

## Fragmentos Florestais Com Potencial Para Coleta de Sementes – Estudo de Caso do Estado do Rio de Janeiro

*Forest Fragments With Potential For Seed Collection – Case Study Of The Rio De Janeiro Estate*

Gustavo Wyse Abaurre<sup>1</sup> , Márcio Rocha Francelino<sup>2</sup>  & Eliane Maria Ribeiro da Silva<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Jardim Botânico, BR 465 km 07, 23897-000, Campus da UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, Av. P.H. Rolfs s/nº, 36570-000, Viçosa, MG, Brasil.

<sup>3</sup> Embrapa Agrobiologia, BR 465 Km 7, 23891-000, Ecologia, Seropédica, RJ, Brasil.

E-mails: gwabaurre@gmail.com; marcio.francelino@gmail.com; eliane.silva@embrapa.br

### Resumo

O presente trabalho propõe uma metodologia para definir os fragmentos florestais com maior potencial para coleta de sementes utilizando as métricas da paisagem como fonte de dados e aplica a metodologia proposta no estado do Rio de Janeiro. Para classificar os fragmentos como sendo de alto ou baixo potencial de coleta, foi utilizado o Método Analítico Hierárquico (AHP) e, como variáveis, foram utilizadas as métricas da paisagem relacionadas à área, efeito de borda e isolamento e proximidade. Como resultado, para o estudo de caso do estado do Rio de Janeiro, a metodologia considerou as métricas de área como sendo as variáveis que mais influenciam no potencial de coleta de sementes dos fragmentos florestais. O Estado do Rio de Janeiro possui 6456 fragmentos florestais maiores que 10 hectares e esses fragmentos ocupam 26% da área total do estado. A maioria (79%) dos fragmentos foi classificada como sendo de baixo potencial de coleta de sementes, porém a soma da área dos fragmentos de alto potencial corresponde a 90% dos fragmentos analisados. A distribuição dos fragmentos de alto potencial para coleta de sementes é desuniforme entre as regiões hidrográficas do estado.

**Palavras-chave:** Restauração Florestal; Coleta de Material de Propagação; Fragmentação

### Abstract

This paper proposes a methodology for defining forest fragments with the greatest potential for seed collection using landscape metrics as data source, and applies the methodology proposed in the state of Rio de Janeiro. The Analytic Hierarchy Process (AHP) method was used to classify the fragment collection potential as high or low, and, with the following landscape metrics as variables: related area, edge effect and isolation and proximity. In the Rio de Janeiro case study the related area variable was considered the most influential. The research showed that Rio de Janeiro state has 6456 forest fragments larger than 10 hectares and those fragments occupy 26% of the total area of the state. Most (79%) of the fragments were classified with low potential for seed collection, but the sum of the high potential fragments area equals to 90% of the analyzed fragments. Distribution of high potential fragments for seed collection is uneven between the river basin districts of the state.

**Keywords:** Forest Restoration; Collecting of Propagation Material; Fragmentation

## 1 Introdução

Para garantir a longevidade dos povoamentos florestais implantados em ações de recomposição é importante estar atento à variabilidade genética do material de propagação utilizado. As sementes e mudas devem possuir diversidade genética e apresentar compatibilidade com o local de plantio (Shimizu 2012).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, com o objetivo de regulamentar a produção, a comercialização e a utilização de sementes e mudas de espécies florestais publicou a Instrução Normativa nº 17 em 26 de abril de 2016. O Anexo IV (Declaração de fonte de sementes) da referida IN objetiva garantir a rastreabilidade das sementes e mudas florestais. Nesse anexo o produtor é obrigado a informar a origem do seu material genético (local de coleta).

A atual desafio é desenvolver uma metodologia que possibilite definir quais são os fragmentos florestais com maior potencial para fornecer sementes de qualidade. Com isso, haverá embasamento científico para tomar suas decisões no momento de adquirir sementes e mudas para a execução de seus projetos.

A fragmentação florestal causa alterações na estrutura genética populacional de espécies arbóreas a partir do momento em que a perturbação do ambiente afeta seus polinizadores e dispersores (Aguilar *et al.* 2008) e isola o fragmento dos remanescentes vizinhos (Arroyo-Rodríguez 2008). Outra consequência da fragmentação é o efeito de borda, que consiste no aumento da relação entre o perímetro e a área do fragmento causando maior influência da área externa e reduzindo as características micro climáticas nas áreas centrais do remanescente como a radiação, umidade do ar, incidência de ventos, e a temperatura do ar e do solo (Benitez-Malvino & Martinez-Ramos 2003; Metzger 1997). Sendo assim, o ideal é priorizar que a coleta de sementes seja realizada em fragmentos de grandes dimensões que apresentem uma boa relação entre a área exposta ao efeito de borda e a área núcleo do fragmento além de estar próxima a outros fragmentos a ponto de permitir fluxo gênico entre eles. Os cálculos de métrica da paisagem permitem quantificar a qualidade do fragmento gerando informações importantes para balizar a tomada de decisões em áreas que sofrem pressões antrópicas (Dantas *et al.* 2017).

A mudança no código florestal brasileiro ocorrida em 2002 promove a redução de áreas florestais preservadas (da Silva *et al.* 2018) reforçando a importância de identificar e estudar os fragmentos mais promissores para serem utilizados como fonte de propágulos nas ações de restauração florestal.

Esse trabalho tem o objetivo de propor uma metodologia para definir os fragmentos com maior potencial para coleta de sementes utilizando as métricas da paisagem

como fonte de dados e aplicar a metodologia apresentada no estado do Rio de Janeiro.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Atribuição de Valores Métricos aos Fragmentos

O mapeamento dos fragmentos florestais do estado do Rio de Janeiro foi realizado pela Secretaria Estadual do Ambiente (SEA), através da Gerência de Geoprocessamento e Estudos Ambientais (GEOPEA). Para realizar o mapeamento foram utilizadas imagens do satélite Landsat 5 (sensor TM). As imagens foram processadas e vetorizadas no software ArcGIS 10, resultando em um mapeamento de escala 1:100.000.

Para delimitar os fragmentos florestais foram coletadas amostras em campo desta feição, as quais foram utilizadas como amostras de treinamento do classificador e usadas para validar o resultado. O algoritmo utilizado na classificação supervisionada foi o de máxima verossimilhança (MAXVER) com filtragem em 3x3 para eliminar pequenos fragmentos na classificação. O processamento foi realizado no programa PCI Geomatics 10. Foi utilizado o índice de exatidão global para avaliar a acurácia da classificação através da análise da matriz de confusão.

Os polígonos foram classificados de acordo com a fitofisionomia, porém, o estágio sucessional das fitofisionomias classificadas como Floresta Atlântica em estágio inicial-médio e Floresta Atlântica em estágio médio-avançado, foi considerado de forma que independentemente do seu estado sucessional, esses fragmentos foram considerados apenas como Floresta Atlântica. Em seguida todos os polígonos que representavam fragmentos florestais menores do que 10 hectares foram excluídos do mapa e passaram a ser desconsiderados pois populações maiores e menos perturbadas, geralmente estão presentes em fragmentos maiores que 10 ha (Piña-Rodrigues *et al.* 2007).

Para extrair os dados de métrica da paisagem foi utilizado o aplicativo do ArcGIS 10 conhecida como *V-LATE* (Vector-based Landscape Analysis Tools Extension). Esta extensão foi escolhida por ter sido desenvolvida especialmente para analisar as métricas da paisagem e por possuir uma interface simples e intuitiva. A utilização deste aplicativo possibilitou vincular a cada fragmento mapeado as informações referentes às métricas de área, efeito de borda e isolamento e proximidade, sendo elas:

- a) Área (Métrica de área): área ocupada por cada fragmento. O cálculo é realizado considerando apenas a projeção horizontal do fragmento. (Unidade utilizada: Metros quadrados).

- b) Área núcleo (Métrica de área): (Core\_area) área do fragmento que não sofre com os efeitos de borda. Para calcular esta área, considerou-se que o efeito de borda atua de forma mais representativa nos primeiros 100 metros partindo do perímetro do fragmento e indo em direção ao seu centro. Esse método foi utilizado por Ferreira & Laurance (1997), que concluíram que nesta faixa existe maior mortalidade de árvores. (Unidade utilizada: Metros quadrados).
- c) Quantidade de áreas núcleo (Métrica de área): (N\_Core) valor de cada fragmento indica o quão fragmentado está o núcleo do fragmento. (Unidade: Unitária)
- d) Percentual de área núcleo (Métrica de área): (Core\_Index) especifica a quantidade do fragmento que é composta por área núcleo em relação a área total do fragmento (Unidade: Percentual).
- e) Índice de dimensão fractal (Métrica de efeito de borda): (Frac\_Dim) indica a quantidade de borda a que o fragmento está exposto. Para isso, ele compara a forma do fragmento com formas regulares. Quando a forma do fragmento tende para uma forma regular, o índice tende para 1 e quando a forma do fragmento tende para uma forma complexa, o índice tende para 2 (Unidade adimensional). A Equação 1 mostra a fórmula utilizada para calcular o índice de dimensão fractal.

$$\text{Frac\_Dim} = \frac{\ln A}{\ln P + \ln K} \quad 1 \leq \text{Frac\_Dim} \leq 2 \quad (1)$$

P = Perímetro do fragmento (m); A = Área do fragmento (m<sup>2</sup>); K = Constante responsável pela homogeneização dos padrões de invariância escalar de fragmentos. Frac\_Dim é uma variável adimensional.

- f) Índice do fator de forma (Métrica de efeito de borda): expressa a forma dos fragmentos relacionando a razão entre perímetro e área do fragmento e comparando com a mesma razão encontrada para uma forma circular. Sendo assim, os fragmentos que possuem formato circular irão apresentar seu índice de fator de forma igual a 1 e conforme a forma do fragmento se afasta do formato circular, o índice do fator de forma aumenta (Unidade adimensional). A Equação 2 mostra a fórmula utilizada para calcular o índice de dimensão fractal.

$$\text{Shape} = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} \quad 1 \leq \text{Shape} \leq \infty \quad (2)$$

P = Perímetro do fragmento (m); A = Área do fragmento (m<sup>2</sup>). Shape é uma variável adimensional.

- g) Distância para o fragmento mais próximo (Métrica de isolamento e proximidade): (NN\_Dist) esse parâmetro calcula a menor distância entre o perímetro do fragmento analisado até o perímetro do fragmento de maior proximidade. É uma forma de estimar o potencial que o fragmento tem de realizar trocas genéticas com outros fragmentos. (Unidade utilizada: Metros).
- h) Área do fragmento mais próximo (Métrica de isolamento e proximidade): (NN\_Area) considera a dimensão do fragmento mais próximo ao polígono em questão. Polígonos próximos a fragmento de grandes dimensões sofrem influência gênica positiva, o que lhes confere aumento no seu potencial para coleta de sementes. (Unidade utilizada: Hectares).
- i) Índice de potencial de conservação dos fragmentos: As variáveis descritas anteriormente foram reescaladas para permitir a comparação de seus pesos na equação de conservação dos fragmentos. Para isso foi utilizada a Equação 3 na qual as diferentes unidades trabalhadas foram convertidas para um índice que varia de 0 (baixo potencial de conservação) até 100 (alto potencial de conservação).

$$Y = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \times 100 \quad 0 \leq Y \leq 100 \quad (3)$$

Y = Valor reescalado; X = Valor observado (a ser reescalado); X<sub>max</sub> = Valor máximo observado na variável métrica X; X<sub>min</sub> = Valor mínimo observado na variável métrica X. Y é uma medida adimensional.

Para evitar a influência negativa que os valores altos e discrepantes exercem sobre os demais valores, todos os *outliers* superiores receberam o valor Y máximo (igual a 100) e foram removidos do cálculo de reescalamento dos demais fragmentos. Esse procedimento foi realizado para todas as variáveis.

Para a identificação do limite superior dos valores que seriam reescalados foi utilizada a Equação 4. Valores maiores que os números referentes ao limite superior de cada variável foram considerados como sendo *outliers*.

$$LS = Q3 + 1,5(Q3 - Q1) \tag{4}$$

LS = Limite superior; Q3 = Terceiro quartil (valor aos 75% da amostra ordenada); Q1 = Primeiro quartil inferior (valor aos 25% da amostra ordenada)

## 2.2 Classificação dos Fragmentos

Considerando que as métricas analisadas possuem diferentes relevâncias no índice de potencial de conservação dos fragmentos, foram atribuídos diferentes pesos para cada uma delas, os quais foram definidos pelo uso da metodologia de Processo Analítico Hierárquico (AHP), (Saaty 1977), utilizando como ferramenta de processamento o software *Make It Rational*, de acesso gratuito ([www.makeitrational.com](http://www.makeitrational.com)). Esta metodologia reduz as possibilidades de incoerência no momento de priorizar quais fatores são mais relevantes para a tomada de decisões.

No caso do estudo em questão, a metodologia permitiu a estruturação do problema por meio da qualificação dos seus elementos (métricas da paisagem) e do relacionamento entre os mesmos (Figura 1).

Outra vantagem da utilização desse método é a quantificação das definições pessoais através da atribuição de um índice que considera o conjunto de decisões tomadas indicando se existe muita ou pouca coerência. Para isso, todas as métricas analisadas foram comparadas entre si utilizando como referência uma escala contínua de nove pontos possibilitando que as métricas fossem classificadas segundo a importância relativa entre elas.

Após a padronização dos dados e a definição do peso de cada variável, foi realizada a análise por critérios múltiplos seguindo a metodologia proposta por Longley et al. (2005) com o objetivo de agrupar em um único número classificatório o somatório de cada variável observada considerando o peso de cada métrica analisada. Dessa forma, foi determinado o potencial de coleta do fragmento (PCF) através da Equação 5.

$$PCF = Area_{reescal} \times PesoArea + Core\_Area_{reescal} \times PesoCore\_Area + N\_Core_{reescal} \times PesoN\_Core + Core\_Idx_{reescal} \times PesoCore\_Idx + Frac\_dim_{reescal} \times PesoFrac\_Dim + Shape_{reescal} \times PesoShape + NN\_Dist_{reescal} \times PesoNN\_Dist + NN\_Area_{reescal} \times PesoNN\_Area \tag{5}$$

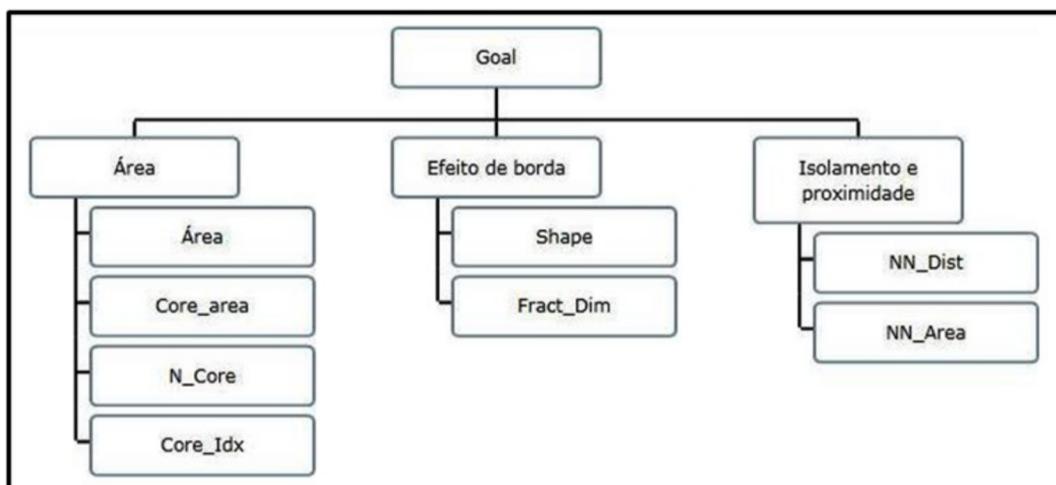
$reescal$  = Valor observado após transformação de reescalonamento da respectiva variável métrica (Equação 3); Peso = Peso atribuído a respectiva variável métrica pela metodologia AHP.

Algumas métricas estudadas apresentam correlação positiva com o potencial para a realização de coleta de sementes, como Área, NN\_Area, Core\_Área e Core\_Index. Porém as demais métricas analisadas, apresentam correlações negativas com o potencial do fragmento para a coleta de sementes (Shape, Dim\_Frac, NN\_Dist, N\_Core). Nestes casos, após o reescalonamento, os valores foram submetidos à Equação 6, antes de serem utilizados na equação de Potencial do Fragmento (Equação 5).

$$Valor\ utilizado\ na\ equação\ de\ definição\ do\ PCF = 100 - Valor\ reescalonado \tag{6}$$

Após a definição da nota referente ao potencial que cada fragmento apresenta para a realização da atividade de coleta de semente (PCF), foi realizada a alocação dos fragmentos em duas classes, sendo elas: Classe 1 (baixo potencial para realização da atividade de coleta de sementes), Classe 2 (alto potencial para realização da atividade de coleta de sementes).

Para isso, as notas de PCF passaram pelo seguinte processamento: Subtraiu-se o menor valor existente do maior valor existente para encontrar a amplitude em que as notas dos fragmentos se distribuem. Em seguida, esse intervalo de distribuição foi dividido em duas partes iguais nas quais os fragmentos que ficaram com suas notas enquadradas dentro da primeira metade do intervalo de distribuição (menores valores) foram considerados pertencentes a Classe 1 e os fragmentos que ficaram com suas notas enquadradas dentro da segunda metade do intervalo de distribuição (maiores valores) foram considerados pertencentes a Classe 2.



**Figura 1** Organograma estrutural elaborado no software Make It Rational. Core\_area = Área Núcleo; N\_Core = Quantidade de áreas núcleo; Core\_Idx = Percentual de área núcleo; Frac\_Dim = Índice de dimensão fractal; Shape = Índice do fator de forma; NN\_Dist = Distância para o fragmento mais próximo e NN\_Área = Área do fragmento mais próximo.

### 3 Resultados e Discussão

#### 3.1 Resultado do Processo Analítico Hierárquico (AHP)

Os dados inseridos nas matrizes de comparação durante o processamento analítico hierárquico estão descritos na Tabela 1. Após processamento analítico

hierárquico dos dados, os pesos atribuídos a cada variável métrica na equação de PCF estão apresentados na Tabela 2.

Verifica-se que os dados referentes a taxa de consistência são inferiores a 0,1 indicando uma coerência satisfatória nos dados inseridos no exercício individual de comparação (Tabela 1), não sendo necessário refazer as matrizes de comparação. Segundo Saaty (1977), quanto mais a taxa de consistência se aproxima de zero, mais coerentes foram as comparações.

**Tabela 1** Matrizes de comparação de (a) conjunto de métricas analisadas; (b) métricas de área; (c) métricas de efeito de borda e (d) métricas de isolamento e proximidade.

<b>(a)</b>	Área	Isol. e proximidade	Efeito de borda	
Área	1	6	7	
Isol. e proximidade	-6	1	2	
Efeito de borda	-7	-2	1	
<b>(b)</b>	Core_area	Área	Core_Idx	N_Core
Core_area	1	4	6	8
Área	-4	1	3	7
Core_Idx	-6	-3	1	4
N_Core	-8	-7	-4	1
<b>(c)</b>	Shape	Fract_Dim		
Shape	1	1		
Fract_Dim	1	1		
<b>(d)</b>	NN_Area	NN_Dist		
NN_Area	1	4		
NN_Dist	-4	1		

**Core\_area** = Área Núcleo; **N\_Core** = Quantidade de áreas núcleo; **Core\_Idx** = Percentual de área núcleo; **Fract\_Dim** = Índice de dimensão fractal; **Shape** = Índice do fator de forma; **NN\_Dist** = Distância para o fragmento mais próximo e **NN\_Área** = Área do fragmento mais próximo.

**Tabela 2** Taxa de consistência e resultado do processamento analítico hierárquico (AHP) para a definição dos pesos das métricas analisadas.

Taxa de consistência	Métricas comparadas	Peso das variáveis Métricas
0,032	Métrica de área	0,7582
	Métrica de isolamento e proximidade	0,1513
	Métrica de efeito de borda	0,0905
0,06	Área	0,183
	Core_Area	0,46
	Core_Idx	0,032
	N_Core	0,083
0	Frac_Dim	0,045
	Shape	0,045
0,022	NN_Area	0,121
	NN_Dist	0,03

**Core\_area** = Área Núcleo; **N\_Core** = Quantidade de áreas núcleo; **Core\_Idx** = Percentual de área núcleo; **Frac\_Dim** = Índice de dimensão fractal; **Shape** = Índice do fator de forma; **NN\_Dist** = Distância para o fragmento mais próximo e **NN\_Area** = Área do fragmento mais próximo.

### 3.2 O Estudo de Caso do Estado do Rio de Janeiro

Foram mapeados 6.456 fragmentos maiores que 10 hectares no estado do Rio de Janeiro. Juntos, esses fragmentos possuem 1.141.398 hectares e correspondentes a 26% da área total do estado. Segundo a Fundação SOS Mata Atlântica (2021), o estado do Rio de Janeiro possui 819.969 ha de áreas caracterizadas como Mata (18,6% da área total do estado). Essa diferença decorre pelo fato de não terem considerado fragmentos de sucessão ecológica inicial ou fragmentos de aspecto perturbado (vegetação de porte baixo, baixa densidade, pasto sujo ou em estágio inicial de regeneração).

Considerando que o bioma Mata Atlântica encontra-se reduzido a 11% de sua extensão original (Ribeiro *et al.* 2009), pode-se afirmar com os resultados deste trabalho que o Rio de Janeiro está acima da média de conservação do bioma ao se tratar de percentual de áreas preservadas.

A distribuição dos fragmentos de acordo com o seu potencial para coleta nas nove regiões hidrográficas do estado e o planejamento estratégico de restauração para o Estado estabelecido pela Secretaria de Estado do Ambiente (SEA-RJ) estão quantificados na Tabela 3.

A região hidrográfica I apresentou o maior percentual de área coberta com fragmentos maiores que 10 ha (88,3%) e o maior percentual de área de fragmentos com alto potencial para coleta de sementes (87,89%).

**Tabela 3** Fragmentos maiores que 10 ha, de acordo com seu potencial para coleta de sementes em cada região hidrográfica (RH) do estado do Rio de Janeiro e a quantificação das áreas alvo de restauração (AAR) estabelecida pela Secretaria de Estado do Ambiente.

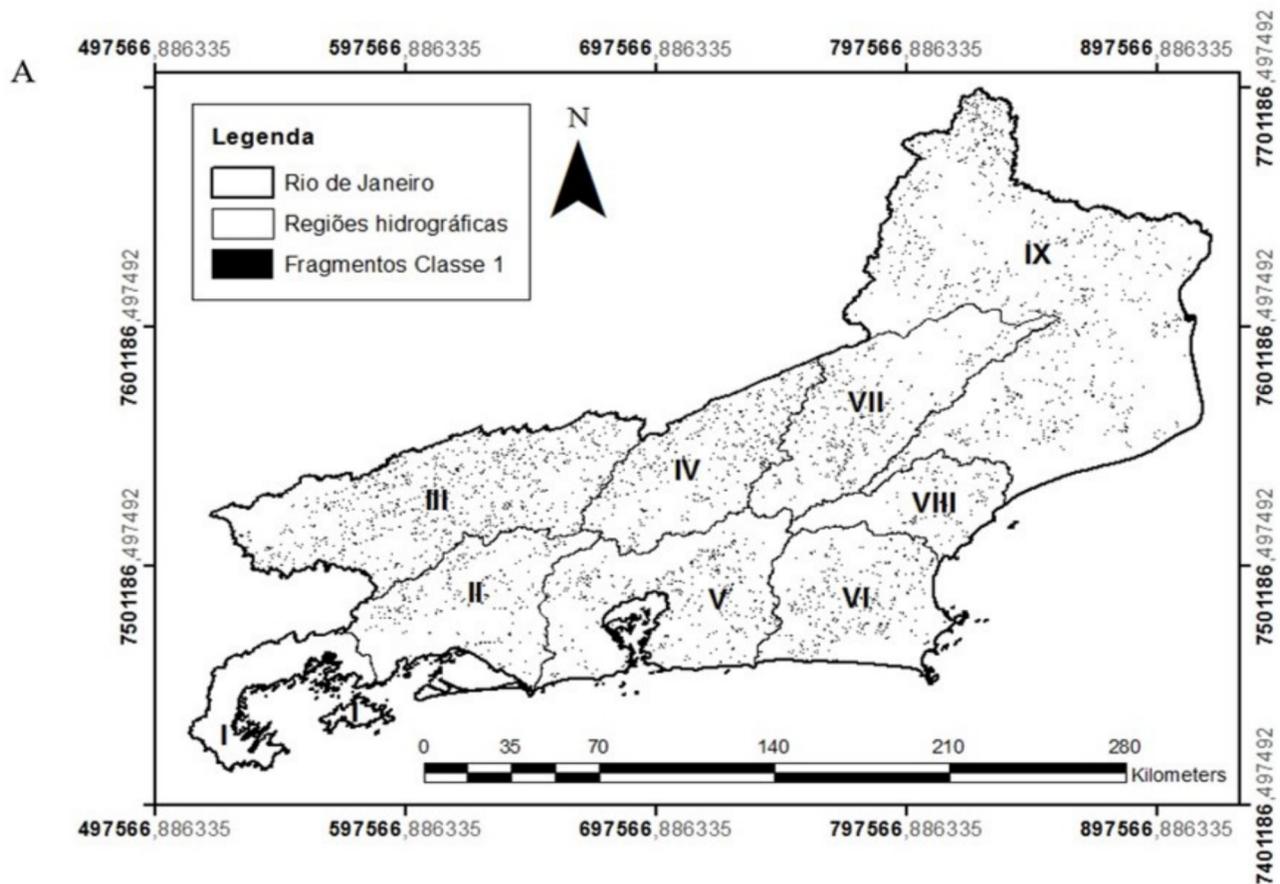
Nº	RH	Fragm. > 10 ha		Fragm. classe 1		Fragm. classe 2		AAR	
	Área (ha)	Área (ha)	% da RH	Área (ha)	% da RH	Área (ha)	% da RH	Área (ha)	% da RH
I	174.535	154.120	88,3	714	0,4	153.406	87,9	0	0,0
II	370.239	150.440	40,6	8.435	2,3	142.005	38,4	0	0,0
III	643.461	126.986	19,7	27.387	4,3	99.599	15,5	222.47	34,7
IV	355.421	131.732	37,1	13.636	3,8	118.097	33,2	5.875	1,6
V	481.750	164.471	34,1	12.876	2,7	151.596	31,5	0	0,0
VI	362.864	97.507	26,9	11.201	3,1	86.306	23,8	139.217	38,4
VII	437.573	100.847	23,0	11.573	2,6	89.273	20,4	104.619	23,9
VIII	198.903	88.251	44,4	3.876	1,9	84.375	42,4	5.513	2,8
IX	1.354.692	127.042	9,4	28.123	2,1	98.919	7,3	242.628	33,9

Esse bom estado de preservação pode ser o motivo para que o estado não tenha definido nenhuma área desta RH como sendo alvo de restauração. O baixo percentual de áreas alvo de restauração também se repete para as RHs II, IV, V e VIII, que, assim como a RH I, também apresentam bons percentuais de área coberta com fragmentos florestais de alto potencial para coleta de sementes (38,4%, 33,2%, 31,5% e 42,4% respectivamente).

Por outro lado, as RHs que possuem os menores percentuais de áreas cobertas com fragmentos florestais de alto potencial para coleta de sementes, (III, VI, VII e IX) são justamente as RHs nas quais o Estado projetou

96,7% das áreas alvo para restauração. Esse resultado indica escassez de áreas com alto potencial de coleta de semente nas RHs aonde existem as maiores demandas por restauração florestal no estado do Rio de Janeiro. A Figura 2 ilustra os Fragmentos de vegetação maiores que 10 hectares no estado do Rio de Janeiro com baixo potencial para coleta de sementes (fragmentos classe 1).

Os dados de quantidade, área média e área total dos fragmentos maiores de 10 ha para cada classe de potencial desenvolver a atividade de coleta de semente estão descritos na Tabela 4.



**Figura 2** Fragmentos de vegetação maiores que 10 hectares no estado do Rio de Janeiro com baixo potencial para coleta de sementes (fragmentos classe 1)

**Tabela 4** Quantidade, área média e área total dos fragmentos maiores que 10 ha no estado do Rio de Janeiro pertencentes a cada classe de potencial de coleta.

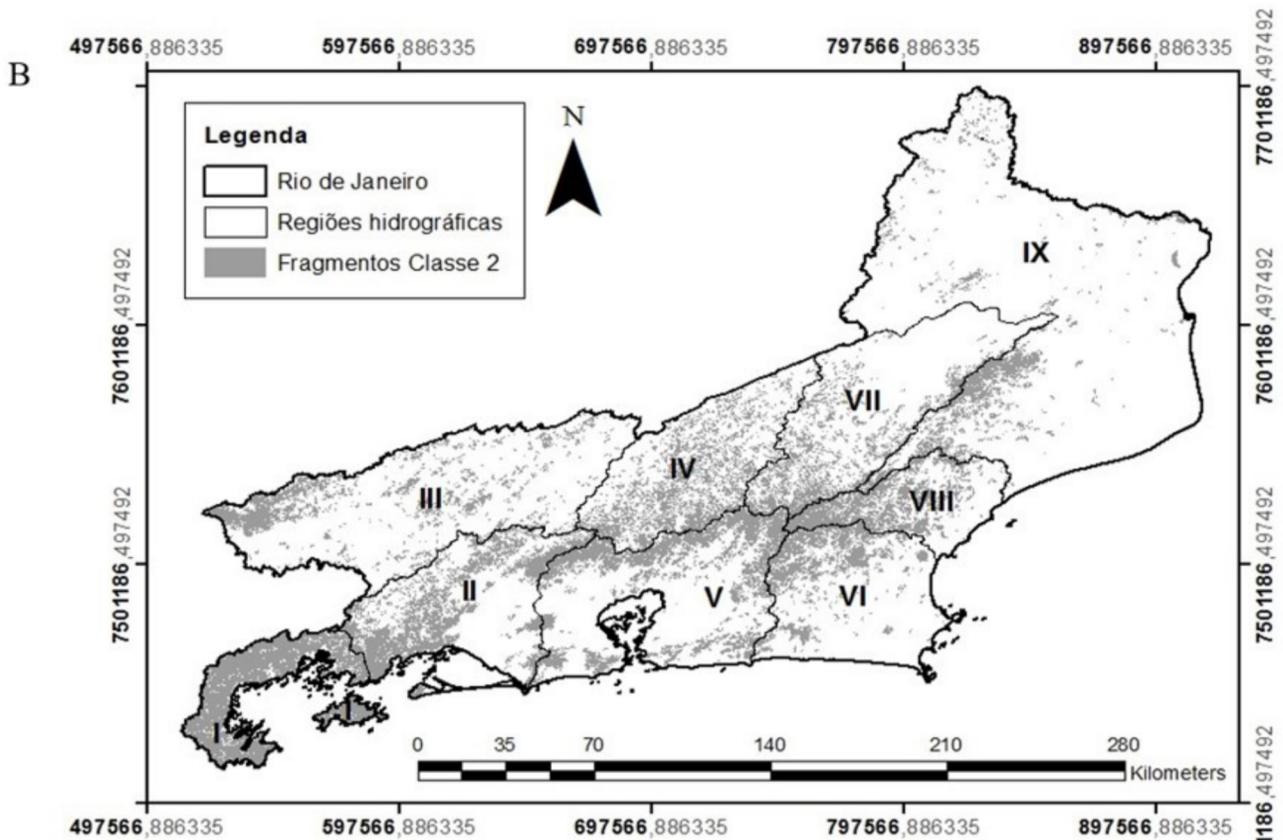
Classe	Quantidade de fragmentos existentes	Média de área por fragmento (ha)	Área total (ha)
Classe 1 (baixo potencial)	5.113	23,0	117.821
Classe 2 (alto potencial)	1.343	762,1	1.023.577
Total	6.456	176.8	1.141.397

Na padrão de fragmentação da Mata Atlântica, a maior parte dos fragmentos são de pequenas dimensões de área (Thiago, Magalhães & dos Santos 2020) indicando o alto grau de degradação do Bioma. No presente estudo a média de área por fragmento aumenta de acordo com a elevação do seu potencial para a coleta de semente porque as variáveis de área analisadas correspondem a 75,82% da nota do fragmento (Tabela 2) obtida através da equação de definição PCF (Equação 5).

Dos 6.456 fragmentos de floresta atlântica maiores que 10 ha existentes no estado do Rio de Janeiro, 5.113 (79%) foram classificados como sendo de baixo potencial para coleta de sementes e apenas 1.343 (21%) (Figura 2) foram

classificados como sendo de alto potencial para coleta de sementes (Figura 3). Porém, como a média de área dos fragmentos da classe 2 é maior do que nos da classe 1 (762,1 ha e 23,0 ha respectivamente), 89,7% da área dos fragmentos maiores do que 10 ha foram classificadas como sendo de alto potencial para coleta de sementes (classe 2).

Pimentel (2011) classificou os fragmentos maiores que dez hectares na bacia hidrográfica do rio Itapemirim e entorno do Parque Nacional do Caparaó de acordo com o seu potencial para coleta de sementes, utilizando metodologia semelhante à aplicada neste trabalho. A Tabela 5 coloca os resultados encontrados por este autor em contraste com os resultados obtidos no presente trabalho.



**Figura 3** Fragmentos de vegetação maiores que 10 hectares no estado do Rio de Janeiro com alto potencial para coleta de sementes (fragmentos classe 2).

**Tabela 5** Área média e percentual ocupado pelos fragmentos, de acordo com o seu potencial para coleta de sementes, na bacia do rio Itapemirim e entorno do Parque Nacional do Caparaó (Pimentel 2011) e no estado do Rio de Janeiro.

Potencial de coleta dos fragmentos	Bacia hidrográfica do Rio Itapemirim		Estado do Rio de Janeiro	
	% da área	Área média dos fragmentos (ha)	% da área	Área média dos fragmentos (ha)
Baixo	3,1	40,9	7,7	23,0
Médio	60,5	42,2	---	---
Alto	36,4	547,9	88,1	762,1

A proximidade dos valores de área média do fragmento encontradas por Pimentel (2011) pode ser consequência da forma com que o autor classificou os fragmentos (alto potencial = valores maiores que a média + 1 desvio padrão; médio potencial = valores entre a média  $\pm$  1 desvio padrão e baixo potencial = média - 1 desvio padrão). Essa afirmativa é feita considerando que ambientes fragmentados apresentam muitas áreas pequenas e poucos fragmentos com áreas grandes e como as métricas de área são as que possuem os maiores pesos na equação de definição do potencial de coleta do fragmento, é esperado que existam muitos fragmentos com notas baixas e poucos fragmentos com notas altas. Dessa forma, a utilização da média  $\pm$  o valor do desvio padrão para separar as classes de potencial de coleta induz a uma aproximação de características entre os fragmentos da classe de “baixo potencial para coleta” e a classe de “médio potencial para coleta”. Por outro lado a metodologia aplicada para o estado do Rio de Janeiro separa com maior eficiência as duas classes de potencial de coleta de sementes.

## 4 Conclusões

A metodologia de classificação de fragmentos de floresta atlântica proposta neste trabalho conseguiu identificar e diferenciar os fragmentos com alto e baixo potencial para coleta de sementes para o Estado do Rio de Janeiro e pode ser extrapolada para outras regiões. Esta metodologia considera as métricas de área como sendo as variáveis que mais influenciam no potencial de coleta de sementes dos fragmentos florestais. Outras variáveis relevantes, como a topografia, podem ser adicionadas à metodologia AHP proposta refinando ainda mais a equação de definição do potencial de coleta de sementes de um fragmento floresta atlântica.

O Estado do Rio de Janeiro possui 6456 fragmentos maiores que 10 hectares e esses fragmentos ocupam 26% da área total do estado. Destes, 5.113 (79%) foram classificados como sendo de baixo potencial para coleta de sementes e 1.343 (21%) foram classificados como sendo de alto potencial para coleta de sementes. Porém a soma da área dos fragmentos de alto potencial é 8,7 vezes maior do que a soma da área dos fragmentos de baixo potencial (1.023.577 ha e 117.821 ha respectivamente).

A distribuição dos fragmentos de alto potencial para coleta de sementes é desuniforme entre as regiões hidrográficas do Estado. Enquanto a RHI possui 88% de seu território ocupado por fragmentos de alto potencial, a RH IX possui apenas 7,3%. As RHs que possuem os menores percentuais de área coberta por fragmentos classe 2 são as RHs em que o plano estratégico do estado projetou 96,7% das áreas alvo para restauração.

## 5 Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas e a Gerência de Geoprocessamento e Estudos Ambientais (GEOPEA/DUMFIS/INEA) e pela disponibilização dos mapas primários que serviram como base de dados para a realização deste trabalho.

## 6 Referências

- Aguilar, R., Quesada, M., Ashworth, L., Herrerias-Diego, Y. & Lobo, J. 2008, 'Genetic consequences of habitat fragmentation in plant populations: susceptible signals in plant traits and methodological approaches', *Molecular Ecology*, vol. 17, no. 24, pp. 5177-5188. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2008.03971.x>
- Arroyo-Rodrigues, V., Pineda, E., Escobar, F. & Benítez-Malvino, J. 2008, 'Value of small patches in the conservation of plant-species diversity in highly fragmented rainforest', *Conservation Biology*, vol. 23, no. 3, pp. 729-739. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01120.x>
- Benítez-Malvino, J. & Martínez-Ramos M. 2003, 'Impact of forest fragmentation on understory plant species richness in Amazônia', *Conservation Biology*, vol. 17, no. 2, pp. 389-400. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01120.x>
- da Silva, L.G., de Mendonça, B.A.F., da Silva, E.M.R. & Francelino, M.R. 2018, 'Atlantic forest scenarios under the parameters of forestry laws', *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 42, no. 1, pp. 21-32. <https://doi.org/10.1590/1413-70542018421003417>
- Dantas, M.S., Almeida, N.V., Medeiros I.S. & da Silva, M.D. 2017, 'Diagnóstico da vegetação remanescente de Mata Atlântica e ecossistemas associados em espaços urbanos', *Journal of Environmental Analysis and Progress*, vol. 2, no. 1, pp. 87-97. <https://doi.org/10.24221/jeap.2.1.2017.1128.87-97>
- Ferreira, L.V. & Laurance W.F. 1997, 'Effects of forest fragmentation on mortality and damage of selected trees in central Amazonia', *Conservation Biology*, vol. 11, no. 3, pp. 797-801. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1997.96167.x>
- SOS Mata Atlântica. 2021. *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica 2013-2014*. Acesso em 14 fev. 2021, <<https://www.sosma.org.br/iniciativa/atlas-da-mata-atlantica/>>
- Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J. & Rhind, D.W. 2005, *Geographic information systems and science*, John Wiley & Sons, New York. [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?hl=en&publication\\_year=2010&author=P.A.+Longley&title=Geographic+information+systems+%26+science](https://scholar.google.com/scholar_lookup?hl=en&publication_year=2010&author=P.A.+Longley&title=Geographic+information+systems+%26+science)
- Metzger, J.P. 1997, 'Relationships between landscape structure and tree species diversity in tropical Forest of south-east Brazil', *Landscape and Urban Planning*, vol. 37, no. 1-2, pp. 29-35. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(96\)00367-2](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(96)00367-2)
- Pimentel, L.B. 2011, 'Seleção de fragmentos florestais para colheita de sementes na bacia hidrográfica do rio Itapemirim e entorno do Parque Nacional do Caparaó', Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, ES.

- Piña-Rodrigues, F.C., Freire, J.M., Leles, P.S.S. & Breier, T.B. 2007. *Parâmetros Técnicos para Produção de Sementes Florestais*, Edur, Seropédica. [https://www.researchgate.net/profile/Fatima\\_Pina\\_Rodrigues/publication/232768854\\_Parametros\\_tecnicos\\_para\\_a\\_producao\\_de\\_sementes\\_florestais/links/0fcfd50954abb9ff5e000000/Parametros-tecnicos-para-a-producao-de-sementes-florestais-Technical-parameters-to-forest-seed-production.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Fatima_Pina_Rodrigues/publication/232768854_Parametros_tecnicos_para_a_producao_de_sementes_florestais/links/0fcfd50954abb9ff5e000000/Parametros-tecnicos-para-a-producao-de-sementes-florestais-Technical-parameters-to-forest-seed-production.pdf)
- Ribeiro, M.C., Metzger, J.P., Martensen, A.C., Ponzoni, F.J. & Hirota, M.M. 2009, 'The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation', *Biological Conservation*, vol. 142, no. 6, pp. 1141-1153. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>
- Saaty, T.L. 1977, 'A scaling method for priorities in hierarchical structures', *Journal of Mathematical Psychology*, vol. 15, no. 3, pp 234-281. [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5)
- Thiago, C.R.L., Magalhães, I.A.L. & dos Santos, A.R. 2020, 'Identificação de Fragmentos Florestais Potenciais para a delimitação de Corredores Ecológicos na bacia hidrográfica do Rio Itapemirim, ES, por meio técnicas de Sensoriamento Remoto' *Revista Brasileira de Geografia Física*, vol. 13, no. 2, pp. 595-612. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/viewFile/243000/34838>
- Shimizu, J.Y. 2012, 'Produção e qualidade de sementes de espécies florestais nativas', resumo expandido apresentado no IV Congresso Florestal Paranaense, Curitiba, 10-14 setembro.

Recebido em: 11/01/2021

Aprovado em: 15/02/2021

### Como citar:

Abaurre, G.W.; Francelino, M.R. & da Silva, E.M.R. 2021. Fragmentos Florestais Com Potencial Para Coleta de Sementes – Estudo de Caso do Estado do Rio de Janeiro. *Anuário do Instituto de Geociências*, 44: 34820. DOI 1982-3908\_2021\_44\_34820