ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>

Análise multicriterial na definição de áreas prioritárias à conservação florestal em São Félix do Xingu – PA

Juliane da Costa Cavalcante¹, Jailson Soares de Souza Filho², Raphael de Souza Vale³, Denise Cristina Torres Costa⁴

¹ Mestre em Ciências Ambientais, Graduada em Engenharia Ambiental. julianecosta63@gmail.com (autor correspondente). ² Graduado em Engenharia Ambiental, Especialista em GIS na The Nature Conservancy, Av. Nazaré, 280, CEP 660035-170, Belém, Pará. (91) 4008-6200. engsoaresfilho@gmail.com. ³ Mestre em Biologia Ambiental, Graduado em Engenharia Ambiental. raphavall3@gmail.com. ⁴ Mestre em Biologia Vegetal Tropical, Graduada em Agronomia. Professor Assistente IV, Departamento de Engenharia Ambiental, Unidade do Estado do Pará, Tv. Dr. Eneas Pinheiro, 2626, Marco, CEP 66095-015, Belém, Pará. (91) 3131-1900. denisetorr@hotmail.com.

Artigo recebido em 25/04/2019 e aceito em 24/02/2020

RESUMO

O município de São Félix do Xingu faz parte do modelo de desenvolvimento da região amazônica baseado em grandes desmatamentos causados por atividades como pecuária e agricultura, além de outras ameaças como os assentamentos e rodovias. Essas modificações de extensas áreas de florestas acabam por fragmentar a paisagem natural interferindo na manutenção da biodiversidade. Desse modo, objetivou-se através deste estudo identificar áreas prioritárias para conservação florestal em uma região do município de São Félix do Xingu – PA. O estudo compreendeu uma análise multicriterial, em que se utilizou o Método de Processo Analítico Hierárquico (AHP); e como forma de auxiliar na definição dos critérios, foram utilizados os princípios do método de Planejamento Sistemático da Conservação (PSC). Os resultados obtidos mostram que os critérios que tiveram maior influência na priorização de áreas foram os fragmentos florestais com maior quantidade de Áreas de Preservação Permanente (APPs), tamanho dos fragmentos, fragmentos florestais com maior quantidade de Áreas de Reserva Legal (ARLs), assentamentos/estradas, conectividade e unidades fitogeomorfológicas, respectivamente.

Palavras-chave: Conservação, Planejamento sistemático da conservação, Áreas prioritárias.

Multicriteria analysis in the definition of priority areas for forest conservation in São Félix do Xingu – PA

ABSTRACT

The municipality of São Félix do Xingu is part of the development program of the Amazon region, with emphasis on large deforestation caused by activities such as cattle ranching and agriculture, as well as other threats such as settlements and highways. These modifications of extensive areas of forests turn out to be a natural landscape interfering in the maintenance of the biodiversity. In this way, it was objectified through a series of reflections on the priority areas for the forest storage in a region of the municipality of São Félix do Xingu - PA. The study comprised a multicriterial analysis, in which it used the Hierarchical Analytical Process Method (AHP); and, as a way of helping to define the criteria, the principles of the Systematic Conservation Method (SCM) were used. The comparative results were those that showed the greatest influence in the prioritization of plots with a greater number of Permanent Preservation Areas (PPAs), size of fragments, forest fragments with more Legal Reserve Areas (LRAs), settlements / roads, connectivity and phytogeomorphological units, respectively.

Key-words: Conservation, Systematic conservation planning, Priority areas.

Introdução

A região Amazônica enfrenta inúmeras ameaças que colocam em risco sua biodiversidade, sendo o desmatamento a principal delas. Impulsionado pelo avanço de cultivos agrícolas e pastagens, assim como ocupações que favorecem seu incremento, como abertura de estradas e assentamentos (Silva et al., 2017).

No município de São Félix do Xingu (PA), a pecuária é uma das principais atividades

diretamente relacionadas ao desmatamento na região. O desmatamento incrementa a fragmentação, tendo como consequência a perda da biodiversidade e o isolamento. Ocorrendo o aumento da proporção de áreas de borda, em que a área central de um fragmento, aquela não afetada pelo efeito de borda, pode ser a única adequada para certas espécies. (Sampaio et al., 2018; Winagraski et al., 2018).

O referido município engloba parte da Área de Proteção Ambiental (APA) Triunfo do Xingu, região com forte pressão antrópica causada principalmente pelo desflorestamento decorrente da exploração da pecuária, da exploração madeireira ilegal e do avanço da atividade agrícola. A área enfrenta um grande desafio por ter sido criada em uma área com grande concentração populacional, grande pressão antrópica, território muito degradado e muitos conflitos fundiários. Incrementando a vulnerabilidade a desmatamentos na região, ameaçando a biodiversidade (Costa et al., 2017).

Dentro desse contexto, se faz necessária a identificação de áreas prioritárias para conservação, visando identificar localidades onde os governantes podem, prioritariamente, direcionar ações de conservação e de fiscalização, bem como conduzir políticas públicas de desenvolvimento nos municípios. Para Oliveira et al. (2015), diante de paisagens fragmentadas as áreas protegidas tem como função conversar diferentes componentes de uma paisagem, como recursos hídricos, biodiversidade, integridade do solo, entre outros.

Dessa forma, a definição de fragmentos prioritários para conservação proporciona a identificação de fragilidades ambientais, auxiliando no processo de gestão territorial e disciplinando a expansão de atividades antrópicas. Assim como protege áreas favoráveis à conservação da biodiversidade, que seriam aquelas com maior integridade física e menores intervenções antrópicas (Scipioni et al., 2016).

Dentre os diferentes métodos para a seleção de áreas prioritárias para conservação, destaca-se a metodologia de Planejamento Sistemático da Conservação (PSC), proposta por Margules e Pressey (2000). A seleção de substitutos de biodiversidade é parte integrante de um planejamento sistemático bem-sucedido

(Margules e Pressey, 2000). No referido método se adotam prioridades de acordo com os princípios que revelam a conservação da biodiversidade, como representatividade, eficiência e vulnerabilidade (Scaramuzza et al., 2008), que, com o auxílio de tomadores de decisão, como os métodos multicritérios, facilitam na definição de preferências e alternativas quando diferentes características são levadas em consideração. Assim, a utilização desses dois métodos pode auxiliar na identificação de áreas mais prioritárias para a conservação.

Este estudo tem como objetivo geral definir áreas prioritárias para a conservação florestal em uma região localizada no município de São Félix do Xingu, por meio de análise multicritério. E como objetivos específicos fornece uma base de cobertura florestal, para a área de interesse, do ano de 2016; gerar métricas da paisagem para os remanescentes florestais da área de estudo; definir critérios e respectivos pesos importantes à conservação florestal; avaliar a importância e influência dos critérios e pesos escolhidos para o processo de tomada de decisão; e gerar um mapa com a indicação de áreas prioritárias para conservação.

Material e métodos

Área de estudo

A área de interesse para realização do estudo está localizada no município de São Félix do Xingu, no estado do Pará, a aproximadamente 65 km da sede municipal, faz limite ao norte com o Parque Nacional da Serra do Pardo e a leste com o rio Xingu, além de estar contida dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) Triunfo do Xingu, como mostra a Figura 01.

Figura 01. Localização da área de estudo, entre a APA Triunfo do Xingu e Parque Nacional da Serra do Pardo.

A extensão da área de estudo equivale a 122.252 hectares (ha) e compreende a unidade de paisagem disponibilizada pela The Nature Conservancy (TNC). Tal área foi concebida a partir dos limites de sub-bacias, nível 6, geradas de acordo com o descrito por Venticinque et al. (2016), e a partir de inspeção visual do mapeamento do uso e cobertura da terra.

Aquisição e elaboração da base de dados

Para a definição de áreas prioritárias para conservação florestal, inicialmente, foi feita a aquisição e elaboração de um banco de dados espacial. Os dados foram divididos nas seguintes camadas:

- Base Digital Georreferenciada (BDG): contém dados de hidrografia, limite municipal, sistema viário, uso e cobertura da terra de 2011; todos de alta precisão geométrica, elaborados pela TNC (Balieiro et al., 2014), a partir de imagens do satélite Spot 5 e RapidEye, de acordo com os parâmetros estabelecidos na Instrução Normativa nº 8/12 (IN 8/12) da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS) do Pará (Semas, 2012).

- Unidades fitogeomorfológicas (UFG): essa camada foi obtida a partir do cruzamento dos

dados espaciais de fitofisionomias (IBGE, 2006) com unidades geomorfológicas (IBGE, 2002), ambos com o nível de detalhamento compatível com a escala 1:250.000, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O cruzamento das camadas ocorreu por meio do *software* ArcGIS 10.2.

- Base de Cadastro Ambiental Rural (CAR): corresponde aos limites das propriedades rurais cadastrados na plataforma de monitoramento da Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (Semas, 2015). Esse dado foi submetido ao processo de ajuste vetorial para correção de problemas de sobreposição, deslocamento e localização. Os dados com os limites ajustados foram disponibilizados pela TNC para fins de produção científica/pesquisa.

- Base do uso e cobertura da terra de 2016: contém feições de áreas com remanescentes florestais e áreas sem floresta para o ano de 2016, resultado da atualização da base do uso e cobertura da terra de 2011, conforme o processo descrito no próximo tópico.

- Base de assentamentos: a base de assentamentos (INCRA, 2016) foi adquirida pelo acervo fundiário da Coordenação de Meio Ambiente e Recursos Naturais (DTM) do Instituto

Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

Atualização da base de uso e cobertura da terra

A camada de uso e cobertura da terra, para o ano de 2016, foi um produto da atualização da cobertura e uso da terra do ano de 2011. A atualização foi feita com base em imagens do satélite Sentinel-2, disponibilizadas previamente, ortorretificadas e com resolução espacial de até 10 metros, contendo 13 bandas espectrais. O processo de atualização foi composto pelas etapas de aquisição de imagens, vetorização e análise topológica.

- Aquisição de imagens: foram adquiridas duas imagens do satélite Sentinel-2 que abrangeram a área de estudo, para o ano de 2016. Essas imagens foram usadas para verificar o estado atual das áreas do ponto de vista de cobertura e uso da terra. Além disso, foram adquiridas também imagens do satélite Landsat 8, órbitas pontos 225/065, 225/064, 226/064, para o ano de 2014, e um mosaico de imagens RapidEye, com resolução espacial de 5 m, ano de 2011, este último disponibilizado pela TNC.

- Vetorização: essa etapa foi realizada em ambiente ArcGIS 10.2., no qual os arquivos vetoriais do uso e cobertura da terra de 2011 foram editados, em escala 1:10.000, para definição das novas áreas com floresta e sem floresta. As novas áreas de uso e cobertura da terra foram analisadas via interpretação visual, de acordo com os padrões identificados nas imagens (cor, tonalidade e forma). Como suporte à identificação dos padrões, foram utilizadas as imagens dos anos de 2011 e 2014 para se verificar o histórico de uso e cobertura da terra.

- Análise topológica: nesta última etapa, foi analisada a consistência topológica do produto gerado, presença de vazios entre os polígonos (comando “*Must have no gaps*”) e ausência de sobreposição (comando “*Must have no overlap*”), por meio da extensão de análise topológica presente no *software* ArcGIS 10.2.

Definição dos critérios

Fez-se uso de alguns dos princípios do PSC (Margules e Pressey, 2000) para definição dos critérios que auxiliaram no processo de tomada de decisão. Os princípios escolhidos foram: vulnerabilidade, eficiência e representatividade. É pertinente destacar que os demais princípios abordados pelo PSC não foram utilizados no estudo, visto que a intenção era simplificar o método, com objetivo de aplicá-lo

em uma área de estudo pequena (quando comparada à extensão do município), sendo que os demais princípios acabariam se tornando redundantes, caracterizando um método “ad hoc”. Assim, os critérios considerados mais importantes para a seleção de áreas para conservação florestal foram utilizados no estudo.

Representatividade: foram definidos como critérios “tamanho dos fragmentos florestais” e “conectividade”, ambos considerados índices de estrutura da paisagem. Outro critério selecionado com base neste princípio foi “nº de unidades fitogeomorfológicas”, em que áreas com diferentes tipos de UFG (unidades fitogeomorfológicas) foram consideradas mais representativas para conservação.

Vulnerabilidade: áreas com maior probabilidade ou iminência de perturbação foram representadas pelos critérios “proximidade de estradas” e “fragmentos em assentamentos”, pois estradas e assentamentos, em geral, apresentam-se como vetores do desmatamento, representando, assim, ameaças à biodiversidade.

Eficiência: foram considerados como critérios “fragmentos com área de reserva legal” e “fragmentos com área de preservação permanente” por apresentarem áreas protegidas por lei que possuem um regime especial de uso, com o objetivo de conservação da biodiversidade. Portanto, apresentam menor custo e maior eficiência para conservação.

Um aspecto importante em relação aos critérios, é a forma como foram analisados, pois trabalhou-se com dados discretos, ou seja, foram atribuídos valores dos critérios para cada fragmento florestal. Por exemplo, para cada fragmento se obteve a quantidade de Áreas de Reserva Legal (ARLs), de Áreas de Preservação Permanente (APPs), de UFG, a distância ao fragmento mais próximo e à estrada mais próxima. Para verificação da localização dos fragmentos (se está dentro ou fora do assentamento), utilizou-se o centroide de cada fragmento para determinar suas posições, e portanto, se o centroide estiver dentro da área do assentamento, o fragmento é classificado como “dentro de assentamento”, caso contrário, “fora de assentamento”.

Aplicação do método AHP no processo de tomada de decisão

O método de Processo Analítico Hierárquico, ou simplesmente, Análise Hierárquica (AHP) é baseado na construção de

uma série de matrizes de “pares de comparação”, denominada comparação pareada, que confrontam todos os critérios entre si. As matrizes de comparação são traduzidas para uma forma numérica através da Escala Fundamental de Saaty (2008).

Foi empregada a Técnica Participatória, que consiste na consulta de especialistas com

conhecimentos na área de estudo, para auxiliar na ponderação pareada dos critérios escolhidos, como mostrado na Tabela 01.

A técnica foi empregada por Campos et al. (2015) na definição de áreas prioritárias ao uso agrícola da terra na bacia do Rio Capivara, Botucatu – SP.

Tabela 01. Matriz de comparação entre os critérios analisados

	com Fragmentos ARLs	com Fragmentos APPs	Conectividade	Tamanho	UFG	Assentamentos	Rodovias
Fragmentos com ARLs	1						
Fragmentos com APPs	1	1					
Conectividade	1/2	1/2	1				
Tamanho	3	1	2	1			
UFG	1/3	1/3	1/3	1/3	1		
Assentamentos	2	1/3	1	1/2	2	1	
Rodovias	2	1/3	1	1/2	2	1	1

CR= 0,05

A obtenção do valor de cada área para conservação fundamentou-se no somatório do valor atribuído a cada um dos sete critérios, segundo a classe em que se enquadra a área em avaliação, multiplicado pelo peso atribuído ao respectivo critério. É importante salientar que a definição dos intervalos de cada classe, em cada critério, foi baseada no padrão de distribuição dos valores, buscando assim, obter amostras uniformes.

Resultados e discussão

O critério que obteve maior peso para a definição de áreas prioritárias foram fragmentos florestais com mais quantidade de Áreas de Preservação Permanente (APP), seguido do tamanho do fragmento, fragmentos florestais com maior quantidade de Áreas Reserva Legal (ARL), assentamentos e distância de estradas, que obtiveram o mesmo grau de importância, conectividade e, por último, as UFG, de acordo

com o exposto na Tabela 02.

Cada critério possui seu respectivo peso para conservação, de acordo com a segunda coluna da Tabela 02, obtido pelo método AHP com o auxílio dos profissionais. E cada critério foi ponderado de acordo com:

- (1) Tamanho (ha) para “fragmentos com APP”, “tamanho do fragmento” e “fragmentos com ARL”;
- (2) Distância (metros) para distância de estradas e conectividade; quantidade (unidade) para nº UFG;
- (3) Pertence ou não para “assentamentos”, ou seja, fragmentos dentro de assentamento possuem um valor menor para conservação (3) e fragmentos fora um valor maior (5).

As respectivas ponderações foram semelhantes as realizadas por Sampaio et al. (2018), em seu estudo na classificação ambiental de fragmentos florestais. Onde fragmentos maiores e com APP obtiveram maior ponderação

em comparação com a conectividade. A maior ponderação para fragmentos com tamanhos maiores pode ser explicada pelo fato de poderem abrigar uma maior quantidade de espécies, com um maior nível de interação (cadeias ecológicas), mantendo a biodiversidade local. Sampaio et al. (2018) ainda ressaltam que fragmentos maiores podem servir como fontes de espécies para a recolonização de áreas. Assim como fragmentos maiores e menos recortados são mais preferíveis para a conservação, por apresentar menores proporções de borda-área (Teixeira et al., 2018).

Essas ponderações têm influência direta sobre a espacialização de áreas prioritárias à conservação, esperando-se, neste caso, uma certa concentração das mesmas em fragmentos com maior quantidade de áreas de mata ciliar, em fragmentos de maiores tamanhos e com maior quantidade de áreas de reserva legal, uma vez que foram os que obtiveram as maiores importâncias. A Tabela 02 e Figura 02 mostram os critérios utilizados com suas respectivas classes e pesos.

A Figura 02 é resultado das ponderações mostradas na Tabela 02. Onde, respectivamente, mostra quanto maior o número de UFG, maior número de ARL, fragmentos fora de assentamentos, fragmentos mais conectados, fragmentos com maior quantidade de APP, fragmentos com maior tamanho e com maior distância de estradas, mais prioritários para conservação (cor mais escura).

O mapa final de áreas prioritárias para conservação é resultado da junção de todos os critérios da Figura 02, com suas respectivas ponderações.

Como resultados, obteve-se informações quanto à cobertura florestal da área de estudo, e um mapa de prioridades para conservação

florestal levando em consideração os critérios e pesos descritos neste trabalho.

As áreas com remanescente florestal totalizaram 71.500 ha, o que corresponde a 58,4% da área analisada, distribuídos em 444 fragmentos florestais de tamanhos variados, sendo que 90% da área com remanescente se concentra em 14 fragmentos florestais.

Acerca das áreas prioritárias para conservação geradas a partir da agregação dos critérios por meio do método AHP, estabeleceu-se 4 níveis de prioridade. Desse modo, foi possível observar que os maiores fragmentos pertencem à classe de prioridade “muito alta”. Além do mais, essa classe e a classe de prioridade “alta” ocupam juntas 91% da área com cobertura florestal pois, conforme os pesos definidos para o critério “tamanho do fragmento”, foram priorizados fragmentos com maior área. Também foi notável o aumento do número de fragmentos e diminuição da área total à medida que o nível de prioridade diminui (Tabela 03), isso reflete no processo de fragmentação que ocorre nessas áreas.

Sampaio et al. (2018) afirmam que o aumento do número de fragmentos em um habitat retrata o processo intensivo de intervenção antrópica que se encontra essa paisagem. O mesmo foi confirmado no trabalho, um grande número de fragmentos obteve prioridade baixa, de acordo com a Tabela 03, evidenciando esse alto grau de fragmentação florestal na área de estudo.

Teixeira et al. (2018) também afirmam que o número de fragmentos indica o grau de fragmentação da paisagem, onde a alta diversidade de fragmentos pequenos encontrados na Floresta Nativa de Bragança Paulista evidenciou o alto grau de fragmentação.

Tabela 02. Pesos dos critérios.

CRITÉRIOS	PESOS AHP	CLASSES	PESO CLASSES
Fragmentos com APP	0,23162	0-1 (ha)	1
		>1-100 (ha)	2
		>100-300(ha)	3
		>300-500(ha)	4
		>500 (ha)	5
Tamanho do fragmento	0,22893	0-25 (ha)	1
		>25-100 (ha)	2
		>100-500(ha)	3
		>500-17.550(ha)	4
		>17.550 (ha)	5
Fragmentos com ARL	0,12940	0-10 (ha)	1
		>10-100 (ha)	3
		>100-300(ha)	4
		>300 (ha)	5
Fragmentos em assentamentos (ass.)	0,12064	Dentro de ass.	3
		Fora de ass.	5
Distância de estradas	0,12064	0-250 (m)	1
		>250-500 (m)	2
		>500-1.000(m)	3
		>1000-3.000(m)	4
		>3.000 (m)	5
Conectividade	0,11254	0-50 (m)	5
		>50-100 (m)	4
		>100-300 (m)	3
		>300-500 (m)	2
		>500 (m)	1
Nº de UFG	0,05623	1	1
		2-3	2
		4-7	3
		6-7	4
		8-15	5

Figura 02. Classificação dos critérios por peso de classes

Por outro lado, esses pequenos propágulos para a regeneração de novas áreas fragmentos são ao mesmo tempo fonte de abandonadas (Rodrigues et al., 2017).

Tabela 03. Níveis de prioridade para conservação de acordo com a área total.

Nível de prioridade	Área total dos fragmentos (ha)	Área total dos fragmentos (%)	Nº de fragmentos
Baixa	2.215	3,10	389
Moderada	4.299	6,01	40
Alta	8.215	11,5	11
Muito alta	56.768	79,4	4
Total	71.500	100	444

Além do tamanho do fragmento, as APP também foram determinantes na definição das áreas mais prioritárias. De forma que, à medida que grandes fragmentos possuíam maior quantidade de APP, mais prioritários se tornavam, ao contrário de fragmentos com menor área, que apresentavam valores baixos de APP (Tabela 04). Assim, fragmentos grandes e com maior quantidade de APP foram prioritários para se conservar.

As APP referente às matas ciliares representam de forma indireta a densidade de drenagem e número de cabeceiras em uma área, critérios de grande importância para a manutenção da geração de água em uma bacia. As áreas de mata ciliar possuem importância ecológica por formarem corredores ecológicos, integrando bacias e diferentes ecossistemas, favorecendo a movimentação da fauna e a dispersão vegetal. Assim como a manutenção da cobertura vegetal em uma rede hidrográfica tem sua importância por frear o escoamento das águas, filtrar sedimentos, dar estabilidade às margens, entre outros (Alves e Ferreira, 2016; Fritzsons e Mantovani, 2017).

As vegetações que acompanham os cursos d'água, denominadas matas ciliares, são uma das categorias de APP. Essas áreas quando degradadas são obrigadas a serem recompostas, de acordo com a Lei 12.651 de 2012 (Código Florestal Brasileiro). No entanto, as áreas de mata ciliar que foram desmatadas antes de 2018 (áreas

consolidadas) devem ser recompostas de acordo com o tamanho do imóvel rural. Ou seja, para desmatamento de APP antes e depois de 2018 as áreas a serem recompostas variam.

Então, isso destaca a importância das legislações ambientais para a manutenção da vegetação, assim como suas exigências para a restauração de áreas desflorestadas. Confirmando o fato que áreas protegidas por lei são fundamentais para a manutenção da biodiversidade local.

Os valores dos critérios área de reserva legal e nº de UFG também aumentaram conforme maior era o fragmento florestal, de acordo com a Tabela 04. Foi visto que fragmentos com maior tamanho conseguem representar um maior nº de UFG, média de 8,5 UFG por fragmento, aproximadamente 8 vezes maior que a média da classe mais baixa.

Sales et al. (2017) utilizaram como critério de diversidade a riqueza de espécies de avifauna realizada pelo método de observação direta. Para isso estimou-se a biodiversidade por meio da densidade da população de avifauna, por meio do número de indivíduos por fragmento e do tamanho do fragmento. Dessa forma, existem várias informações de biodiversidade que podem ser agregadas e utilizadas em levantamento de áreas prioritárias para conservação.

Goes et al. (2018) utilizaram graus de diversidade de espécies florestais como um dos

critérios na definição de fragmentos prioritários para a conservação. Concluindo, também, que fragmentos maiores detinham maior diversidade que os de tamanho menor. Assim como fragmentos que detinham maior quantidade de áreas de plantio apresentaram menor prioridade para conservação.

Já as ARL, foram estabelecidas de acordo com a localização das propriedades com CAR, no qual é previsto em lei (12.651/2012) que os fragmentos de floresta localizados em seu interior devem ser conservados para uso sustentável dos recursos naturais, além de permitir a manutenção de processos ecológicos. Novamente, os fragmentos melhor conservados, ou seja, com área maior, detinham maior área de reserva legal. Dessa forma, maior a probabilidade de conservação de áreas quando há um amparo da legislação, no caso das ARL. As ARL foram destacadas por Pereira e Cestaro (2016) como áreas a serem consideradas para a implantação de corredores ecológicos, visto que são legalmente protegidas e correm menos risco de serem degradadas.

As ARL são amparadas pelo Código Florestal e quando consolidadas devem ser recuperadas. Na região da Amazônia Legal as áreas de ARL são de 80% do imóvel rural. Quando o estado tiver Zoneamento Econômico-ecológico e mais de 65% do seu território ocupados por unidades de conservação e terras indígenas, as ARL podem ser reduzida para 50%. Ressaltando, novamente, a importâncias das áreas protegidas por lei para a manutenção da Os valores médios de conectividade, tamanho de fragmentos, ARL e nº de UFG são

biodiversidade.

Os valores de conectividade variaram de forma inversamente proporcional ao tamanho do fragmento (Tabela 04), priorizando fragmentos próximos e conectados, pois favorecem o fluxo gênico de fauna e flora. Rotta et al. (2018) ressaltam a importância da conectividade como forma de promover os serviços ecossistêmicos chaves para a conservação do solo e da água. Assim como proporcionam a circulação da fauna e fluxo gênico entre eles. Em uma simulação realizada pelos autores é constatado que diminuir as áreas a serem recompostas em APP, com o novo código florestal, diminuiria a conectividade entre fragmentos florestais.

Azevedo et al. (2016) em seu estudo, na definição de áreas prioritárias para a recuperação ambiental da bacia hidrográfica do rio Buranhém, identificaram que os menores fragmentos detinham menor isolamento (maior conectividade) e os grandes fragmentos maior isolamento (menor conectividade). Dessa forma os fragmentos com menor área foram considerados como trampolins ecológicos dentro da paisagem para a manutenção da conectividade, diminuindo o grau de isolamento entre eles.

Nessa perspectiva, entra a questão das áreas prioritárias para restauração. Onde os menores fragmentos, identificados por Azevedo et al. (2016), que detinham maior conectividade poderiam ter suas bordas restauradas. Visto a menor conectividade favoreceria a recuperação dessa área, aumentando, assim, o tamanho dos fragmentos. expostos na Tabela 04.

Tabela 04. Média de valores por nível de prioridade dos fragmentos.

Nível de prioridade	Conectividade média (metros)	Tamanho dos fragmentos média (ha)	Fragmentos com ARL média (ha)	Fragmentos com APP média (ha)	Nº de UFG média
Baixo	99	5,69	0,76	1,97	1,1
Moderada	59	107	12,5	20,8	1,9
Alta	19	747	195	202	4,6
Muito alta	9	14.193	4.903	2.398	8,5

Por fim, no mapa de prioridades (Figura 03), nota-se que fragmentos ao leste da área de estudo englobam parte do assentamento da região, além de ser o local com maior densidade de estradas.

Os assentamentos rurais geram um ciclo vicioso de degradação, onde técnicas inadequadas e rudimentares utilizadas pelos colonos acabam resultando em um processo de desflorestamento crescente. Farias et al. (2018) destacam os projetos de assentamentos de Reforma Agrária na Amazônia como um dos responsáveis pelo desmatamento da região, visto que a maioria dos projetos não têm planejamento, as áreas escolhidas não levam em consideração as características agronômicas, há pouco conhecimento pelos assentados da legislação ambiental, os quais dificilmente possuem condições de respeitar as áreas para conservação, como áreas de preservação permanente e áreas de reserva legal.

Dessa forma são áreas promovedoras do desmatamento ilegal. A falta de planejamento pode gerar problemas graves aos assentamentos, como falência econômica, ineficiência produtiva e, consequentemente, o desmatamento ilegal. Onde os objetivos para a criação dessas áreas acabam não sendo concretizados.

O trabalho de Machado et al. (2019) aborda sobre a dificuldade da regularização ambiental em assentamentos no Sul e Sudeste do Pará. No caso do assentamento Padre Josimo Tavares, localizado no município de Conceição do Araguaia, servidores do INCRA declararam que quando o assentamento foi criado, não realizado nenhum planejamento com critérios técnicos para assentar as famílias, e na época não existiam prestadores de assistência técnica e extensão rural. De modo que os ocupantes passavam para a categoria de assentados, mas não recebiam orientação nem de produção e nem sobre questões ambientais. Nesse assentamento o desmatamento continuou aumentando, o que permitiu avaliar que apesar do avanço no processo de regularização rural, foram detectadas falhas nas políticas públicas desenvolvidas.

Os autores destacam que um dos maiores problemas da reforma agrária se dá após a conquista da terra, onde ocorre venda e compra de lotes que é considerado crime. Esse tipo de ação acarreta sérios quando ao uso e ocupação do solo nessas áreas, devido à rotação de proprietários no lote o índice de desmatamento torna-se cada vez

mais evidente.

No trabalho foi possível observar que esses fragmentos mais próximos de estradas e dentro do assentamento tem menores tamanhos e acabam se tornando mais isolados, o que interferiu negativamente no mapa final de prioridades.

Rezzadori et al. (2016) afirmam que as rodovias ocasionam a fragmentação florestal, que consequentemente gera o efeito de borda e o isolamento de populações. Também podem ser consideradas agentes de fragmentação, por induzir e facilitar ocupações antrópicas de novas áreas.

Áreas mais próximas a rodovias tendem a ter maior uso do solo destinado a atividades como agricultura, reflorestamento e urbanização. Populações que ocupam áreas mais próximas das rodovias estão sujeitas a processos de redução populacional e possível extinção local, em consequência da redução e fragmentação de áreas.

Costa et al. (2019) realizaram o levantamento do estágio de conservação florestal do cerrado localizadas ao longo das rodovias, concluindo que a paisagem no entorno de rodovias se tornou mais rala e esparsa, comprovado por baixos valores de densidade e área basal.

Outros impactos causados pelas rodovias seriam o pisoteamento da flora e invertebrados, afugentamento da fauna e interferência de ruídos e vibrações, redução da cobertura florestal, intervenção em áreas de preservação e unidades de conservação, risco de supressão de espécies ameaçadas de extinção, alteração do nível de risco de ocorrência de incêndios florestais, alteração na ecologia da fauna aquática e na dinâmica das águas superficiais e profundas, assim como o atropelamento da fauna (Gomes et al., 2019).

Também foi observado que algumas áreas com menor tamanho estão próximas tanto de fragmentos maiores como menores, nesse caso podem ser apontadas como áreas sujeitas à restauração florestal com o objetivo de aumento de tamanho e diminuição do isolamento, como forma de manter a biodiversidade e os processos ecossistêmicos desses fragmentos. Como já comentado, esses fragmentos menores podem ser importantes para a recuperação de ambientes antropizados, por favorecer por ser uma fonte de propágulos e auxiliar no fluxo gênico.

Desse modo, entram as áreas prioritárias para a restauração florestal com a finalidade de recuperar a biodiversidade local. Valente et al. (2017) utilizaram, assim como neste estudo,

avaliação multicriterial e auxílio de especialistas na definição de áreas prioritárias para restauração florestal, na bacia de rio Quilombo, município de Americana – SP. Nessa metodologia apenas dois critérios foram utilizados, a proximidade de manchas florestais e da rede de drenagem. Ou sejam levaram em consideração critérios que conseguissem representar a área de estudo.

Em relação às áreas mais prioritárias para conservação, elas se concentraram na zona central e na zona oeste da área de estudo, correspondendo aos grandes fragmentos e apresentando áreas afastadas às estradas. No entanto esses grandes fragmentos da zona central são vulneráveis ao desmatamento causados pela ocupação espontânea e desordenada dos assentamentos, o que pode

agravar o estado de fragmentação da bacia.

A zona leste é onde se concentram os fragmentos de menor tamanho e as áreas com maior quantidade de estradas, ressaltando novamente as estradas como incentivadoras do desmatamento, o que torna os fragmentos com menor nível de prioridade para conservação. Outro aspecto que se pode observar, são as áreas próximas ao rio Xingu, áreas de importante relevância ecológica e que representam APP, essas áreas foram classificadas com níveis de prioridade “moderada” a “alta”, uma vez que, apesar de representar um critério de alto peso (APP), quando comparado aos demais, apresenta valores baixos para conservação.

Figura 03. Distribuição espacial de áreas de prioridade para conservação, geradas por meio do método AHP.

Conclusões

Para as condições específicas em que o estudo foi realizado, é possível concluir que a

abordagem multicriterial com o Processo Analítico Hierárquico (AHP), em conjunto com princípios do Planejamento Sistemático da

Conservação de Margules e Pressey (2000) e considerando as ponderações dos especialistas (análise participatória) em relação aos critérios a serem considerados na definição de áreas prioritárias, possibilitou a definição eficiente de áreas prioritárias para a conservação florestal, visando à manutenção da biodiversidade e dos processos ecossistêmicos.

Foi possível observar que áreas maiores se encontram mais conectadas com outras áreas e obtiveram uma maior prioridade por englobarem uma maior variedade de UFG, além de uma maior área de APPs e um maior número de propriedades com ARLs. Da mesma forma, áreas com uma menor densidade de estradas foram mais prioritárias, mesmo sendo englobadas por assentamento.

Dessa forma, é importante a criação de políticas públicas com a finalidade de conservar essas áreas prioritárias. Como grandes áreas prioritárias se encontram dentro do assentamento, é importante o aumento da fiscalização nessas localidades, assim como o incentivo da assistência técnica e extensão rural nesses lotes que compõe o assentamento, com a finalidade de aplicar técnicas de manejo mais eficientes e menos impactantes ao meio ambiente, assim como a conservação de áreas protegidas por lei (ARL e APP).

Também se fazem necessárias ações em áreas com potencial para se restabelecerem fragmentos pequenos e menos isolados por meio de ações de restauração, como abordado no trabalho. Como fragmentos pequenos e conectados que podem ser restaurados com a finalidade de aumentar a área e, consequentemente, aumentar a biodiversidade.

Por fim, a metodologia aplicada para a determinação de áreas prioritárias mostrou-se eficiente na definição de fragmentos com mais potencial para a conservação da biodiversidade. Podendo servir para auxiliar nas tomadas de decisão em iniciativas de conservação e restauração. Salienta-se que dependendo da localidade e das características da região outros critérios podem ser incorporados à metodologia, tornando o método mais apropriado para as características distintas de cada região.

Assim, esse método pode vir a ser aplicado a distintas paisagens e em diferentes escalas para o planejamento de áreas prioritárias, de modo a direcionar recursos para a conservação, tornando a gestão ambiental mais efetiva, como no caso da APA Triunfo do Xingu.

Agradecimentos

À The Nature Conservancy (TNC) pelos dados disponibilizados.

Referências

- Alves, G. M. R., Ferreira, M. F. M., 2016. Uso do solo em áreas de preservação permanente (app) na bacia do córrego do pântano, município de alfenas-mg. *Revista de Geografia* 6, 329-337.
- ARCGIS. ArcGIS 10.1, 2016: Software. Disponível: <https://www.esri.com/en-us/store>.
- Azevedo, D. G., Gomes, R. L., Moraes, M. E. B., 2016. Estudos da fragmentação da paisagem na definição de áreas prioritárias para a recuperação ambiental da bacia hidrográfica do rio Buranhém. *Boletim de Geografia* 34, 127-144.
- Balieiro, C.P.P., Malmann, G.; Barros, L.P., Vale, R.S., Pinho, B., Gonçalves, E., Barros, L., Garcia, E., 2014. A Amazônia aos olhos dos satélites Spot 5 e RapidEye. Integração de sensoriamento remoto e SIG em larga escala para cadastramento e adequação ambiental de imóveis rurais no estado do Pará, Brasil. in: *Simpósio Internacional –SELPER, Brasil (Associação de Especialistas Latinoamericanos em Sensoriamento Remoto)*, 16. Disponível: <https://selper.org.co/papers-XVI-Simposio/Bases-de-Datos Geoespaciales/BD2-Amazonia-spot5 RapidEye.pdf>. Acesso: 11 de out. 2016.
- BRASIL, 2012. Lei nº 12.651, de 25 de maio.
- Campos, S., Felipe, A. C., Campos, M., Reche, A. M., 2015. Análise multicriterial aplicado na definição de áreas prioritárias ao uso agrícola da terra da bacia do rio Capivara, Botucatu, SP. *Brazilian Journal of Irrigation and Drainage – IRRIGA* 1, 66-86.
- Costa, A. L. S., Reis, L. R., 2017. A contribuição da APA Triunfo do Xingu para o ordenamento fundiário na região da Terra do Meio, Estado do Pará. *Revista de Ciências Agrárias. Amazon Journal Of Agricultural And Environmental Sciences* 60, 96-102.
- Costa, J. P., Santos, L. C. S., rios, J. M., Rodrigues, A. W., Dias Neto, O. C., Prado Júnior, J., Vale, V. S., 2019. Estrutura e diversidade de trechos de Cerrado sensu stricto

às margens de rodovias no estado de Minas Gerais. *Ciência Florestal* 29, 698-714.

- Farias, M. H. C. S., Beltrão, N. E. S., Santos, C. A., Cordeiro, Y. E. M., 2018. Impact of rural settlements on the deforestation of the amazon. *Mercator* 17, 1-20.
- Fritzsos, E. F., Mantovani, L. E., 2017. Áreas prioritárias para restauração das florestas ciliares: um exemplo no Sul do Brasil. *Revista Ambiência* 13, 537-551.
- Goes, B. C., Souza, P. G., Ribaski, N. G., 2018. Zoneamento de fragmentos florestais prioritários para conservação em parques de Curitiba – Barigui, General Iberê de Mattos, São Lourenço, Tanguá e Tingui. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research* 1, 2-43.
- Gomes, M. M., Vitória, C. F., Silva, E. R., Almeida, J. R., 2019. Avaliação de impactos ambientais da duplicação da BR 101 RJ/Norte, trecho compreendido entre o km 144,2 e 190,3. *Revista Internacional de Ciências* 9, 22-34.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. Base de geomorfologia. Direto. Rio de Janeiro.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2002. Base de fitofisionomias. Rio de Janeiro.
- INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 2016. Base de Assentamentos do Pará. Brasília.
- Machado, J. S., Linhares, A. C. S. V., Carvalho, P. A., Evangelista, J. O., Loureiro, G. E., 2019. Avaliação da regularização ambiental no controle ao desmatamento em assentamentos do Sul e Sudeste do Pará. *Revista GeoAraguaia* 9, 93-105.
- Margules, C. R., Pressey, R. L., 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405, 243-253.
- Oliveira, A. P. G., Mioto, C. L., Paranhos Filho, A. C., Gamarra, R. M., Ribeiro, A. A., Melotto, A. M., 2015. Uso de geotecnologias para o estabelecimento de áreas para corredores de biodiversidade. *Revista Árvore* 39, 57 – 99.
- SEMAS. Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade, 2012. Instrução Normativa nº 08, de 10 de outubro. Belém.
- Pereira, V. H. C., Cestaro, L. A., 2016. Corredores ecológicos no Brasil: avaliação sobre os principais critérios utilizados para definição de áreas potenciais. *Caminhos de Geografia* 17, 16-33.
- Rodrigues, S. S., Salimon, C., Vital, S. R. O., 2017. Fragmentação florestal na Área de Proteção Ambiental de Tambaba, Paraíba, Brasil. *Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza* 1, 86-94.
- Rezzadori, T., Hartmann, M. T., Hartmann, P. A., 2016. Proximidade de rodovias pode influenciar a fragmentação florestal? Um estudo de caso no norte do Rio Grande do Sul. *Biotemas* 29, 21-28.
- Rotta, L., Viani, R. A. G., Rosário, V., 2016. Mudanças nas leis florestais e o impacto na restauração florestal e conectividade na paisagem. *Revista Cincia, Tecnologia & Ambiente* 4, 12-19.
- Sampaio, A. C. F., Germano, P. J. M. T., Angelis, B. L. D., Nocchi, M. J., 2018. Classificação ambiental dos fragmentos florestais da área rural do município de maringá-pr, brasil: primeiras etapas. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente* 11, 253-276.
- Saaty, Thomas L., 2008. Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences* 1, 83-98.
- Sales, J. C. A., Silva, D. C. C., Lourenço, R. W., 2017. Identificação de áreas prioritárias para conservação da avifauna na bacia hidrográfica do rio una, Ibiuna/SP. *Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais* 8, 128-142.
- Scaramuzza, C.A., Machado, R.B., Rodrigues, S.T., Ramos Neto, M. B., Pinagé, E.R., Diniz Filho, J.A.F., 2008. Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade em Goiás, in: Ferreira, L.G. (Org.), *A encruzilhada socioambiental – biodiversidade, economia e sustentabilidade no cerrado*. Editora da UFG, Goiânia. p. 13-66.

- SEMAS. Secretaria Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade, 2015. Bases de Cadastro Ambiental Rural (CAR). Belém.
- Scipioni, B., Mezzomo, M. D. M., Cornell, V. M., 2016. Identificação de áreas prioritárias para a conservação da natureza na bacia do rio mourão-pr, sob a perspectiva do planejamento da paisagem. *Geografia Ensino & Pesquisa* 20, 149-158.
- Silva, M. M., Oliveira, F. A., Santana, A. C., 2017. Mudanças socioambientais no uso da terra em Altamira, Amazônia Oriental. *Novos Cadernos Naea* 20, 181-202.
- Teixeira, L., Azevedo, F. D., Dalmas, F. B., Saad, A. R., Paranhos Filho, A. C., Andrade, M. R. M., 2018. Fragmentação da paisagem no município Bragança Paulista-SP. *Ciência Florestal* 28, 937 – 948.
- Valente, R. A.; Petean, F. C. S.; Vettorazzi, C. A., 2017. Análise multicriterial para priorização de áreas à restauração florestal. *CERNE* 23, 53-60.
- Winagraski, E., Deus, K. H. P., Marcelino, V. R., Oliveira Filho, P. C., 2018. Forest fragmentation on the national forest of irati bufferzone – Brazil. *Ciência e Natura* 40, 23-34.