDING T.; HERZBERG, J.; KURALBAYEVA K. Commodity prices and robust environmental regulation: Evidence from deforestation in Brazil. **Journal of Environmental Economics and Management**, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2021.102452>
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **O Sistema IBGE de Recuperação Automática**, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/ipca15/brasil>. Acesso em: 1 nov. 2021.
- IMBERNON, J.; BRANTHOMME, A. Characterization of landscape patterns of deforestation in tropical rain forests." **International Journal of Remote Sensing**. 22, no. 9 (2001): 1753-1765. <https://doi.org/10.1080/01431160118426>

IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia; ISA - Instituto Socioambiental. **Diagnóstico do município de Querência**. 2017. Documento interno. <https://ipam.org.br/bibliotecas/diagnostico-socioambiental-de-querencia/>. Acesso: 1 nov. 2020.

MCGARIGAL, K; MARKS, B. J. **Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Vol. 351. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 1995. <https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-351>

NASCIMENTO, D. R.; ALVES, L. N.; & SOUZA, M. L. Implantação de sistemas agroflorestais para a recuperação de áreas de preservação permanente em propriedades familiares rurais da região da Transamazônica, Pará. **Agricultura Familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento**, v. 13, n. 2, p. 103-120, 2020. <http://dx.doi.org/10.18542/raf.v13i2.8711>.

NEPSTAD, D.; SCHWARTZMAN, S.; BAMBERGER, B.; SANTILLI, M.; RAY, D.; SCHLESINGER, P.; LEFEBVRE, P.; ALENCAR, A.; PRINZ, E.; FISKE, G.; ROLLA, A. Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous lands. **Conservation biology**, v. 20, n. 1, p. 65-73, 2006. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00351.x>.

NEPSTAD, D.; MCGRATH, D.; STICKLER, C.; ALENCAR, A.; AZEVEDO, A.; SWETTE, B.; HESS, L. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. **Science**, v. 344, n. 6188, p. 1118-1123, 2014. <https://doi.org/10.1126/science.1248525>

OLIVEIRA FILHO, F. J. B. O.; METZGER, J. P. Thresholds in landscape structure for three common deforestation patterns in the Brazilian Amazon. **Landscape Ecology**, v. 21, n. 7, p. 1061-1073, 2006. <https://doi.org/10.1007/s10980-006-6913-0>

PAULA, R. P., SAIS, A. C., de OLIVEIRA, R. E., & de AZEVEDO OLIVAL, A. Sistemas agroflorestais na paisagem rural em Terra Nova do Norte-MT: métricas espaciais no auxílio das políticas de conservação ambiental em áreas de produção familiar. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 52, 2019. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v52i0.61729>.

PETERSON, G. D.; CARPENTER, S. R.; BROCK, W. A. Uncertainty and the management of multistate ecosystems: an apparently rational route to collapse. **Ecology**, 84(6), 1403-1411, 2003. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2003\)084\[1403:UATMOM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2003)084[1403:UATMOM]2.0.CO;2).

PROJETO MAPBIOMAS. **Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. 2020. [v.5]. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 1 nov. 2020.

REDE XINGU+. **Plataforma digital Terras Indígenas no Brasil**. Disponível em: <https://terrasindigenas.org.br/pt-br/terras-indigenas/3908#demografia> Acesso em: 2 de jan. 2023.

RIITTERS, K. H.; O'NEILL, R. V.; HUNSAKER, C. T.; WICKHAM, J. D.; YANKEE, D. H.; TIMMINS, S. P.; ... & JACKSON, B. L. A factor analysis of landscape pattern and structure metrics. **Landscape ecology**, v. 10, n. 1, p. 23-39, 1995. <https://doi.org/10.1007/BF00158551>.

SCHAVALZON, S. Guardiões da Floresta: autonomia indígena y conflicto territorial en la Amazonia. **Tellus**, 21(46), 125–147, 2021. <https://doi.org/10.20435/tellus.v21i46.794>

SKOLE, D.; TUCKER, C. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 to 1988. **Science**, v. 260, n. 5116, p. 1905-1910, 1993. <https://doi.org/10.1126/science.260.5116.1905>.

SOARES, J. L. A organização territorial de assentamentos rurais para atender a legislação ambiental na Amazônia. **Campo-Território: Revista de Geografia Agrária** (Uberlândia), v. 3, n. 6, p. 143-155, 2008. <https://doi.org/10.14393/RCT3611886>

SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MERRY, F.; RODRIGUES, H.; DAVIS, J.; LIMA, L.; MACEDO, M.; COE, M.; CARNEIRO, A.; SANTIAGO, L. Brazil's market for trading forest certificates. **PloS ONE**, v. 11, n. 4, p. e0152311, 2016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152311>.

TAPIA-ARMIJOS, M. F.; HOMEIER, J.; ESPINOSA, C. I.; LEUSCHNER, C.; DE LA CRUZ, M. Deforestation and forest fragmentation in South Ecuador since the 1970s—losing a hotspot of biodiversity. **PloS ONE**, v. 10, n. 9, p. e0133701, 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133701>.

UN - UNITED NATIONS (2015). **Sustainable Development Goals: 17 Goals to transform our world**. Disponível em <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>. Acesso em: 1 nov. 2020.

VALE, J. C. E.; BARRADAS A. C.; MIRANDA, R. P.; WEIHS, M. L.; YAMASHITA, O. M.
Socioenvironmental problems in agrarian reforms settlement projects in the Amazon region portal, Brazil.
Scientific Electronic Archives, v. 13, n. 1, p. 51-59, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/1262019941>.

WALKER, W. S.; GORELIK, S. R.; BACCINI, A.; ARAGON-OSEJO, J. L.; JOSSE, C.; MEYER, C.; ... &
SCHWARTZMAN, S., W. S., et al. The role of forest conversion, degradation, and disturbance in the carbon
dynamics of Amazon indigenous territories and protected areas. **Proceedings of the National Academy
of Sciences**, v. 117, n. 6, p. 3015-3025, 2020. <https://doi.org/10.1073/pnas.1913321117>

WANG, C.; CALDAS, M. M.; Fragmentation patterns in land reform settlements in the Brazilian Amazon.
Society & Natural Resources, v. 27, n. 7, p. 742-758, 2014.
<https://doi.org/10.1080/08941920.2014.905889>.

Recebido em: 05/08/2022

Aceito para publicação em: 15/02/2023