

## Riqueza, estrutura e relações ambientais em uma Floresta Nacional no Sudeste do Brasil

Patrícia Borges Dias<sup>1</sup>, Laylla Nunes Moreira<sup>2</sup>, Gilson Fernandes da Silva<sup>1</sup>,  
José Eduardo Macedo Pezzopane<sup>1</sup>, Henrique Machado Dias<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Jerônimo Monteiro-ES, Brasil. E-mail: patriciaborgesdias@yahoo.com.br; fernandes5012@gmail.com; pezzopane.ufes@gmail.com; henridias@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Alegre-ES, Brasil. E-mail: ppgcf@yahoo.com.br

**RESUMO:** Consequência da fragmentação florestal, o efeito de borda pode acarretar alterações na comunidade vegetal. Este estudo foi realizado em unidade de conservação remanescente de Floresta Estacional Semidecidual no Sul do Espírito Santo. O objetivo foi descrever a composição florística, estrutura arbórea e o microclima em áreas de borda e interior do fragmento florestal. Para coleta de dados, foram demarcadas 39 parcelas de área fixa alocadas na borda e no interior. Foram amostrados todos os indivíduos com DAP > 5 cm. Foram encontradas 167 espécies na borda e 314 no interior, sendo 73 exclusivas para borda e 220 para interior. A análise de similaridade florística, com base no índice de Sorensen, revelou distinção entre as espécies da borda e do interior do fragmento. As temperaturas do ar e do solo tendem a ser mais elevadas nas bordas e inferiores no interior, enquanto a umidade relativa do ar apresenta comportamento oposto. Considerando a importância do ambiente e destacando-se a expressiva riqueza vegetal no fragmento estudado, justifica-se a necessidade dessa área ser priorizada em programas de manejo e conservação da vegetação na região, em especial nos ambientes de bordas florestais.

**Palavras-chave:** fitossociologia; floresta estacional semidecidual; fragmentação; mata atlântica

## Richness, structure and environmental relations in a National Forest in Southeast Brazil

**ABSTRACT:** Because of forest fragmentation, the edge effect can lead to changes in the plant community. This study was carried out in conservation units remaining of Semideciduous Seasonal Forest in Espírito Santo Southern State. The objective was to describe the floristic composition, tree structure and microclimate in border and interior areas of the forest fragment. For data collection, 39 fixed area plots were demarcated on the border and in the interior. All individuals with DBH > 5 cm were sampled. There were 167 species in the border and 314 in the interior, being 73 exclusive for edge and 220 for interior. The analysis of floristic similarity, based on the Sorensen index, is an indicator of the distinction between the species of the border and the interior of the fragment. Air and soil temperatures tend to be higher at the edges and lower in the interior, while the relative humidity of the air exhibits opposite behavior. Considering the importance of the environment and highlighting the significant vegetal richness in the studied fragment, it is justified the need of this area to be prioritized in management and conservation programs of the vegetation in the region, especially in forest border environments.

**Key words:** phytosociology; semideciduous seasonal forest; fragmentation; atlantic rain forest

## Introdução

A Floresta Atlântica está entre os mais importantes biomas tropicais do mundo, sendo considerada prioritária para conservação devido aos seus elevados níveis de biodiversidade, endemismo e vulnerabilidade à extinção (Lima et al., 2015; Resende et al., 2018). Englobando um mosaico de comunidades vegetais complexas (Scarano, 2009), a Floresta Atlântica se desenvolve desde o Rio Grande do Sul até o Rio Grande do Norte, no território brasileiro, tendo sua maior extensão territorial situado nos limites das serras do Mar e da Mantiqueira, na região Sudeste do país (Fundação SOS Mata Atlântica, 2019).

Embora a área de abrangência da Floresta Atlântica seja estimada em algo entre 1 a 1,5 milhão de km<sup>2</sup>, restam cerca de 9,07% da floresta original acima de 100 hectares de fragmentos conservados (Fundação SOS Mata Atlântica, 2019), resultado infeliz de uma longa história de exploração desordenada e desorganizada dos recursos naturais por conta dos diferentes tipos de uso do solo (Joly, 2018). De acordo com Rezende et al. (2018), os remanescentes da Floresta Atlântica continuam a deteriorar-se devido à retirada de lenha, ao corte ilegal de madeira, à colheita ilegal de plantas e caça predatória, além da introdução de espécies exóticas invasoras.

No estado do Espírito Santo, praticamente todo seu espaço territorial pertence ao bioma Floresta Atlântica (Garbin et al., 2017) que, originalmente, correspondia a 100% do Estado e hoje, de acordo com dados publicados pela Fundação SOS Mata Atlântica (2019), restam somente 10,5% de remanescentes florestais, consequência dentre outros fatores, da exploração predatória dos recursos florestais, caracterizando-se pelo desmatamento das áreas para implantação da cafeicultura, pastagem e mineração.

Nesse amplo cenário de redução da vegetação nativa no Espírito Santo, fizeram com que os remanescentes ficassem distribuídos na forma de mosaicos de fragmentos florestais (Ribeiro et al., 2009; Garbin et al., 2017), onde inúmeras variações ambientais (físicas e biológicas) atuam de forma extrema, distintamente do interior de uma floresta contínua (Laurance et al., 2000). Essa ação física e biológica que age severamente sobre esses remanescentes, é conhecida como fragmentação florestal, sendo o principal tensor responsável pela perda de diversidade biológica e extinção de espécies devido ao impacto direto sobre o ambiente e aos processos de erosão genética em larga escala, já que a fragmentação altera significativamente as condições ecológicas e a composição de espécies biológicas (Laurance, 2009).

Consequência direta sobre os fragmentos florestais é o efeito de borda (Fahrig 2003). Em suma, as bordas são áreas que possuem tipicamente diferente composição de espécies e estrutura de comunidade quando comparadas com o interior da floresta (Lima-Ribeiro, 2008). Vista do interior da mata, tal mudança pode ser evidenciada por um aumento da penetração da luz solar, maior incidência de ventos (Laurance et al., 2000) e alteração microclimática. Essas alterações podem ocasionar a elevação da temperatura no ambiente e o

consequente aumento da evapotranspiração, proporcionando a diminuição da umidade relativa do solo e do ar, o que favorece o estabelecimento de estresse hídrico (Esseen & Renhorn, 1998).

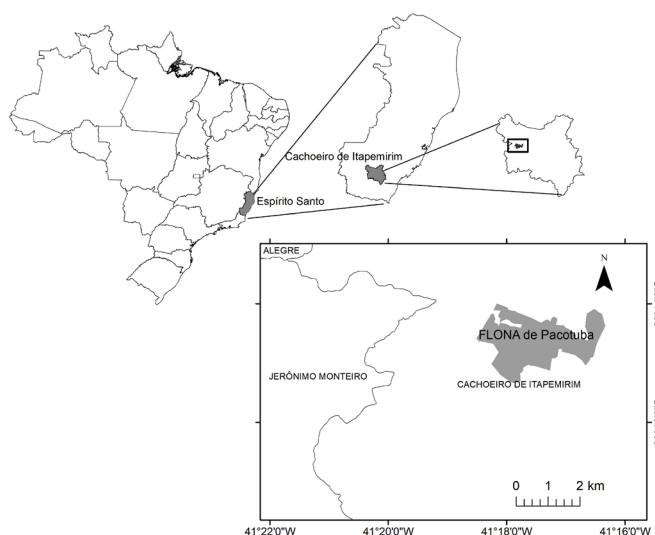
Tendo em vista ao exposto previamente, o objetivo geral deste estudo foi descrever a estrutura vegetacional, composição florística e variação microclimática de uma comunidade arbórea em áreas de borda e interior de uma Floresta Estacional Semidecidual, localizada no interior de uma unidade de conservação federal, de modo a subsidiar ao gestor da área o manejo em longo prazo do fragmento florestal avaliado.

## Material e Métodos

### Área de estudo

O estudo foi realizado na Floresta Nacional de Pacotuba (FLONA Pacotuba), localizado no município de Cachoeiro de Itapemirim, Sul do estado do Espírito Santo (20°45'S e 41°17'W) (Figura 1). Com área de 450 ha, é considerado um remanescente florestal de grande relevância para a Floresta Atlântica capixaba (Abreu et al., 2013).

A vegetação estudada é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Abreu et al., 2013), determinada por duas estações bem demarcadas, uma chuvosa e outra seca, que condicionam a sazonalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes. Essa definição fisionômica confirma a classificação de Köppen para a região, cujo clima enquadra-se no tipo Cwa, apresentando chuva mal distribuída ao longo do ano, com verão chuvoso e inverno seco. Os meses de novembro e dezembro apresentam maior pluviosidade, enquanto no mês de agosto se registra menores índices pluviométricos, sendo a precipitação média anual de 1200 mm (Alvares et al., 2013; Incaper, 2019). A região é caracterizada por extensas áreas planas com esparsas e suaves elevações, aparecendo afloramentos rochosos em pontos distintos. O solo da região é classificado predominante



**Figura 1.** Ilustração da localização da Floresta Nacional de Pacotuba. Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo.

é Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd) (Abreu et al., 2013).

### Coleta de dados

Para o estudo florístico e fitossociológico do estrato arbóreo, utilizou-se o método de amostragem de área fixa (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Do total de 450 ha da Flona de Pacotuba, foi selecionada uma área de 119 ha, sendo esta a parte mais preservada da Unidade (sem histórico de incêndio e cortes, segundo relatos informais). Foram alocadas 39 parcelas distribuídas sistematicamente em dois blocos, de forma a amostrar e comparar duas áreas diferentes da mata: a área de borda e o interior do fragmento estudado. Considerou-se como borda uma faixa de 50 metros do limite do fragmento no sentido do interior, o que correspondeu a uma área de 19,62 hectares. A área restante, denominada neste estudo de área do interior do fragmento, correspondeu a um total de 99,38 ha. Assim, do total de 39 parcelas, 27 parcelas de 10 x 30 m (300 m<sup>2</sup>) foram distribuídas ao longo da borda do fragmento, perfazendo uma área total de 0,81 ha, o que corresponde a uma intensidade amostral de 4,13%. No interior do fragmento foram distribuídas 12 parcelas de 40 x 50 m (2000 m<sup>2</sup>), totalizando 2,4 ha, o que corresponde a uma intensidade amostral de 2,42%. A diferença nas intensidades amostrais é justificada pelo fato de que a área do interior é muito maior que a área da borda, e por razões de custo ficou inviável manter o mesmo nível de amostragem. Cabe salientar que no perímetro externo do fragmento ao longo da borda florestal há plantações de café, eucalipto, cana-de-açúcar e pastagens.

Todos os indivíduos com diâmetro a altura do peito (DAP) ≥ 5,0 cm foram amostrados. Os indivíduos perfilhados acima do solo e abaixo da altura do peito (1,30 m) foram incluídos quando pelo menos uma das ramificações estavam vivas e enquadradas nos critérios de inclusão, sendo anotado o DAP de todas essas ramificações. Foram coletados exemplares tanto em estado reprodutivo quanto vegetativo.

### Análise dos dados

Foi utilizado o sistema *Angiosperm Phylogeny Group* – APG IV (2016) para classificação das famílias botânicas das espécies. A identificação das espécies foi realizada com o auxílio de bibliografia especializada, por comparação e, quando necessário, com o auxílio de especialistas. Quando não foi possível a identificação, considerou-se a amostra indeterminada.

A similaridade florística entre as parcelas amostradas na borda e no centro da comunidade estudada foi verificada por meio de uma análise de agrupamento. Para realizar tal análise, calculou-se a matriz de similaridade entre as parcelas, por meio do índice de Sorensen. Foram consideradas as 27 parcelas de borda e as 12 parcelas do centro. Na sequência, foi calculada uma medida de dissimilaridade subtraindo-se todos os valores da matriz de similaridade de 1 (Manual do *Statistic software* 7.0). Finalmente, a matriz de dissimilaridade foi agrupada empregando-se o método de Ward por meio do *Statistic software* 7.0.

A estrutura horizontal englobou os parâmetros absolutos e relativos, descritos em Mueller-Dombois & Ellenberg (1974): densidade, dominância, frequência e valor de importância. A diversidade florística foi calculada a partir dos índices de diversidade de Shannon-Weaver (H') e de equabilidade de Pielou (J).

Na elaboração das tabelas de frequência das classes de diâmetros e dos gráficos de distribuição diamétrica das duas situações amostradas (borda e interior do fragmento), foi utilizado o valor de cinco centímetros de DAP como limite inferior da menor classe de diâmetro, tendo as classes de diâmetro uma amplitude de 10 centímetros. Todas as análises estruturais descritas foram realizadas utilizando o *software* Mata Nativa 2.06.

As avaliações microclimáticas foram realizadas em dois locais: na borda e no interior da área de estudo. De todas as 27 parcelas alocadas ao longo da borda, por apresentarem condições topográficas semelhantes, a parcela 27 foi escolhida para montagem da estação meteorológica, assim como, de todas as 12 parcelas alocadas no interior florestal, a parcela 6 foi escolhida. A fim de possibilitar dados para comparação, as avaliações microclimáticas foram realizadas simultaneamente nos dois locais e, também em área aberta adjacente à floresta. Inicialmente, as medidas microclimáticas seriam realizadas em duas épocas do ano, uma na estação seca e outra na estação chuvosa. No entanto, devido a problemas técnicos ocorridos na área onde as estações estavam alocadas, as medidas microclimáticas foram realizadas no período de 18 de março a 26 de abril de 2008.

A temperatura e a umidade relativa do ar foram medidas através de sensores acoplados na estação, modelo HMP35C, marca *Campbell Scientific*. A temperatura do solo foi medida por meio de termistores, modelo 108, marca *Campbell Scientific*, a 2 cm de profundidade. Foram utilizados “*dataloggers*”, programados para leitura a cada 15 minutos, modelo CR10, marca *Campbell Scientific*, para obtenção dos dados microclimáticos.

## Resultados e Discussão

Foram amostrados 1.070 indivíduos na borda (em 0,81 ha) distribuídos em 167 espécies e 8 famílias. As famílias mais representativas em número de espécies na borda foram: Fabaceae (33), Myrtaceae (10), Moraceae e Sapindaceae (8), Meliaceae e Sapotaceae (7), Lauraceae (6), Anacardiaceae e Rutaceae (5). Enquanto no interior foram amostrados 4.307 indivíduos (em 2,4 ha) distribuídos em 314 espécies e 29 famílias, sendo a maior riqueza em espécie apresentada pela família Fabaceae (52), seguida de Myrtaceae (21), Sapotaceae (17), Meliaceae (15), Euphorbiaceae (14), Lauraceae, Moraceae e Rubiaceae (13) e Sapindaceae (9).

Em trabalhos desenvolvidos em florestas estacionais semidecíduais, a família Fabaceae também foi a que mais se destacou em número de espécies estando incluída entre as principais nos ecossistemas naturais brasileiros, por isso, sempre se figura com destaque em estudos que envolvem inventário de florestas nativas (Andrade & Rodal, 2004).

Das espécies amostradas na borda, 63 delas (37,7%) apresentaram um único indivíduo. No interior do fragmento, são 140 (44,6%) espécies que obtiveram apenas um indivíduo. Por fim, a densidade absoluta na borda foi de 1.320,9 indivíduos ha<sup>-1</sup>, área basal 29,6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> e diâmetro médio de 16,89 cm. Já o interior, apresentou densidade absoluta de 1.794,6 indivíduos ha<sup>-1</sup>, 30,9 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal e 14,83 cm de diâmetro médio.

As quinze espécies com maiores valores de importância (VI%), em ordem decrescente, na borda. Essas espécies juntas perfazem um total de 52,1% do valor de importância, demonstrando que poucas espécies dominam a área estudada (Tabela 1). As espécies mais importantes com relação ao valor de importância (VI%) para o interior do fragmento, das quais somam 50,5% do valor total (Tabela 2).

Esse estudo demonstrou espécies que apresentaram apenas um indivíduo que são intituladas como raras,

segundo classificação de Magurran (2013), o que seria uma denominação adequada apenas localmente, pois tais espécies podem ocorrer em elevada densidade em outras regiões que não foi essa estudada. Scarano (2009) também destacou que em florestas tropicais com grande heterogeneidade florística e ecossistemas marginais, caso da Mata Atlântica, os fatores que contribuem para o aumento da densidade de poucas espécies estão relacionados diretamente aos distúrbios no ambiente, causados por atividades naturais.

O índice de diversidade de Shannon (H') encontrado para o interior do fragmento foi de 3,23 e 0,56 para equabilidade de Pielou (J'). O H' encontrado para a área de borda foi de 4,06 e J' de 0,79. O índice de diversidade de Shannon (H') encontrado para o interior do fragmento corrobora com trabalhos realizados em florestas estacionais semidecíduais, que variam de 3,26 a 4,25 (Andrade & Rodal, 2004). Engel et al. (1998), explicaram que em áreas de borda florestal podem,

**Tabela 1.** Estimativas de parâmetros fitossociológicos das quinze espécies com maior valor de importância relativo (VI %) encontradas na borda do fragmento florestal estudado na Floresta Nacional de Pacotuba – Espírito Santo, relacionadas em ordem decrescente, em que: N = número de indivíduos; U = número total de unidades amostrais; AB = área basal (m<sup>2</sup> 0,81ha<sup>-1</sup>); DR = densidade relativa (%); FR = frequência relativa (%); DoR = dominância relativa (%) e VI= valor de importância (%).

Nome científico	N	U	AB	DR	FR	DoR	VI	VI (%)
<i>Pseudoptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	122	15	5,59	11,4	3,18	23,32	37,9	12,63
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	85	22	1,27	7,94	4,66	5,31	17,91	5,97
<i>Astronium concinnum</i> Schott	73	18	1,18	6,82	3,81	4,96	15,59	5,2
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	14	6	2,85	1,31	1,27	11,9	14,48	4,83
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	80	8	0,55	7,48	1,69	2,31	11,47	3,83
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	21	8	1,26	1,96	1,69	5,26	8,91	2,97
<i>Neoraputia alba</i> (Nees & Mart.) Emmerich ex Kallunki	33	9	0,30	3,08	1,91	1,28	6,27	2,09
<i>Actinostemon estrellensis</i> (Müll.Arg.) Pax	41	7	0,19	3,83	1,48	0,83	6,14	2,05
<i>Chrysophyllum lucentifolium</i> Cronquist	25	14	0,13	2,34	2,97	0,54	5,84	1,95
<i>Goniorrhachis marginata</i> Taub.	18	6	0,65	1,68	1,27	2,72	5,67	1,89
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	17	11	0,38	1,59	2,33	1,62	5,54	1,85
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	5	2	1,10	0,47	0,42	4,62	5,50	1,84
<i>Carpotroche brasiliensis</i> (Raddi) A Gray	24	12	0,14	2,24	2,54	0,62	5,40	1,8
<i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan	16	10	0,33	1,5	2,12	1,38	4,99	1,66
<i>Pterygota brasiliensis</i> Allemão	17	9	0,28	1,59	1,91	1,18	4,67	1,56

**Tabela 2.** Estimativas de parâmetros fitossociológicos das quinze espécies com maior valor de importância relativo (VI %) encontradas no interior do fragmento florestal estudado na Floresta Nacional de Pacotuba – Espírito Santo, relacionadas em ordem decrescente, em que: N = número de indivíduos; U = número total de unidades amostrais; AB = área basal (m<sup>2</sup> 2,4ha<sup>-1</sup>); DR = densidade relativa (%); FR = frequência relativa (%); DoR = dominância relativa (%) e VI= valor de importância (%).

Nome científico	N	U	AB	DR	FR	DoR	VI	VI (%)
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	1334	12	11,43	30,92	1,54	15,42	47,87	15,96
<i>Actinostemon estrellensis</i> (Müll.Arg.) Pax	945	12	4,73	21,91	1,54	6,38	29,82	9,94
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	91	7	7,63	2,11	0,9	10,3	13,30	4,43
<i>Astronium concinnum</i> Schott	100	12	2,99	2,32	1,54	4,03	7,88	2,63
<i>Neoraputia alba</i> (Nees & Mart.) Emmerich ex Kallunki	154	7	2,13	3,57	0,9	2,87	7,33	2,45
<i>Pseudoptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	42	11	3,09	0,97	1,41	4,17	6,54	2,18
<i>Virola gardneri</i> (A.DC.) Warb.	106	10	1,73	2,46	1,28	2,34	6,08	2,03
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	4	3	3,69	0,09	0,38	4,98	5,45	1,82
<i>Chrysophyllum lucentifolium</i> Cronquist	116	12	0,80	2,69	1,54	1,09	5,31	1,77
<i>Rinorea bahiensis</i> (Moric.) Kuntze	63	10	1,69	1,46	1,28	2,28	5,02	1,67
<i>Pterygota brasiliensis</i> Allemão	16	8	2,28	0,37	1,02	3,08	4,47	1,49
<i>Casearia</i> sp. 1	64	8	1,32	1,48	1,02	1,78	4,29	1,43
<i>Ramisia brasiliensis</i> Glaz.	42	10	0,46	0,97	1,28	0,63	2,88	0,96
<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	39	8	0,53	0,9	1,02	0,71	2,64	0,88
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	19	9	0,70	0,44	1,15	0,95	2,54	0,85



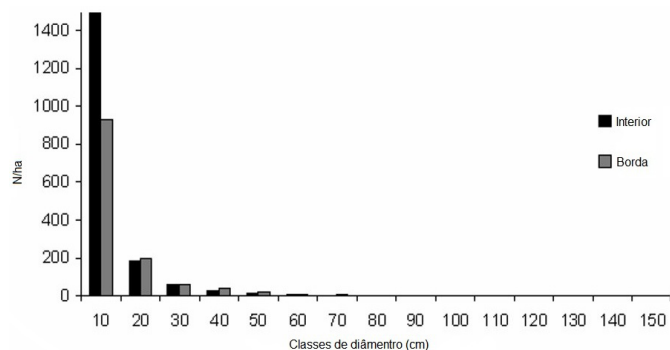
muitas vezes, apresentar maior diversidade que o interior dos fragmentos porque podem conservar espécies típicas do interior da floresta às quais são acrescentadas novas espécies exigentes de luz, favorecidas pela maior luminosidade da borda além das alterações na densidade local por conta da elevada dinâmica sucessional para os indivíduos lá existentes.

Observou-se que 74,8% dos indivíduos amostrados na borda encontram-se na primeira classe de diâmetro, seguindo uma tendência ao “J” invertido (Figura 2). Da segunda classe até a sexta classe de DAP, ocorre uma diminuição gradual do número de indivíduos, não havendo nenhum indivíduo da classe 80 até a classe 140 de DAP. O formato de “J” invertido, obtido na distribuição diamétrica dos indivíduos do estudo é o padrão característico de florestas inequianes, teve predominância de indivíduos nas classes até 20 cm, indicando capacidade regenerativa da área (Assunção & Felfili, 2004).

Analisando a distribuição diamétrica no interior do fragmento, nota-se que 83,4% do total de indivíduos por hectare concentram-se na classe 10 de DAP, o que significa que a comunidade arbórea analisada é constituída, na sua maioria, de indivíduos de porte pouco elevado. Da classe 20 até 50 ocorre uma redução gradativa do número de indivíduos, estando presentes 15,9% das árvores amostradas. Nas classes 110 e 130 não são amostrados nenhum indivíduo ficando, portanto, 0,7% desses distribuídos nas classes 60, 70, 80, 90, 100, 120, 140 e 150 de DAP.

Esse padrão de distribuição, muito comum em florestas tropicais, indicou a distribuição dos indivíduos em várias classes de diâmetro, com predominância nas iniciais. O elevado valor para área basal encontrado na borda pode significar que a floresta está se regenerando numa velocidade maior nesta área, corroborando com as premissas de rápida colonização e desenvolvimento de espécies oportunistas diante das favoráveis condições locais. Diante disso, as espécies de hábito heliófilo podem ser favorecidas por terem a habilidade de habitar áreas próximas à borda, apesar de que algumas espécies tolerantes à sombra possam também habitar essa região (Hentz et al., 2018).

A ausência ou o reduzido número de indivíduos nas classes mais elevadas de diâmetro pode estar relacionada à mortalidade ocasionada pelo efeito de borda, como já



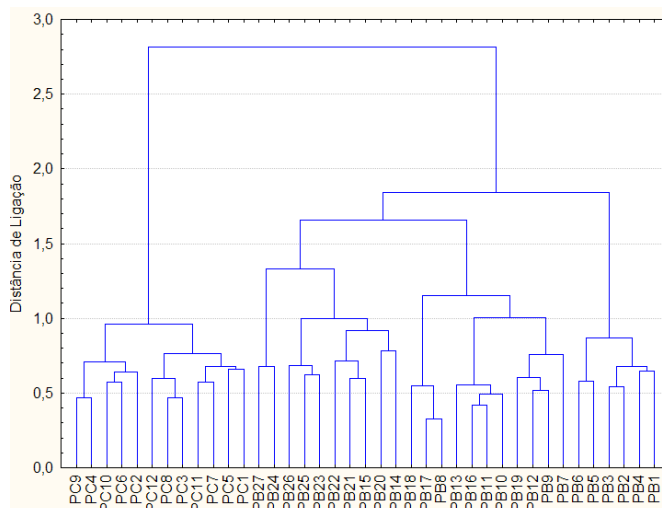
**Figura 2.** Distribuição dos indivíduos por classes de diâmetro (cm) na borda e no interior do fragmento estudado na Floresta Nacional de Pacotuba, Espírito Santo.

observado em outros fragmentos de florestas tropicais (Laurance et al., 2000), ou um crescimento descontínuo das espécies arbóreas devido à ação de algum outro fator. Paralelamente, o aumento no número de árvores pequenas, na classe 10 de DAP, pode ter sido favorecido pelas perturbações severas ocorridas no passado através da retirada de espécies arbóreas facilitando o crescimento de juvenis anteriormente estabelecidos. De acordo com Nascimento et al. (2001) isso ocorre porque em formações secundárias podem ser encontradas elevadas densidades de árvores por hectare, representados por arvoretas de pequeno porte que habitam os primeiros estratos da vegetação e indivíduos jovens de árvores de grande porte do dossel da floresta.

A partir da quantificação do índice de similaridade de Sorensen, as relações florísticas foram visualizadas por meio do dendrograma (Figura 3). Verificou-se que os maiores índices de similaridade foram encontrados entre parcelas de uma mesma área (interior ou borda). Em contrapartida, menores semelhanças foram obtidas entre parcelas alocadas nessas áreas distintas do fragmento. Das espécies amostradas nas parcelas alocadas na borda e no interior, 73 (15%) pertencem exclusivamente à área de borda, 220 (46%) ao interior, sendo 94 (20%) compartilhadas em ambas as áreas.

O dendrograma permite observar a formação de dois grandes grupos. O primeiro foi estabelecido para as parcelas alocadas no interior (de PC9 a PC1) e o segundo para as parcelas alocadas na borda (PB27 a PB1). Esse agrupamento distinto das parcelas de borda em um grupo e interior em outro grupo era esperado neste estudo, corroborando nossa hipótese de diferenciação florística entre os ambientes de borda e interior.

Inúmeros estudos sobre mudança na riqueza de espécies ao longo do gradiente borda interior têm sido realizados em diferentes partes do Brasil (Hentz et al., 2018; Sousa et al., 2017; Laurance, 2009; Laurance et al., 2000). Assim,



**Figura 3.** Dendrograma de similaridade, com base no índice de Sorensen, para as 27 parcelas na borda (PB) e as 12 parcelas no interior (PC) do fragmento florestal na Floresta Nacional de Pacotuba, Espírito Santo.

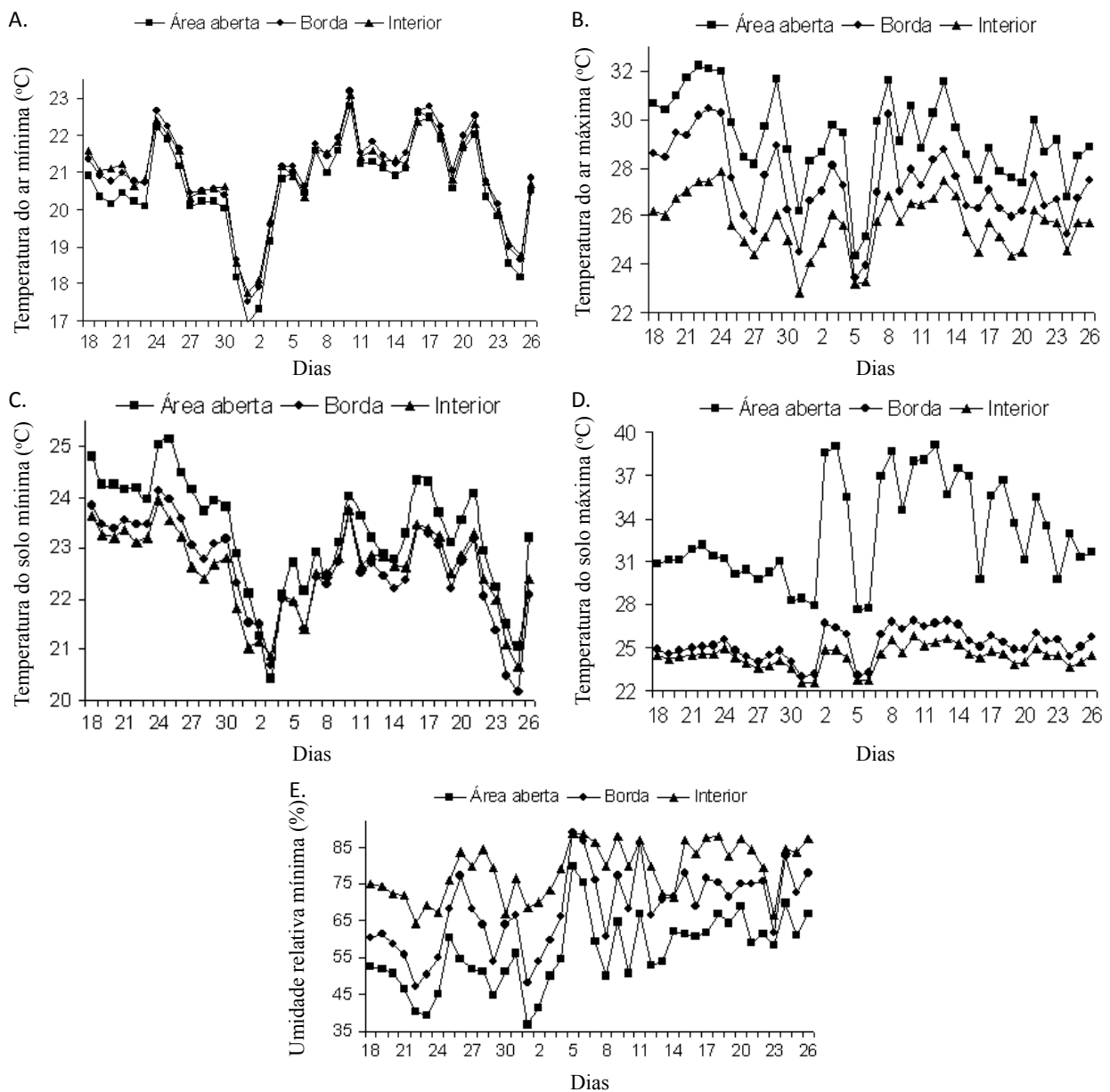
demonstrando de forma clara essa alteração de riqueza de espécies quando se direciona gradiente adentro, por conta das mudanças biológicas e ambientais que o efeito de borda promove junto do fragmento florestal. Desse modo, as áreas com processos de fragmentação atuantes afetam o tamanho e a composição das espécies no ambiente florestal, a partir da influência na resiliência e regeneração natural dos ambientes de borda ao interior pós algum processo de distúrbio natural e/ou antrópico (Sousa et al., 2017).

Verificou-se que os valores obtidos para temperatura mínima do ar apresentaram pouca diferença entre os ambientes estudados (área aberta, borda e interior), sendo que na área aberta são relatados praticamente todos os elevados valores desse parâmetro (Figura 4A). A temperatura mínima média da borda é de 0,1°C e 0,4°C maior que no

interior e na área aberta, respectivamente (Tabela 3). Por outro lado, o ambiente denominado neste estudo como área aberta, também tiveram os maiores valores de temperatura

**Tabela 3.** Valores médios de temperatura máxima e mínima do ar (°C), temperatura máxima e mínima do solo (°C) e umidade relativa do ar mínima (%) em área aberta, borda e interior de um fragmento florestal na Floresta Nacional de Pacotuba, Espírito Santo.

Parâmetros	Área aberta	Borda	Interior
Temperatura do ar mínima (°C)	20,6	21,0	20,9
Temperatura do ar máxima (°C)	29,2	27,3	25,6
Temperatura do solo mínima (°C)	22,8	22,1	22,1
Temperatura do solo máxima (°C)	33,0	25,2	24,3
Umidade relativa do ar mínima (%)	56,4	68,1	79,0



**Figura 4.** Variação diária da temperatura do ar mínima (A) e máxima (B), temperatura do solo mínima (C) e máxima (D) e umidade relativa do ar mínima (E) em ambientes de área aberta, borda e interior do fragmento florestal na Floresta Nacional de Pacotuba, Espírito Santo, para o período entre 18 de março a 26 de abril de 2008 (eixo x).

máxima do ar, seguido da borda e posteriormente do interior (Figura 4B). Com relação à temperatura máxima média, a área aberta apresenta 1,9°C e 3,6°C a mais que na borda e no interior, respectivamente.

Com relação à temperatura mínima do solo, verificou-se que a área aberta apresenta menor valor, quando comparado aos outros ambientes, em apenas um dia. Na borda a temperatura mínima do solo foi maior que no interior até o dia 3 de abril, a partir desse dia o interior da floresta que apresentou os maiores valores (Figura 4C). Assim como na temperatura máxima do ar, a temperatura máxima do solo na área aberta é maior em relação à borda e ao interior da floresta (Figura 4D). A diferença entre as temperaturas médias mínimas da área aberta com a borda e o interior é de 0,7°C. Entretanto, as maiores diferenças são observadas nos valores médios de temperatura máxima do solo onde na área aberta foi registrado 7,8°C a mais que na borda e 8,7°C a mais que no interior (Tabela 3).

Na Figura 4E é demonstrado, de certa maneira, o que era esperado para o estudo da umidade relativa mínima do ar apresentando menores valores na área aberta seguido da borda e, posteriormente, do interior. Os resultados obtidos na Tabela 3 corroboraram com essa informação, uma vez que se verificou a umidade relativa média no interior de 10,9% maior que na borda e 22,6% maior que na área aberta.

As características edáficas do fragmento podem determinar padrões espaciais da vegetação, uma vez que em diversas fitofisionomias e espécies podem ser consideradas especialistas edáficas. Esses fatores edáficos associados aos efeitos de borda decorrentes da fragmentação florestal proporcionam a formação de microclimas (Lima-Ribeiro, 2008) que favorecem o estabelecimento de espécies oportunistas, representadas neste estudo pela espécie *P. contorta*, responsável pelo elevado valor de importância na borda (Tabela 1). Em florestas com estádios sucessionais mais avançados, a presença dessas espécies está condicionada ao surgimento de clareiras pela queda de árvores ou galhos.

Os dados apresentados neste trabalho demonstram a capacidade da Floresta Estacional Semidecidual tem em manter a umidade relativa mínima do ar mais elevada, principalmente nos períodos mais quentes e úmidos do ano. Segundo Seitz (1976), provavelmente essa capacidade está vinculada à menor temperatura e movimentação do ar no interior da mata favorecendo a permanência de condições mais estáveis. A diminuição da radiação solar incidente no interior da floresta, através da barreira proporcionada pelo dossel das copas das árvores, implicando num menor aquecimento do solo e, conseqüentemente, numa menor emissão de radiação de onda longa e menor aquecimento do ar no espaço entre o solo e as copas das árvores (Smith, 1975).

A similaridade em resposta das duas áreas às mudanças sazonais na riqueza e estrutura da vegetação demonstra ligeira convergência, embora a divergência seja demonstrada nas características ambientais dos microhabitats de cada área e no número global de espécies para aquele fragmento.

## Conclusões

Considerando dois ambientes em um único fragmento florestal avaliado, de interior e borda, o presente estudo demonstrou elevada similaridade florística entre parcelas de uma mesma área, corroborando a existência de gradiente de mudança na riqueza de espécies da borda até o centro do fragmento florestal.

As temperaturas do ar e do solo tendem a diminuir da matriz antropizada em direção ao interior do fragmento, enquanto a umidade relativa do ar apresenta comportamento oposto, corroborando a conclusão anterior utilizando algumas variáveis ambientais, onde demonstra que alterações microclimáticas promovem mudanças nas composições florísticas de fragmentos florestais inventariados.

## Literatura Citada

- Abreu, K.M.P.; Silva, G.F.; Silva, A.G. Análise fitossociológica da Floresta Nacional de Pacotuba, Cachoeiro de Itapemirim, ES – Brasil. *Revista Cerne*, v.19, n.1, p.157-168, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0104-77602013000100019>.
- Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Moraes, G de.; Leonardo, J.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n.6 p.711-728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- Andrade, K.V.S.A.; Rodal, M.J.N. Fisionomia e estrutura de um remanescente de floresta estacional semidecidual de terras baixas no nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.27, n.3, p.463-474, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042004000300007>.
- The Angiosperm Phylogeny Group - APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 181, n.1, p. 1-20, 2016. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>.
- Assunção, S.L.; Felfili, J.M. Fitossociologia de um Fragmento de Cerrado sensu stricto na APA do Paranoá, DF, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, v.18, n. 4, p. 903-909. 2004. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000400021>.
- Engel, V.L.; Fonseca, R.C.B.; Oliveira, R.E. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. *Série Técnica IPEF*, v.12, n.32, p.43-64, 1998. <https://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr32/cap04.pdf>. 03 Mar. 2019.
- Esseen, P.; Renhorn, K. Edge effects on an epiphytic lichen in fragmented forests. *Conservation Biology*, v.12, n.6, p. 1307-1317, 1998. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1998.97346.x>.
- Fahrig, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Reviews of Ecology, Evolution and Systematic*. v.34, p. 487-515, 2003. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>.
- Fundação SOS Mata Atlântica. Mata Atlântica. São Paulo, 2019. <https://www.sosma.org.br>. 03 Abr. 2019.
- Garbin, M.L.; Saiter, F.Z.; Carrijo, T.T.; Peixoto, A.L. Breve histórico e classificação da vegetação capixaba. *Rodriguesia*, v. 68, n. 5, 2017. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201768521>.

- Hentz, A.M.K.; Corte, A.P.D.; Sanquetta, C.R.; Blum, C.T. Edge effect on the spatial distribution of trees in an Araucaria Rainforest fragment in Brazil. *Rodriguesia*, v.69, n. 4, p. 1937-1952, 2018. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869428>.
- Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - Incaper. Dados médios da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Cachoeiro de Itapemirim/ES (Pacotuba). [https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica-cachoeiro\\_de\\_itapemirim](https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica-cachoeiro_de_itapemirim). 25 Jun. 2019.
- Joly, C.A. Biodiversity at risk in the Americas. *Biota Neotropica*, v.18, n.3, e20180301, 2018. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-201800030001>.
- Laurance, W. F. Conserving the hottest of the hotspots. *Biological Conservation*, v.142, n.6, p.1137, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.10.011>.
- Laurance, W. F.; Delamônica, P.; Laurance, S.G.; Vasconcelos, H.L.; Lovejoy, T.E. Rainforest fragmentation kills big trees. *Nature*, v.404, n.6780, p.836, 2000. <https://doi.org/10.1038/35009032>.
- Lima, R.A.F. de; Mori, D.P.; Pitta, G.; Melito, M.O.; Bello, C.; Magnago, L.F.; Zwiener, V.P.; Saraiva, D.D.; Marques, M.C.M.; Oliveira, A.A.; Prado, P.I. How much do we know about the endangered Atlantic Forest? Reviewing nearly 70 years of information on tree community surveys. *Biodiversity and Conservation*, v.24, n.9, p. 2135-2148, 2015. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0953-1>.
- Lima-Ribeiro, M. S. Efeitos de borda sobre a vegetação e estruturação populacional em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v.22, n.2, p.535-545, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000200020>.
- Magurran, A. E. Medindo a diversidade biológica. Curitiba: UFPR, 2013. 261p.
- Mueller-Dombois, D.; Ellenberg, G.H. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547 p.
- Nascimento, A.R.T.; Longhi, S.J.; Brena, D.A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. *Ciência Florestal*, v.11, n.1, p.105-119, 2001. <https://doi.org/10.5902/19805098499>.
- Rezende, C.L.; Scarano, F.R.; Assad, E.D.; Joly, C.A.; Metzger, J.P.; Strassburg, B.B.N.; Tabarelli, M.; Fonseca, G.A.; Mittermeier, R.A. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 16, n.4, p. 208-214, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.10.002>.
- Ribeiro, M.C.; Metzger, J.P.; Martensen, A.C.; Ponzoni, F.J.; Hirota, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>.
- Scarano, F.R. Plant communities at the periphery of the Atlantic rain forest: rare-species bias and its risks for conservation. *Biological Conservation*, v. 142, n.6, p. 1201-1208, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.027>.
- Seitz, R.A. Estudo da variação da radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar no interior de uma mata de *Araucária angustifolia* em relação ao terreno livre. *Floresta*, v. 7, n.2, p. 36-45, 1976. <https://doi.org/10.5380/rev.v7i2.5807>.
- Smith, K. Principles of applied climatology. Berkshire: McGraw-Hill, 1975. 233p.
- Sousa, T.R.; Costa, F.R.C.; Bentos, T.V.; Leal Filho, N.; Mesquita, R.C.G.; Ribeiro, I.O. The effect of forest fragmentation on the soil seed bank of Central Amazonia. *Forest Ecology and Management*, v.393, p.105-112, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.03.020>.