

## Artigos

# Lógica Fuzzy na determinação de fragmentos florestais potenciais para coleta de sementes

Fuzzy logic in the determination of potential forest fragments for seed harvesting

Telma Machado de Oliveira Peluzio<sup>I</sup> , João Batista Esteves Peluzio<sup>I</sup> ,  
Karla Maria Pedra de Abreu<sup>I</sup> , Jéferson Luiz Ferrari<sup>I</sup> ,  
Sustanis Horn Kunz<sup>II</sup> , Nilton César Fiedler<sup>II</sup> ,  
Quênia Glória Ferreira Gandine<sup>I</sup> , Luciana de Souza Lorenzoni Paschoa<sup>II</sup> ,  
Marks Melo Moura<sup>II</sup> , Giselle Lemos Moreira<sup>III</sup> ,  
Rita de Cássia Freire Carvalho<sup>II</sup> , Stefania Marques Pimentel<sup>III</sup> ,  
Elvis Ricardo Figueira Branco<sup>II</sup> , Lucas Machado Peluzio<sup>IV</sup> ,  
Alexandre Rosa dos Santos<sup>II</sup> 

<sup>I</sup>Instituto Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil

<sup>II</sup>Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil

<sup>III</sup>Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI, Brasil

<sup>IV</sup>Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

## RESUMO

A floresta tropical é extremamente explorada e fragmentada, sendo imprescindível a coleta de sementes nativas, a fim de atender a crescente demanda para sua restauração e manutenção da biodiversidade. Dessa forma, objetiva-se selecionar fragmentos florestais potenciais com maior grau de conservação para a colheita de sementes, via utilização e associação da ecologia da paisagem à lógica Fuzzy. O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do rio Itapemirim. Foram realizadas as etapas de seleção e fotointerpretação das imagens; determinação do erro; aplicação dos índices métricos de ecologia da paisagem; aplicação da lógica *Fuzzy* em aplicativo computacional e validação da metodologia *in loco*. Foram determinados 7.515 fragmentos florestais, correspondendo a 19,21% da área de estudo, com 89,53% de acertos. Os fragmentos menores que 5 ha são os mais frágeis e possuem risco de extinção, enquanto os maiores que 300 ha possuem menor risco de extinção, mesmo com o aumento da borda. Com a aplicação da lógica *Fuzzy*, a média ficou entre 0,15, desvio padrão de 0,24 e o coeficiente de variação em 161,73 %. O Cenário 1 (FLONA de Pacotuba) possui 10,25% de famílias, 25,92 % de gêneros e 33,62% de espécies a mais que o Cenário 2 (PEAMA Ifes *Campus* de Alegre), entre os indivíduos identificados. A associação das técnicas de ecologia da paisagem e lógica *Fuzzy* possibilitou identificar os fragmentos em maior grau de conservação, com potencial para colheita de sementes florestais.

**Palavras-chave:** Mata Atlântica; Conservação da natureza; Geotecnologia; Sistema de informações geográficas



## ABSTRACT

---

The tropical forest is extremely exploited and fragmented, making it essential to collect native seeds to meet the growing demand for its restoration and maintenance of biodiversity. Thus, the objective is to select potential forest fragments with a higher degree of conservation for seed harvesting, through the use and association of landscape ecology with fuzzy logic. The study was carried out in the watershed of the Itapemirim river. The stages of selection and photointerpretation of the images were carried out; error determination; application of landscape ecology metric indices; application of fuzzy logic in a computational application and validation of the methodology in loco. 7,515 forest fragments were determined, corresponding to 19.21% of the study area, with 89.53% of hits. Fragments smaller than 5 ha are the most fragile and are at risk of extinction, while those larger than 300 ha have a lower risk of extinction, even with the increase in the edge. With the application of fuzzy logic, the mean was between 0.15, standard deviation of 0.24 and the coefficient of variation at 161.73%. Scenario 1 (FLONA of Pacotuba), has 10.25% of families, 25.92% of genera and 33.62% of species more than Scenario 2 (PEAMA Ifes Campus of Alegre), among the identified individuals. The association of landscape ecology techniques and fuzzy logic made it possible to identify fragments with a higher degree of conservation, with potential for harvesting forest seeds.

**Keywords:** Atlantic Forest; Conservation of nature; Geotechnology; Geographic information systems

## 1 INTRODUÇÃO

O bioma Mata Atlântica, um *hotspot* da natureza, encontra-se em risco de extinção, apresentando grande fragmentação florestal, em decorrência da sua exploração antrópica ao longo do período de colonização do Brasil até os dias atuais.

Numa tentativa de minimizar os problemas da fragmentação, tais como a dominância de algumas espécies, redução da biodiversidade, endogamia, redução do vigor, dentre outras, o governo brasileiro implantou requisitos legais para coleta e comercialização de sementes florestais (BRASIL, 2003); criando normas e, por consequência, o aumento da burocracia, que, em alguns casos, dificulta encontrar ambientes propícios que tenham sementes em quantidade e qualidade para atender a um mercado em expansão.

A fim de facilitar a escolha de ambientes propícios à coleta de sementes, a técnica de ecologia da paisagem, via suas métricas e inter-relações entre os elementos físicos da paisagem, auxilia no diagnóstico da biodiversidade, possibilitando a análise da sua estrutura. De forma a descrever os padrões, facilitando a preparação de



mapas contextualizados no tempo e espaço (SIQUEIRA; CASTRO; FARIA, 2013). A utilização de dados espaciais e não espaciais, que ao serem combinados em modelos matemáticos, permitem a simulação de cenários complexos por meio de Sistemas de Informação Geográficas (SIG), facilitando a tomada de decisões (PIROVANI; SILVA; SANTOS; CECÍLIO, 2014; SANTOS; RIBEIRO; PELUZIO; PELUZIO; QUEIROZ; BRANCO; LORENZON; DOMINGUES; MARCATTI; CASTRO; TEIXEIRA; SANTOS; MOTA; SILVA; VARGAS; CARVALHO; MACEDO; ARAÚJO; ALMEIDA, 2016).

Usualmente os modelos matemáticos adotam a lógica booleana que admite apenas os valores certo (1) e errado (0). Entretanto, é crescente a adoção de outras estratégias lógicas no intuito de melhorar a inserção de valores entre “0 e 1”, buscando padrões mais próximos da percepção humana, entre eles a lógica *Fuzzy* também conhecida como nebulosa, a qual possui diferentes funções de pertinência, as quais possibilitam avaliar a possibilidade de determinado elemento de um conjunto de dados pertencer a outro (ZADEH, 1965; SANTOS; RIBEIRO; PELUZIO; PELUZIO; QUEIROZ; BRANCO; LORENZON; DOMINGUES; MARCATTI; CASTRO; TEIXEIRA; SANTOS; MOTA; SILVA; VARGAS; CARVALHO; MACEDO; ARAÚJO; ALMEIDA, 2016).

A associação da técnica de ecologia da paisagem à lógica *Fuzzy* pode contribuir para o planejamento ambiental, pois ela gera uma redução de dados disponibilizados, sintetizando as camadas de entrada. Permitindo um novo agrupamento e classificação de forma a identificar locais em maior fragilidade ambiental, bem como com melhores potenciais para coleta de sementes florestais, favorecendo a restauração de habitats (SANTOS; RIBEIRO; PELUZIO; PELUZIO; QUEIROZ; BRANCO; LORENZON; DOMINGUES; MARCATTI; CASTRO; TEIXEIRA; SANTOS; MOTA; SILVA; VARGAS; CARVALHO; MACEDO; ARAÚJO; ALMEIDA, 2016; ZURSSA; MARTINS, 2022). Pelo exposto, este estudo objetiva selecionar fragmentos florestais potenciais com maior grau de conservação para a colheita de sementes.

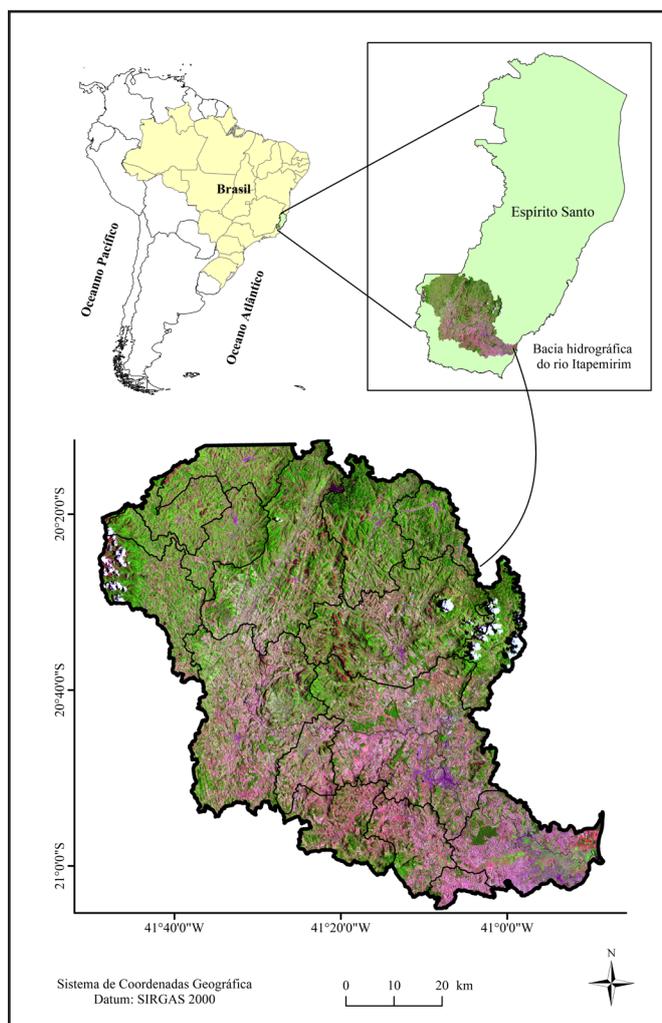


## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim (BHRI) localiza-se entre as latitudes de 20° 30' e 21°00' S e longitude de 41°00' e 41° 30' O, possui uma área de 5.913,69 km<sup>2</sup> (Fig. 1). Cujas delimitação foi obtida junto ao Sistema Integrado de Bases Espaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES, 2015). Encontrando-se nos domínios do Bioma Mata Atlântica, cuja vegetação devido a suas características é enquadrada nas classes de Floresta Ombrófila Densa Submontana e Montana; Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas e Submontana; e Formações Pioneiras (restingas e manguezais), abrangendo dezesseis cidades no estado do Espírito Santo (ES) e uma em Minas Gerais (MG) (IEMA, 2016).

Figura 1 – Bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES, Brasil



Fonte: Autores (2022)

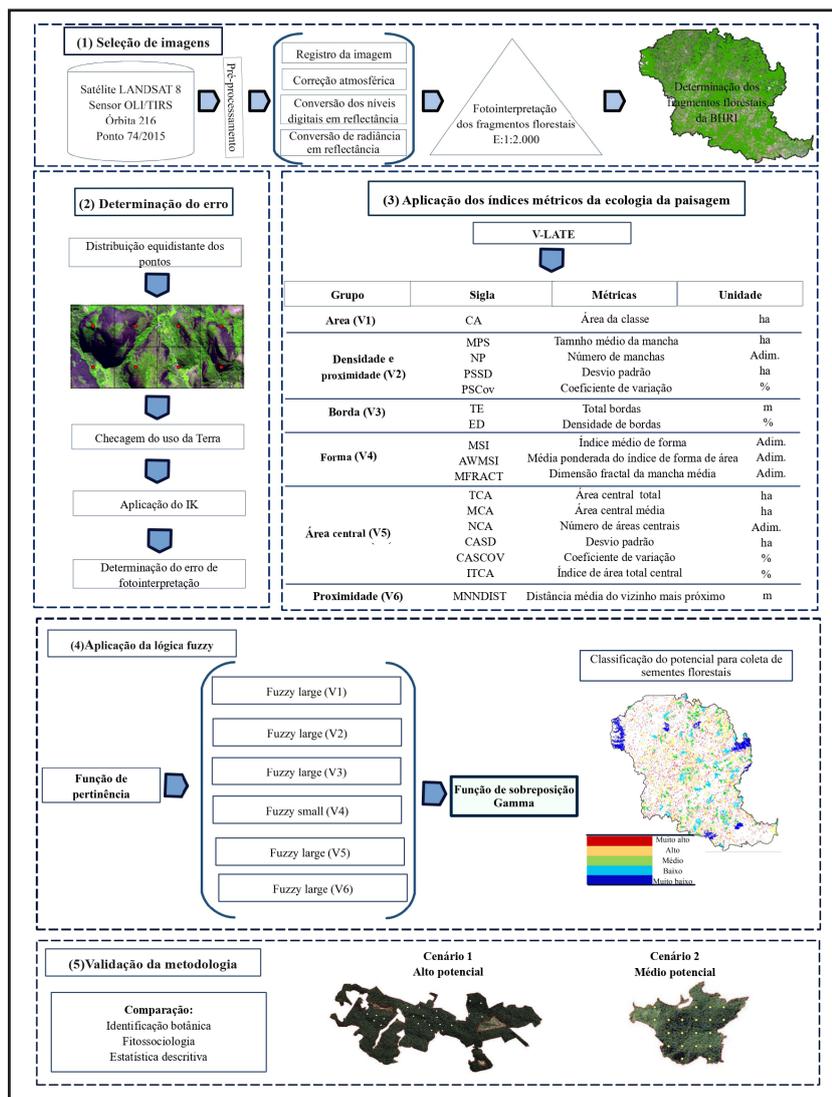


Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa e Am. Em que o tipo Cwa, caracterizado pelo inverno seco e verão chuvoso, se dá da porção intermediária da BHRI em direção ao Oeste, constituída por uma paisagem fortemente ondulada e montanhosa em direção à divisa com o estado de MG. Já o tipo Am é caracterizado por inverno seco em direção ao litoral (ALVARES; STAPE; SENTELHAS; GONÇALVES; SPAROVEK, 2014). A precipitação e temperatura média são de 1.200 mm e 24°C respectivamente (INCAPER, 2022).

## 2.2 Etapas metodológicas

O Fluxograma com as etapas metodológicas é mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma com as etapas metodológicas para determinação da seleção de fragmentos florestais potenciais para a colheita de sementes na BHRI, ES, Brasil



Fonte: Autores (2022)



### 2.2.1 Seleção de Imagens

A seleção das imagens do sensor *Landsat-8* (OLI/TIRS) foi realizada por intermédio do catálogo de imagens do Instituto *United States Geological Survey* (USGS, 2015), para o mês de janeiro de 2015, representativo do período de chuva, com boas condições atmosféricas e cobertura máxima de nuvens de 10% em cada cena, referentes à órbita 216 e ponto 074.

Posteriormente foi realizado o pré-processamento, englobando atividades de registro, conversão dos níveis digitais em radiância e conversão da radiância em reflectância.

O registro teve como referência o mosaico ortorretificado GeoCoover 2000 (NASA, 2015), em que se adotou o erro médio quadrado menor que 0,5 pixels. Para conversão dos níveis digitais em radiância, foi utilizada a técnica de subtração dos pixels escuros, proposto por Chavez (1988). Enquanto a conversão da radiância em reflectância meio da calibração dos sensores *Landsat-8* (PRICE, 1987).

Após o processamento das imagens, foi realizada a fotointerpretação em tela utilizando o aplicativo computacional *ArcGIS* 10.2.1, na escala cartográfica de 1:20.000. Similar ao estudo de Orlandi e Santos (2022).

### 2.2.2 Determinação do erro

De posse das áreas (km<sup>2</sup>) e perímetros (km) dos fragmentos florestais dos municípios da BHRI, foi realizada a análise dos erros, entre a imagem fotointerpretada *Landsat-8* e a imagem do satélite *RapiEye*, utilizada como verdade de campo com resolução espacial de 5 m (GEOBASES, 2015).

Para tal, utilizou-se uma grade de pontos distribuídos de forma sistemática e equidistantes (1 km). Sobre os quais foi realizada a checagem do uso e ocupação da terra, permitindo a geração de uma matriz de decisão sobre acertos e erros da fotointerpretação, via aplicação do Índice Kappa-IK (COHEN, 1960).



### 2.2.3 Aplicação dos índices métricos de ecologia da paisagem

Para aplicação dos índices métricos de ecologia da paisagem, os fragmentos florestais foram classificados por tamanho (Tabela 1).

Tabela 1- Classificação por tamanho dos fragmentos florestais

Símbolo	Classe	Tamanho (ha)
A	Muito pequeno	$\leq 4,99$
B	Pequeno	5 – 49,99
C	Grande	50 – 299,99
D	Muito grande	$\geq 300$

Fonte: Autores (2022)

Sobre os fragmentos foram realizadas a caracterização e quantificação estrutural referentes à análise da paisagem, utilizando o *V-LATE 2.0* (ESRI, 2015), por intermédio dos arquivos vetoriais poligonais, foram avaliadas as métricas de área, densidade e tamanho, borda, forma, área central e proximidade (Figura 2), e posteriormente foram determinados o tamanho médio dos fragmentos, o desvio padrão e o coeficiente de variação (PIROVANI; SILVA; SANTOS; CECÍLIO, 2014).

Para calcular as métricas de área central dos fragmentos florestais, foram utilizadas as distâncias de 40, 60, 80, 100, 140 e 200 m de borda.

### 2.2.4 Aplicação da lógica *Fuzzy*

Foram definidas as funções de pertinência para toda imagem matricial contínua referente às métricas da paisagem florestal avaliadas, representando para cada elemento do conjunto um grau de certeza, que varia entre 0 e 1. O maior Fragmento Florestal Potencial para Colheita de Semente (FFPCS) será indicado quando o valor real da variável assume 1, e nulo quando o valor real da variável assume 0. De tal forma, que o tipo de sobreposição indica o método que combina os dados com base na análise da teoria de conjuntos.



Na modelagem dos FFPCS, as variáveis das métricas da ecologia da paisagem exercem influência sobre o potencial espacial do fragmento, sendo necessária a utilização de funções de pertinência específicas, de tal forma que possibilitem uma análise de sobreposição futura por meio do operador *Fuzzy Gamma*. O qual indica a possibilidade da célula da imagem matricial de uma variável ser um membro de cada conjunto *Fuzzy* das demais variáveis pelos critérios múltiplos de entrada

A função de pertinência *Fuzzy Small* - Equação (1) foi aplicada sobre as métricas de forma e proximidade. Enquanto sobre as métricas de área, densidade, borda e área central aplicou-se a função *Fuzzy Large* - Equação (2), por representar a variação gradual em torno da imagem matricial com valores de entrada menores, com maior possibilidade ser um membro do conjunto e assumir valor 1.

$$\mu(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x}{c}\right)^a} \quad (1)$$

$$\mu(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x}{c}\right)^{-a}} \quad (2)$$

Em que:  $\mu(x)$  = grau de pertinência da *Fuzzy Small* e *Fuzzy Large* a partir das variáveis;  $a$  = inclinação da curva;  $-a$  = inclinação da curva,  $c$  = o valor no ponto médio, cujo valor de  $\mu(x)$  é 0,5.

A fim de obter um produto algébrico da sobreposição, é aplicado o operador *Fuzzy Gamma* - Equação (3), que é um produto algébrico do *Fuzzy Sum* e *Fuzzy Product*.

$$\mu(x) = \{1 - \prod_{i=1}^n (1 - \mu_i)\}^\gamma * \{\prod_{i=1}^n \mu_i\}^{1-\gamma} \quad (3)$$

Em que:  $\mu(x)$  = valor de associação *Fuzzy* para  $i = 1, 2, 3, \dots, 5$ ;  $n$  corresponde a camada de dados raster, ou seja, o número de variáveis no estudo;  $\gamma$  = coeficiente com valores entre 0 e 1.

O coeficiente foi definido pelo valor padrão de 0,9, para alcançar o efeito combinado entre o total e o produto *Gamma*. Entretanto, vale salientar que as



variáveis obtidas com objetivo de identificar os FFPCS foram geradas utilizando todos os fragmentos conjuntamente sem distinção de classes e posterior ranqueamento.

### 2.2.5 Validação da metodologia

Após a seleção dos FFPCS, por intermédio da lógica *Fuzzy*, foram selecionados dois fragmentos que atendessem aos seguintes critérios: pertencer à classe de alto e médio potencial para colheita de sementes; possuírem a mesma classificação florestal no Bioma de Mata Atlântica (Floresta Estacional Semi Decidual), e fácil logística, os quais foram intitulados de Cenário 1 e 2.

Nos fragmentos selecionados, foram realizados os levantamentos Fitossociológicos, empregando o método de amostragem em parcelas (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974). Sendo alocadas 21 parcelas de 20 x 20 m. Foram amostrados todos os indivíduos arbóreos com Diâmetro a Altura do Peito (DAP) igual ou superior a 5 cm.

As amostras coletadas foram secas em estufa de madeira por 72 h a 65°C, no laboratório de Botânica do Ifes Campus de Alegre. Em seguida, os exemplares foram identificados com auxílio de bibliografia especializada e comparações com os materiais contidos nas exsicatas do Herbário VIES (Universidade Federal do Espírito Santo), e consultas a especialistas.

Para circunscrição das espécies nas respectivas famílias botânicas, foi adotado o sistema de classificação *Angiosperm Phylogeny Group* (APG IV, 2016). A confirmação dos nomes científicos e dos respectivos autores foi embasada na lista da flora do Brasil (FORZZA; BAUMGRATZ; BICUDO; CARVALHO JR; COSTA; COSTA; HOPKINS; LEITMAN; LOHMANN; MAIA; MARTINELLI; MENEZES; MORIM; COELHO; PEIXOTO; PIRANI; PRADO; QUEIROZ; SOUZA; STEHMANN; SYLVESTRE; WALTER; ZAPPI, 2012).

Para a determinação da similaridade de espécies arbóreas entre os Cenários 1 e 2, utilizou-se o índice qualitativo de dissimilaridade de Bray-Curtis, em que foram comparados às espécies identificadas até gênero ou família. Os indivíduos comuns às duas



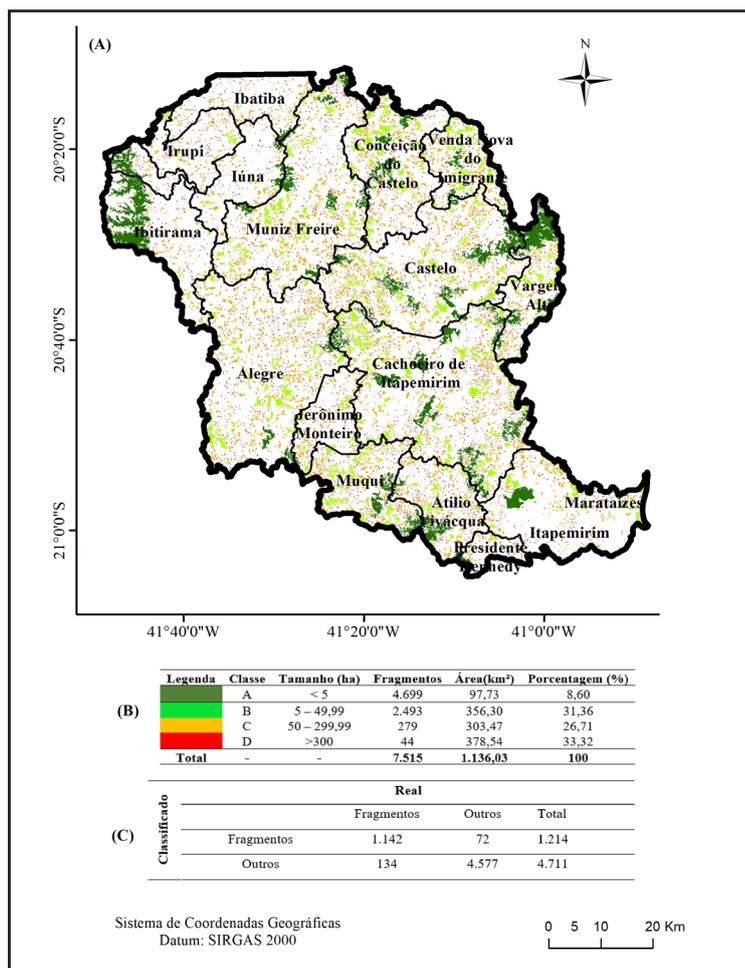
áreas receberam a mesma nomenclatura. Para o cálculo do índice, foi utilizado o aplicativo computacional *Paleontological Statistics 3.0 (PAST)* (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

A fim de avaliar a dispersão espacial das espécies, foi aplicado o índice de Payandeh (SOUZA; SOARES, 2013), desconsiderando todas as espécies que apresentaram apenas 1 indivíduo.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram determinados 7.515 fragmentos florestais, ocupando 1.136,03 km<sup>2</sup>, equivalente a 19,21% da área total da BHRI (Figura 3).

Figura 3 – (A) Fragmentação florestal por classes de tamanho que compõem a BHRI, ES referente ao ano de 2015, (B) tabela de ocupação dos fragmentos na área de estudo, (C) tabela de matriz de erro



Fonte: Autores (2022)



Em que a análise da matriz de erros pelo IK apresentou 89,53% de acertos, valores considerados excelentes (SANTOS; RIBEIRO; PELUZIO; PELUZIO; QUEIROZ; BRANCO; LORENZON; DOMINGUES; MARCATTI; CASTRO; TEIXEIRA; SANTOS; MOTA; SILVA; VARGAS; CARVALHO; MACEDO; ARAÚJO; ALMEIDA, 2016).

Considerando a área total de cobertura florestal, a classe referente aos fragmentos muito grande apesar de possuir o menor quantitativo de fragmentos, apresentam a maior área de ocupação, que no presente estudo concentram-se em regiões de maior altitude e difícil acesso.

Dentre os fragmentos florestais da classe D, existem sete com mais de 1.000 ha. O maior corresponde ao Parque Nacional do Caparaó e adjacências (5.190,47 ha), e os Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul e adjacências (4.869,25 ha).

Apesar da BHRI apresentar boa cobertura florestal, próximos aos encontrados por Santos, Ribeiro, Peluzio, Peluzio, Queiroz, Branco, Lorenzon, Domingues, Marcatti, Castro, Teixeira, Santos, Mota, Silva, Vargas, Carvalho, Macedo, Araújo e Almeida (2016), e refletindo a situação do restante do estado do Espírito Santo, que é de 23% em média (SFB, 2019), há discrepância quando se avalia a cobertura vegetal entre os municípios da bacia de forma individualizada, a um desvio padrão de 10,59%; que pode ser atribuído ao tipo de relevo e da matriz econômica da localidade, que é influenciada pela pastagem e cafeicultura (PELUZIO; PELUZIO; FERRARI; STURIÃO; JAEGGI, 2020).

Nota-se que a fragmentação é bem intensa na região, fato comum no bioma Mata Atlântica, em que mais de 80% dos fragmentos florestais possuem menos de 50 ha de área (SILVA; SANTOS; SILVA; PELUZIO; FIEDLER; ZANETTI, 2015; PIROVANI; SILVA; SANTOS; CECÍLIO, 2014; SANTOS; RIBEIRO; PELUZIO; PELUZIO; QUEIROZ; BRANCO; LORENZON; DOMINGUES; MARCATTI; CASTRO; TEIXEIRA; SANTOS; MOTA; SILVA; VARGAS; CARVALHO; MACEDO; ARAÚJO; ALMEIDA, 2016).

A aplicação dos índices métricos de ecologia da paisagem (Tabela 2) evidenciou que o tamanho dos fragmentos florestais influencia nas condições ecológicas dos fragmentos florestais.



Os fragmentos de tamanhos menores (classe A) ocorrem em maior quantidade, apesar de ocuparem menores áreas totais. As classes B, C e D tiveram aumento do MPS em 687,02%, 5.229,33% e 41.361% em relação à classe A. Evidenciado a maior fragilidade dos fragmentos menores que 5 ha, que correm grande risco de extinção.

Tabela 2 – Índices de ecologia da paisagem calculados para os fragmentos florestais nos limites da BHRI, ES, Brasil

Métricas	Índices	Unidade	Classes de tamanho			
			A	B	C	D
Área	CA	Hectare(ha)	9.772,53	35.630,00	30.346,83	37.853,50
	NP	Adimensional (Adim.)	4.699,00	2.493,00	279	44
Densidade/ tamanho	MPS	Hectare(ha)	2,08	14,29	108,77	860,31
	PSSD	Hectare(ha)	1,26	10,01	63,06	1.004,88
	PSCoV	Porcentagem (%)	60,8	70,07	57,97	116,8
Forma	MSI	Adimensional (Adim.)	1,44	1,8	3,24	6,1
	MPAR	Adimensional (Adim.)	0,07	0,02	0,01	0,01
	MFRAC	Adimensional (Adim.)	1,35	1,31	1,35	1,38
Área Central*	TCA	Hectare(ha)	625	4.344	7.555	15.320
	MCA	Hectare(ha)	0,50	12,00	28,60	285,80
	NCA	Adimensional (Adim.)	5.366	14.287	2.294	431,00
	CASD	Hectare(ha)	0,41	2,00	19,80	197,40
	CASCOV	Porcentagem (%)	90,63	95,41	83,4	75,80
	ITCA	Porcentagem (%)	2,6	12,00	24,80	40,40
Borda	TE	Metro (m)	3.284.454,48	5.978.021,75	3.350.574,06	2.872.262,69
	ED	(m.ha <sup>-1</sup> )	336,09	167,78	110,41	75,88
Proximidade	MNNDIST	Metro(m)	298,91	305,02	750,33	1.766,36

Fonte: Autores (2022)

Em que: \* dados médios; CA (área de todas as manchas); NP (número de manchas); MPS (tamanho médio); PSSD (desvio padrão do tamanho); PSCoV (coeficiente de variação do tamanho); MSI (índice de forma médio); MPAR (índice de forma médio ponderado pela área); MFRAC (dimensão fractal da mancha média); TCA (Total de área central); MCA (Média de área central); NCA (Número de área central); CASD (Desvio padrão de área central); CASCOV (Coeficiente de variação de área central), ITCA (índice de área central); TE (total de bordas); ED (densidade de borda); e MNNDIST (distância média do vizinho mais próximo).

O grau de isolamento dos fragmentos, expresso pela distância média do vizinho mais próximo (MNNDIST), apresentou resultado crescente da classe A a D,



ou seja, quanto menor o fragmento em tamanho, mais próximos são os vizinhos.

O efeito sobre a área central do fragmento florestal foi coerente aos resultados das demais métricas, em que aumentando a distância da borda há maior exposição do fragmento às ações antrópicas e conseqüentemente maior risco à sobrevivência do habitat. À medida que ocorre aumento da área de borda, há redução dos índices de área central total, do total de área central, do número de áreas centrais e do tamanho da área central média. Ou seja, os fragmentos da classe A tornam-se vulneráveis, e a partir da borda de 120 m eles deixam de existir. Enquanto, as demais classes continuam existindo, apesar da redução do tamanho de sua área.

Também é notório o predomínio de maior cobertura vegetal em áreas de relevo acidentado, em decorrência da dificuldade de acesso, custo operacional e manejo, o que influencia na presença de maior quantitativo numérico da classe A. Entretanto, o mesmo não ocorre na extensão territorial, haja visto que, apesar de menor número de fragmentos, a classe D ocupa maior extensão territorial. Situações e valores similares foram encontrados na região por outros autores (PIROVANI; SILVA; SANTOS; CECÍLIO, 2014; SANTOS; RIBEIRO; PELUZIO; PELUZIO; QUEIROZ; BRANCO; LORENZON; DOMINGUES; MARCATTI; CASTRO; TEIXEIRA; SANTOS; MOTA; SILVA; VARGAS; CARVALHO; MACEDO; ARAÚJO; ALMEIDA, 2016).

Os remanescentes florestais de menor tamanho cumprem funções relevantes ao longo da paisagem, podendo funcionar como elementos de ligação, trampolins ecológicos entre as grandes áreas, possibilitando a manutenção da biodiversidade e de processos ecológicos em larga escala e atuar como refúgio para espécies (ABREU; SILVA; SILVA, 2013; MACLEAN; CONGALTON, 2015).

Entretanto, a alta presença de pequenos fragmentos é preocupante, pois representa uma ameaça para a conservação da biodiversidade na área de estudo, pelo efeito de borda (PIROVANI; SILVA; SANTOS; CECÍLIO, 2014; WISTRÖM; NIELSEN, 2016), em que maior exposição à ação antrópica ocasiona o desenvolvimento de espécies generalistas, predadoras e parasitas invasoras (MACLEAN; CONGALTON,

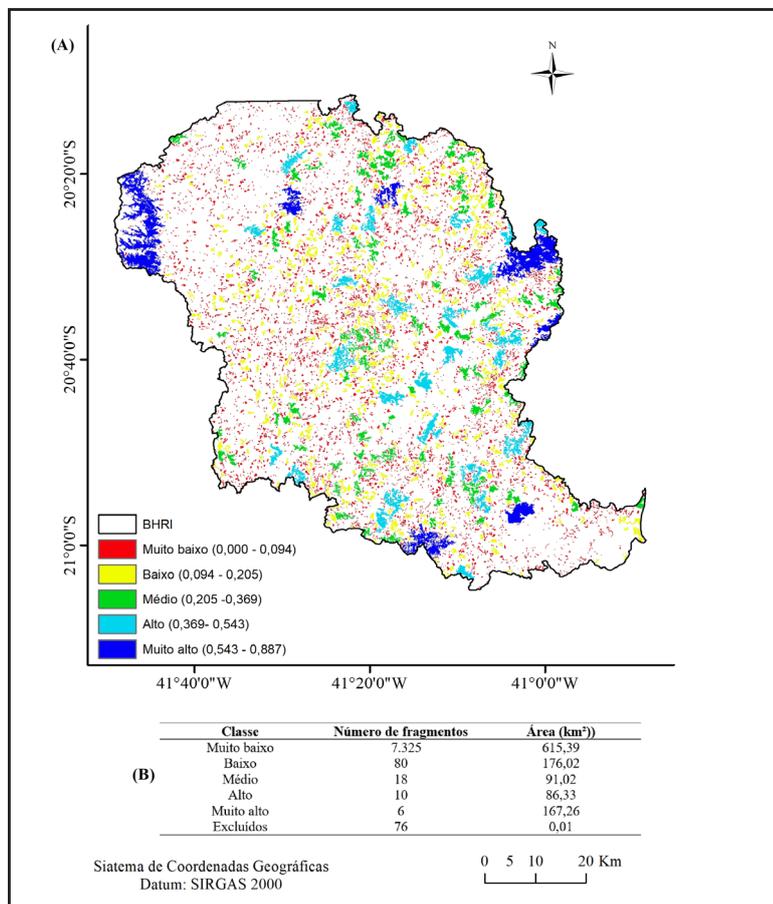


2015), causando uma série de distúrbios aos fragmentos florestais, desde a perda de funcionalidade até ocasionar a sua extinção (MAGNAGO; EDWARDS; EDWARDS; MAGRACH; MARTINS; LAURANCE; 2014).

A manutenção de fragmentos em áreas maiores facilita a preservação ambiental, em decorrência da maior diversidade, bem como a possibilidade de existência de espécies raras (LORENZONI-PASCHOA; ABREU; SILVA; DIAS; MACHADO; SILVA, 2019). Contudo, a manutenção e expansão dos diferentes tamanhos dos fragmentos florestais está relacionado a sua capacidade de conexão (KOOL; MOILANEN; TREML, 2013; SILVA; SANTOS; SILVA; PELUZIO; FIEDLER; ZANETTI, 2015).

A classificação dos fragmentos com maior possibilidade FFPCS, após a aplicação da Lógica Fuzzy são apresentados na Figura 4.

Figura 4 – Classificação dos fragmentos florestais potenciais para coleta de sementes florestais na BHRI, ES, Brasil (A), e a tabela de distribuição das classes (B)



Fonte: Autores (2022)



A aplicação da lógica *Fuzzy* por intermédio da função *Small* sobre as métricas da ecologia da paisagem de forma e proximidade (ED, MSI, MFRACT e MNNDIST), e da função *Large* sobre as variáveis área, densidade e tamanho, borda e área central (CA, CAI e TCA), propiciou um agrupamento coerente, condizente com as características ecológicas do ambiente. Já a aplicação da função *Gamma* possibilitou novo agrupamento, identificando os ambientes com maior possibilidade de FFPCS.

Apenas 16 fragmentos possuem Muito alta e Alta capacidade como fornecedores de sementes florestais, o que equivale a 22,32% da área florestada, enquanto as demais categorias correspondem a 77,68%. Fazendo com que a classe de médio potencial para coleta de sementes florestais situe-se entre os valores 0,11 e 0,21, ocasionando um grande desvio padrão (0,24) e alto coeficiente de variação (161,73%).

A análise pela lógica *Fuzzy* das métricas da ecologia da paisagem pode ser observada em vários estudos, como projeção de fluxos ecológicos (LI; CHEN; CAI; LI, 2015; PIERIK; DELL'ACQUA; CONFALONIERI; BOCCHI; GOMARASCA, 2016); possibilitando o melhor equacionamento das características físicas, bióticas e antrópicas do meio ambiente (FRANÇA; BRESSANE; SILVA; PECHE FILHO; MEDEIROS; RIBEIRO; ROVEDA; ROVEDA, 2014). Entretanto, para o estudo proposto, não se encontrou nenhuma pesquisa.

A reclassificação dos FFMPCS da BHRI, ES, por intermédio da utilização da lógica *Fuzzy* e suas funções de pertinência *Small* e *Large* foram coerentes; pois, permitiram representar a variação gradual em torno da imagem matricial, de forma a respeitar os critérios ecológicos das métricas da paisagem, sem subjetividade antrópica. O que foi evidenciado na análise *in loco* dos dois Cenários selecionados para a validação metodológica (Tabela 3).



Tabela 3 – Comparação do levantamento florístico e fitossociológico entre os Cenários 1 e 2

	Índices	Cenário 1	Cenário 2
Florística / Fitossociologia	Número de famílias	40	40
	Número de gêneros	103	92
	Número de espécies	172	135
	Número de indivíduos	1.670	1.526
	AB.ha <sup>-1</sup>	33,753	28,80
	Ni.ha <sup>-1</sup>	1.989	1.814
	GE - PI (%)	4,67	7,78
	GE - SI (%)	17,29	25,15
	GE - ST (%)	22,90	21,56
	GE - NC (%)	42,99	43,11
	NP (%)	7,01	1,79
	Pi - A	166	87
	Pi - T. Agru	43	72
	Pi - Agru	8	11

Fonte: Autores (2022)

Em que: Área basal por ha (AB.ha<sup>-1</sup>); número de indivíduos por ha (Ni.ha<sup>-1</sup>); Grupo Ecológico (GE); Pioneiras (PI); Secundária Inicial (SI); Secundária Tardia (ST); Não Classificada (NC); Não Pioneira (NP); Índice de Dispersão de Payandeh (Pi); aleatórios (A); Tendência ao Agrupamento (T. Agru); Agrupado (Agru).

A validação metodológica, por intermédio da comparação da riqueza florística, entre o Cenário 1, representado pelo fragmento florestal da Floresta Nacional de Pacotuba e adjacências com 699,28 ha, e Cenário 2 pelo fragmento florestal do Polo de Educação Ambiental da Mata Atlântica do Ifes Campus de Alegre e adjacências com 99,36 ha, os quais ocupam respectivamente as posições de 15° (alto) e 55° (baixo) na classificação geral, indica que quanto maior o tamanho do fragmento, maior a sua riqueza.

O levantamento fitossociológico dos Cenários permitiu inferir que, entre os indivíduos identificados, o Cenário 1 possui maior número de indivíduos (8,63 %), número de espécies (21,51 %), gêneros (10,68 %), que o Cenário 2, apesar de ambos possuírem o mesmo número de famílias botânicas.



A similaridade qualitativa entre os Cenários 1 e 2 pelo Índice de Bray Curtis apresenta baixo valor (28,82%), ou seja, apesar da pouca distância relativa entre os Cenários (20 km), muitas espécies estão restritas aos fragmentos. Entretanto, vale ressaltar que 56 espécies (18,24%), 50 gêneros (25,64%) e 29 famílias (58%) são comuns aos dois Cenários.

O Índice de Payandeh identificou que o padrão de distribuição espacial das espécies florestais do Cenário 1 apresenta 61,19% a mais de aleatoriedade, 10% a menos de tendência ao agrupamento e 47,89% a menos de agrupamentos que o Cenário 2, indicando melhor distribuição das espécies nos fragmentos, quando se almeja a coleta de sementes.

O levantamento das espécies existentes nos fragmentos florestais 1 e 2 permite afirmar que o Cenário 1 possui maior riqueza que o 2. Cujos valores obtidos referentes às suas características florísticas e fitossociológicas são similares aos encontrados em outros estudos (ABREU; SILVA; SILVA, 2013; SILVA; SANTOS; SILVA; PELUZIO; FIEDLER; ZANETTI, 2015; LORENZONI-PASCHOA; ABREU; SILVA; DIAS; MACHADO; SILVA, 2019).

As diferenças entre os Cenários 1 e 2 podem ser atribuídas a sua localização, ecologia e fisiologia de cada espécie, e o histórico de perturbações do fragmento associados às variáveis ambientais (ABREU; SILVA; SILVA, 2013; SILVA; SANTOS; SILVA; PELUZIO; FIEDLER; ZANETTI, 2015; SANTOS; RIBEIRO; PELUZIO; PELUZIO; QUEIROZ; BRANCO; LORENZON; DOMINGUES; MARCATTI; CASTRO; TEIXEIRA; SANTOS; MOTA; SILVA; VARGAS; CARVALHO; MACEDO; ARAÚJO; ALMEIDA, 2016).

Para a coleta de sementes florestais, é desejável o não agrupamento das espécies, o que é pouco comum em florestas tropicais, em que há predomínio do padrão de distribuição agregado, devido ao tipo de dispersão e disponibilidade de recursos comuns (FREITAS; MAGALHÃES, 2014).

Nesse contexto, a distribuição espacial dos indivíduos arbóreos do Cenário 1 possui características mais desejáveis que o Cenário 2, quando se almeja a coleta de sementes, em decorrência da maior aleatoriedade das espécies. Atendendo assim



a determinação legal de 50 m entre matrizes, contribuindo com a manutenção da diversidade genética. Ou seja, o método empregado permitiu a escolha de fragmentos potenciais para coleta de sementes, o que foi atestado pela validação ao se comparar os dois cenários.

## 4 CONCLUSÕES

A associação de técnicas de fotointerpretação de imagens, análise ecológica da paisagem e lógica Fuzzy permitiram avaliar o tamanho da fragmentação florestal, os índices de métricas da paisagem florestal e fragmentos florestais potenciais para colheita de sementes, de forma a contribuir na elaboração de planos de manejo público e privado na gestão da Mata Atlântica.

A lógica Fuzzy foi eficaz na determinação de fragmentos potenciais para coleta de sementes florestais com maior grau de conservação, baseada na determinação da riqueza dos fragmentos e não na diversidade.

A metodologia pode ser adaptada para outras zonas e diferentes biomas do País.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo- Campus de Alegre. A Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES). Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal do Espírito Santo. Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)/ Floresta Nacional de Pacotuba.

## REFERÊNCIAS

ABREU, K. M. P.; SILVA, G. F. da; SILVA, A. G. da. Análise fitossociológica da floresta Nacional de Pacotuba, Cachoeiro de Itapemirim, ES – Brasil. **CERNE**, Lavras, v.19, n.1, Jan./Mar.2013.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. **Koppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.



ANDRADE, A. de S.; RIBEIRO, S. C. A.; PEREIRA, B. W. F.; BRANDÃO, V. V. P. Fragmentação da vegetação da bacia hidrográfica do Rio Marapanim, nordeste do Pará. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 406-420, abr./jun. 2020.

APG IV. Na update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanic Journal of the Linnean Society**, Londres, n.181, p. 1-20, maio, 2016.

BRASIL. **Lei nº10.711, de 5 de agosto de 2003**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/civil\\_03/leis/2003/L10.711.htm](http://www.planalto.gov.br/civil_03/leis/2003/L10.711.htm). Acesso em: 30 de junho de 2016.

COHEN, J. A coefficient of agreement for nominal scale. **Educational and measurement**, Nova York, v. 20, n.1, p.3-46, 1960.

ESRI. **V-LATE**. Disponível em: <http://downloads2.esri.com/gallery/downloads/baddba24-1422-2418-88a6-da64f6a00dd.zip>. Acessado em 25 mar. de 2016.

FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CARVALHO JR., A. A.; COSTA, A.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMANN, L. G.; MAIA, L. C.; MARTINELLI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; COELHO, M. A. N.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. S.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Vol. 1. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2012.

FRANÇA, L. V. G.; BRESSANE, A.; SILVA, F. N.; PECHE FILHO, A.; MEDEIROS, G. A.; RIBEIRO, A. I.; ROVEDA, J. A. F.; ROVEDA, S. R. M. M. Modelagem Fuzzy Aplicada à Análise da Paisagem: Uma proposta para o diagnóstico ambiental participativo. **Technological and Environmental Science**, Sorocaba, v.3, n.3, p.124-141, 2014.

FREITAS, W. K. de; MAGALHÃES, L. M. S. Florística, diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual da Serra da Concórdia, RJ. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 2, p. 259 - 270, abr./jun., 2014. DOI: <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2014v3i3.p124-141>

GEOBASES. **Banco de dados**. Disponível em: <http://www.geobases.nes.gov.br/portal/2015>. Acesso em: 06 de jun. de 2020.

HAMMER, Ř.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, Oslo, v.4, n.1, p.9, maio, 2001.

HURST, Z. M.; MCCLEERY, R. A.; COLLIER, B. A.; FLETCHER JR, R. J.; SILVY, N. J.; TAYLOR, P. J.; MONADJEM, A. Dynamic edge effects in small mammal communities across a conservation-agricultural interface in Swaziland. **Plos One**, San Francisco, n.8, v. 9, p. 1–9, set., 2013.

IEMA. Municípios do Espírito Santo. Disponível em: <http://agerh.es.gov.br/>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2016.

INCAPER. **Climatologia**. 2022. Disponível em: <https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica>. Acesso em: 21 de fev. de 2022.



KOOL, J. T.; MOILANEN, A.; TREML, E. A. Population connectivity: recent advances and new perspectives. **Landscape Ecology**, Londres, v. 28, n.2, p.165–185, dez., 2013.

LI, W.; CHEN, Q.; CAI, D.; LI, R. Determination of an appropriate ecological hydrograph for a rare fish species using an improved fish habitat suitability model introducing landscape ecology index. **Ecological Modelling**, v.311, p. 31–38, 2015.

LORENZONI-PASCHOA, L. S.; ABREU, K. M. P.; SILVA, G. F.; DIAS, H. M.; MACHADO, L. A.; SILVA, R. D. Estágio sucessional de uma floresta estacional semidecidual secundária com distintos históricos de uso do solo no sul do Espírito Santo. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 70, e02702017, p.1-18, 2019.

MACLEAN, M. G.; CONGALTON, R. G. A comparison of landscape fragmentation analysis programs for identifying possible invasive plant species locations in forest edge. **Landscape Ecology**, Londres, v.30, n.7, p.1241–1256, fev., 2015.

MAGNAGO, L. F. S.; EDWARDS, D. P.; EDWARDS, F. A.; MAGRACH, A.; MARTINS, S. V.; LAURANCE, W. F. Functional attributes change but functional richness in unchanged after fragmentation of Brazilian Atlantic forests. **Journal of ecology**. Londres, n. 102, p. 475-485, dez., 2014.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Wiley, 1974. 547 p.

ORLANDI, M. J. P; SANTOS, J. F. dos. Análise espacial da fragmentação florestal em região extremo-sul da Bahia. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, n.3, p. 109-125, set. 2022.

PELUZIO, T. M. O.; PELUZIO, J. B. E.; FERRARI, J. L.; STURIÃO, A. P.; JAEGGI, M. E. P. C. Uso da geotecnologia para o mapeamento da cafeicultura no Caparaó capixaba. **Revista Ifes Ciência**, Vitória, v. 6, n.4, p. 92-104, nov./dez., 2020.

PIERIK, M. E.; DELL'ACQUA, M.; CONFALONIERI, R.; BOCCHI, S.; GOMARASCA, S. Designing ecological corridors in a fragmented landscape: A fuzzy approach to circuit connectivity analysis. **Ecological Indicators**, v.67, p. 807–820, mar./abr.,2016.

PIROVANI, D. B.; SILVA, A. G.; SANTOS, A. R. dos; CECÍLIO, R. A. Análise espacial de fragmentos florestais na bacia do rio Itapemirim, ES. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.2, p.271-281, mar./abr., 2014.

SANTOS, A. R. dos; RIBEIRO, C. A. A.; PELUZIO, T. M. O.; PELUZIO, J. B. E.; QUEIROZ, V. T.; BRANCO, E. R. F.; LORENZON, A. S.; DOMINGUES, G. F.; MARCATTI, G. E.; CASTRO, N. L. M. de; TEIXEIRA, T. R.; SANTOS, G. M. A. D. A.; MOTA, P. H. S.; SILVA, S. F.; VARGAS, R.; CARVALHO, J. R.; MACEDO, L. L.; ARAÚJO, C. S.; ALMEIDA, S. L. H. GEOTECHNOLOGY and landscape ecology applied to the selection of potential forest fragments for seed harvesting. **Journal of Environmental Management**, Londres, v. 183, n.3, p. 1050-1063, dez., 2016.

SFB. **Inventário Florestal Nacional: Principais resultados-Espírito Santo**. MAPA, Brasília, 2019, 89p.



SILVA, K. G.; SANTOS, A. R. dos; SILVA, A. G. da; PELUZIO, J. B. E.; FIEDLER, N. C.; ZANETTI, S. S. Análise da dinâmica espaço-temporal dos fragmentos florestais da sub-bacia hidrográfica do rio Alegre, ES. **CERNE**, Lavras, v.21, n.2, p.311-318, mar./abr., 2015.

SIQUEIRA, M. N.; CASTRO, S. S.; FARIA, K. M. S. Geografia e ecologia da paisagem: pontos para discussão. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, v.25, n.3, p. 557-566, set./dez., 2013.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas Nativas**: estrutura, dinâmica e manejo. Ed.UFV, Viçosa, 2013. 322p.

USGS. **United States Geological Survey: Landsat 8. 2015**. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 07 de fevereiro de 2017.

WISTRÖM, B.; NIELSEN, A. B. Decisive environmental characteristics for woody regrowth in forest edges – Patterns along complex environmental gradients in Southern Swenden. **Forest Ecology and Management**, Londres, v. 363, n1., p.47-62, mar., 2016.

ZADEH, L. A. Fuzzy Sets. **Information and Control**, Olomouc, v. 8, n. 3, p. 338-353, 1965.

ZURSSA, L. R. M.; MARTINS, A. C. G. Análise automática do uso do solo no entorno de rodovias usando uma abordagem fuzzy. **Trends in computacional and applied mathematics**, v. 23, n.2, 2022.

## Contribuição de Autoria

### 1 Telma Machado de Oliveira Peluzio

Engenheira Florestal, Doutora em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0003-0462-9239> • tmpeluzio@ifes.edu.br

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Validação de dados e experimentos; Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição

### 2 João Batista Esteves Peluzio

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento

<https://orcid.org/0000-0002-2006-9887> • jbpeluzio@gmail.com

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Recebimento de financiamento; Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição



### **3 Karla Maria Pedra de Abreu**

Bióloga, Doutora em Ecologia e Recursos Naturais

<https://orcid.org/0000-0002-2747-9758> • Karla.abreu@ifes.edu.br

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Design da apresentação de dados; Validação de dados e experimentos; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição

### **4 Jéferson Luiz Ferrari**

Ciências Agrícolas, Doutor em Produção Vegetal

<https://orcid.org/0000-0001-5663-6428> • ferrarijl@ifes.edu.br

Contribuição: Conceitualização; Análise de dados; Pesquisa; Visualização; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição

### **5 Sustanis Horn Kunz**

Bióloga, Doutora em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0001-6937-7787> • sustanis@gmail.com

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Validação de dados e experimentos; Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição

### **6 Nilton César Fiedler**

Engenheiro Florestal, Doutor em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0002-4376-3660> • fiedler@pq.cnpq.br

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição

### **7 Quênia Glória Ferreira Gandine**

Bióloga, Mestre em Produção Vegetal

<https://orcid.org/0009-0000-3342-7623> • qgferreira@gmail.com

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Design da apresentação de dados



## **8 Luciana de Souza Lorenzoni Paschoa**

Bióloga, Doutora em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0002-4333-1622> • lucianaloren27@gmail.com

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original

## **9 Marks Melo Moura**

Engenheiro Florestal, Doutor em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0002-2964-8527> • marksmoura@yahoo.com.br

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Design da apresentação de dados

## **10 Giselle Lemos Moreira**

Engenheira Florestal, Doutora em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0002-2219-7882> • celly\_eng.florestal@hotmail.com

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise formal; Investigação; Metodologia; Design da apresentação de dados

## **11 Rita de Cássia Freire Carvalho**

Engenheira Florestal, Doutoranda em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0003-1912-2430> • freirecarvalhor@gmail.com

Contribuição: Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição

## **12 Stefania Marques Pimentel**

Engenheira Florestal, Mestre em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0009-0007-7343-4802> • Stefania.Marques@hotmail.com

Contribuição: Análise de dados; Pesquisa; Metodologia

## **13 Elvis Ricardo Figueira Branco**

Engenheiro Florestal, Mestre em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0002-3854-9002> • elvisflorestal@hotmail.com

Contribuição: Análise de dados; Pesquisa; Design da apresentação de dados; Metodologia



#### 14 Lucas Machado Peluzio

Graduando em Engenharia de Produção

<https://orcid.org/0009-0003-7160-6499> • lucas.peluzio@ufv.br

Contribuição: Análise de dados; Pesquisa; Design da apresentação de dados; Metodologia

#### 15 Alexandre Rosa dos Santos

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola

<https://orcid.org/0000-0003-2617-9451> • alexandre.santos@pq.cnpq.br

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Recebimento de financiamento; Metodologia; Administração do projeto; Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição

### Como citar este artigo

PELUZIO, T. M. O.; PELUZIO, J. B. E.; ABREU, K. M. P.; FERRARI, J. L.; GANDINE, Q. G. F.; KUNZ, S. H.; FIEDLER, N. C.; PASCHOA, L. S. L.; MOURA, M. M.; CARVALHO, R. C. F.; PIMENTEL, S. M.; BRANCO, E. R. F.; MOREIRA, G. L.; PELUZIO, L. M.; SANTOS, A. R. Lógica Fuzzy na determinação de fragmentos florestais potenciais para coleta de sementes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 33, n. 3, e70016, p. 1-24, 2023. DOI 10.5902/1980509870016. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509870016>. Acesso em: dia mês abreviado. ano.