

## Caracterização fitossanitária do componente arbóreo marginal de um trecho de linha férrea no município de Três Barras, SC

### Phytosanitary characterization of the marginal arboreal component of the railway line in the municipality of Três Barras, SC

Ricardo Gonçalves<sup>1</sup>, Rogério Antonio Krupek<sup>2</sup>

#### Resumo

---

As condições fitossanitárias de plantas arbóreas podem ser utilizadas para caracterizar comunidades vegetais, indicando condições de qualidade estrutural do componente vegetal. Assim, ambientes alterados antropicamente podem representar uma ameaça à fitossanidade. O objetivo deste estudo foi averiguar as características fitossanitárias do componente arbóreo em um trecho de 400 metros de extensão ao longo da linha férrea localizada no município de Três Barras, estado de Santa Catarina, Brasil. Foram registradas 33 espécies arbóreas, 29 gêneros e 19 famílias. Os índices ecológicos avaliados foram a abundância, densidade, riqueza e equabilidade. Foram avaliados 190 indivíduos em relação a qualidade da copa, grau de infestação de cipós e sanidade da árvore. Embora a qualidade da copa e a sanidade sejam majoritariamente boas, houve um relativo alto número de infestação de cipós. Tal ocorrência pode ser devido à condição de borda em que as plantas se encontram. Os bons índices ecológicos aliados ao baixo número de espécies arbóreas exóticas também indicam boas condições ecológicas e de fitossanidade local. Contudo, são necessários mais estudos (p. ex. florísticos e fitossociológicos) na área. A arborização urbana das proximidades aliada à formação de corredores ecológicos que liguem os fragmentos à Floresta Nacional de Três Barras pode ser uma medida de conservação e regeneração a ser explorada.

**Palavras-chave:** Árvore; Efeito de borda; Fitossanidade; Conservação.

#### Abstract

---

Phytosanitary conditions of tree plants can be used to characterize plant communities, indicating structural quality conditions of the plant component. Thus, anthropically altered environments may pose a threat to plant health. The objective of this study was to investigate the phytosanitary and ecological condition of the tree component in a stretch of 400 meters along the railway line located in the municipality of Três Barras, Santa Catarina state, Brazil. Thirty-three tree species were recorded, in addition to 54 taxonomically unidentified individuals. The ecological indices evaluated were abundance, density, richness and evenness. 190 individuals were evaluated in terms of crown quality,

---

<sup>1</sup> Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Paraná (Unespar), União da Vitória, Paraná, Brasil. Professor do Ensino Básico na Escola E.E.F. Sagrado Coração de Jesus, Canoinhas, Santa Catarina, Brasil.

<sup>2</sup> Doutor em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Assis, São Paulo, Brasil. Professor Adjunto da Universidade Estadual do Paraná (Unespar), União da Vitória, Paraná, Brasil. *E-mail:* rogerio.krupek@unespar.edu.br

degree of liana infestation and tree health. Although canopy quality and health are mostly good, there was a relatively high number of vine infestations. Such an occurrence may be due to the edge condition in which the plants are located. The good ecological indices combined with the low number of exotic tree species also indicate good ecological conditions and local plant health. However, more studies are needed in the area. Urban afforestation, combined with the formation of ecological corridors that connect the fragments to the Três Barras National Forest, can be a conservation and regeneration measure to be explored.

**Keywords:** Tree; Edge effect; Plant health; Conservation.

## Introdução

A Floresta Ombrófila Mista (FOM), também chamada de “mata-de-araucárias” ou “pinheiral”,<sup>(1)</sup> é uma região fitoecológica pertencente ao Bioma Mata Atlântica.<sup>(2)</sup> Devido ao avanço da silvicultura e da colonização na área a partir de 1910, a FOM foi devastada e substituída por monoculturas de espécies exóticas, como o *pinus* e o eucalipto. Atualmente, algumas estimativas apontam que a distribuição da FOM compreende cerca de 3% de sua área original. Por este motivo, hoje a fitofisionomia da FOM apresenta-se fragmentada.<sup>(3-5)</sup>

A fragmentação consolidou-se quando a maior madeireira da América do Sul, a Southern Brazil Lumber and Colonization Company, instalou-se no município de Três Barras e, em 1912, deu início às suas atividades exploratórias na FOM da região. No ano seguinte, com a chegada do ramal de São Francisco da Estrada Férrea São Paulo - Rio Grande (EFSPRG), o município conectou-se a uma ampla rede de exploração de madeira. Como resultado, o Planalto Norte Catarinense, na Região Hidrográfica Planalto de Canoinhas, tornou-se uma relevante área de extrativismo de madeira. A madeira das espécies *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze (pinheiro-do-paraná) e da *Ocotea porosa* (Nees e Mart.) Barroso (imbuia) manteve a indústria moveleira no Brasil e também no comércio exterior durante décadas. Esta exploração, que perdurou pela maior parte do século XX, promoveu a descaracterização e fragmentação da vegetação natural. Na década de 1970, a silvicultura, a colonização das áreas desmatadas e o reflorestamento com espécies exóticas, culminaram no esgotamento das florestas nativas.<sup>(3,6)</sup>

Atualmente, com a desativação das linhas férreas, restaram fragmentos de comunidades vegetais que fazem fronteira com áreas de reflorestamento, agricultura e urbanização e que persistem sob condições que não se apresentam como ideais ao desenvolvimento natural dessas comunidades. Tais condições de antropização e a falta de medidas de conservação têm relevante impacto negativo nos processos sucessionais de regeneração natural e recuperação da paisagem.<sup>(7)</sup> Segundo a literatura,<sup>(8)</sup> devido à alteração, degradação ou devastação das áreas, observa-se a invasão por espécies recolonizadoras autóctones ou alóctones em estreita influência das condições gerais do ambiente antropizado. Neste sentido, o presente estudo busca reconhecer quais são as características fitossanitárias da comunidade vegetal arbórea no entorno de um trecho da EFSPRG, no município de Três Barras, Santa Catarina, a fim de oferecer parâmetros para ações de conservação e regeneração da mata nativa.

## Material e Métodos

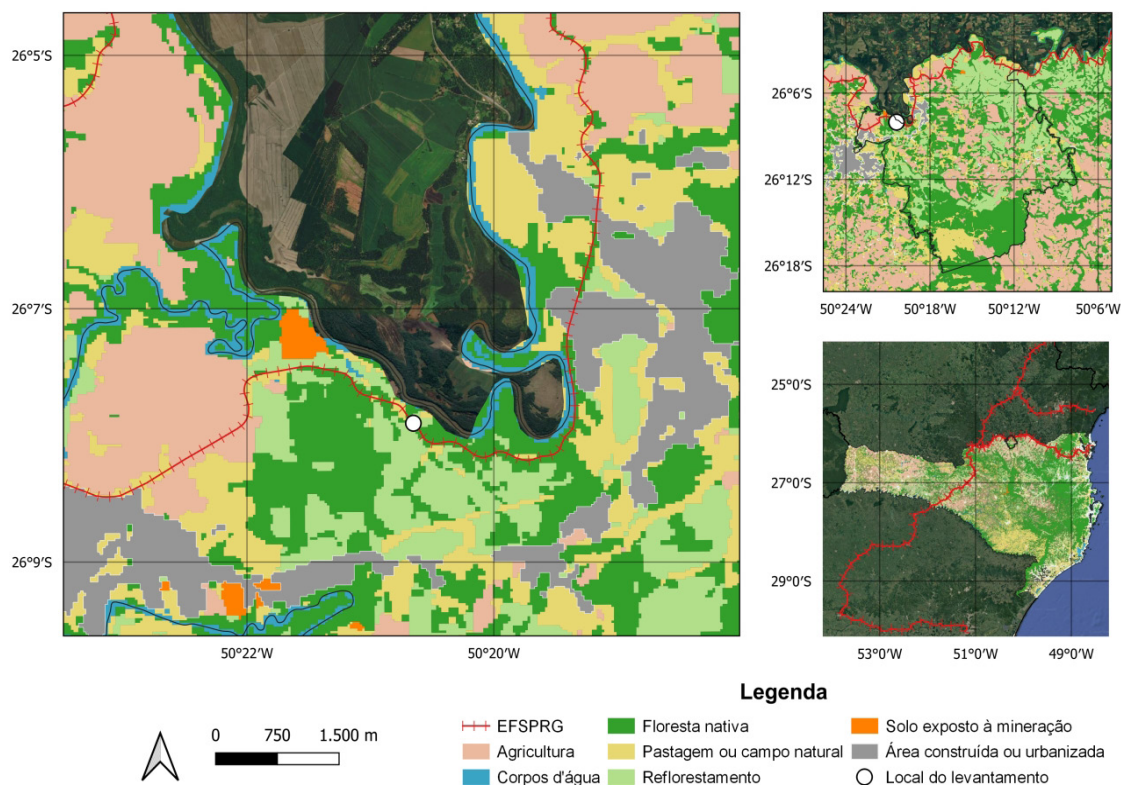
### *Caracterização da área de estudo*

O município de Três Barras está localizado no Planalto Norte Catarinense, na latitude 26°06' 21.6"S e longitude 50°19'19.2"W, possuindo uma área territorial de 436,496 km<sup>2</sup>, população estimada em 19.455 habitantes e densidade demográfica de 41,43 hab/km<sup>2</sup>.<sup>(9)</sup> Sua altitude varia de 730 m a 800 m acima do nível do mar e o relevo é plano a levemente ondulado, com elevações inferiores a 30 metros.<sup>(10-11)</sup> O clima, segundo a classificação proposta por Köppen, é do tipo Cfb, mesotérmico úmido, sem estação seca, com verões amenos e, no

inverno, geadas frequentes, além de baixa intensidade luminosa.<sup>(12-14)</sup> A temperatura média anual varia de 15,5 a 17,0 °C e a precipitação pluviométrica total anual varia entre 1.360 mm e 1.670 mm.<sup>(15)</sup> O sub-bosque de FOM, caracterizado pela associação entre araucária (*A. angustifolia*) e a imbuia (*O. porosa*), abrange uma ampla região, que perpassa pelo Planalto do Contestado, onde está situado o município de Três Barras, e se estende por toda

a parte central do estado do Paraná.<sup>(6)</sup> A área de amostragem (escolhida com base na presença de vestígios de vegetação marginal e acessibilidade) é parte de duas faixas estreitas e contínuas de vegetação, cercadas por monoculturas de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp., e que ocorrem cada uma de um dos lados das margens de um trecho ao longo da EFSPRG, localizado no município de Três Barras, estado de Santa Catarina (Figura 1).

**Figura 1** - Mapa da área de estudo, com destaque para a Estrada Férrea São Paulo - Rio Grande (EFSPRG), cobertura vegetal e uso da terra, localizada em Santa Catarina, Brasil.



Fonte: os autores.

### Coleta de material botânico

Após algumas visitas de reconhecimento, foi delimitado um total de 400 m de extensão ao longo da linha férrea (200 m em cada margem), de acordo com a fisionomia da área, considerando as seguintes características: a ocorrência de espécimes arbóreos, a acessibilidade e a capacidade de amostrar diferenças florísticas eventualmente existentes e possivelmente associadas à área. O trecho selecionado, localizado na latitude 26°07'59.3"S e

longitude 50°20'24.7"W, foi analisado considerando os 400 metros de comprimento por 1 metro de largura, a partir da primeira árvore mais próxima da linha férrea em direção à vegetação circundante. O método utilizado assemelha-se à técnica de "caminhamento" e suas variações, com o estabelecimento de linhas de caminhada em meio à vegetação.<sup>(16)</sup> As amostragens foram realizadas entre março e setembro de 2022, sendo que todas as plantas arbóreas (DAP > 15 cm) dentro da área amostral foram avaliadas.

O material coletado foi identificado por comparação com exsicatas presentes no acervo do Herbário Cachoeiras Vale do Iguaçu (HCVI) da Unespar, *campus* de União da Vitória, Paraná, além de consultas à bibliografia especializada. Exemplares coletados de cada espécie foram depositados no herbário HCVI. A nomenclatura científica seguiu as normas propostas pelo APG II (*Angiosperm Phylogeny Group* II), com o auxílio de bibliografia específica.<sup>(17)</sup> Para realização do levantamento fitossociológico, a caracterização da comunidade vegetal foi realizada através do inventário de todas as espécies amostradas. Todas as plantas arbóreas foram quantificadas e classificadas quanto à família, ao gênero e à espécie.

#### *Avaliação da fitossanidade arbórea*

Para a avaliação da fitossanidade,<sup>(18)</sup> foram coletados os dados a seguir: a) qualidade de copa para cada indivíduo amostrado, considerando: 1 - Boa (inteira e bem distribuída); 2 - Regular (alguns galhos quebrados); 3 - Inferior (metade ou mais da copa quebrada); b) grau de infestação de cipós, considerando: 1 - Nenhum cipó; 2 - Cipós somente no tronco; 3 - Cipós somente na copa; 4 - Cipós no tronco e na copa; c) sanidade da árvore, classificada como: 1 - boa; 2 - regular; 3 - ruim. Tais dados fitossanitários foram escolhidos devido à facilidade de aplicação por qualquer indivíduo. Todas as amostragens foram realizadas pela mesma pessoa a fim de padronizar os dados.

As espécies foram ainda classificadas em quatro grupos ecológicos,<sup>(19)</sup> sendo eles: Pioneiras (P); Secundárias iniciais (SI); Secundárias tardias (ST), Clímax (CL); e Indeterminadas (I), espécies que não se enquadram nas categorias anteriores.

#### *Análise dos dados*

Com os dados da classificação e quantificação das espécies coletadas foi possível calcular a riqueza de espécies, a abundância e abundância relativa de cada espécie. O Índice de Riqueza (S) foi considerado como o número total de espécies encontradas na amostra. A abundância foi considerada como o número total de indivíduos amostrados na *i*-ésima espécie. A abundância relativa foi calculada dividindo-se o número total de indivíduos amostrados na *i*-ésima espécie pelo número total de indivíduos na amostra. O índice de Shannon (H') foi utilizado para o cálculo da diversidade. Também foi calculada a equabilidade através do índice de Pielou (J).

### **Resultados e Discussão**

Foi identificado um total de 33 espécies arbóreas, pertencentes a 29 gêneros e 19 famílias botânicas. Entretanto, esse número pode ser maior, em razão da impossibilidade de identificação de 54 exemplares devido à falta de material com caracteres diagnósticos confiáveis. As espécies ocorrentes na área amostrada são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** - Espécies amostradas ao longo da linha férrea EFSPRG (Estrada Férrea São Paulo - Rio Grande) na região de Três Barras, estado de Santa Catarina, Brasil.

<b>Espécie</b>	<b>Número de indivíduos</b>	<b>Origem</b>	<b>Grupo ecológico</b>
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil. <i>et al.</i> ) Hieron. ex Niederl.	8	N	P
<i>Aspidosperma australe</i> Müll. Arg.	1	N	CL
<i>Baccharis</i> sp.	2	N	P
<i>Bauhinia forficata</i> Link.	1	N	P
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	1	N	ST

*Continua*

## Continuação

<i>Casearia decandra</i> Jacq.	1	N	SI
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	2	N	P
<i>Citrus</i> sp.	1	E	I
<i>Cordyline spectabilis</i> Kunth. & Bouché	1	N	P
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	14	N	SI
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	12	N	SI
<i>Eugenia uniflora</i> L.	2	N	SI
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	1	N	CL
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	1	N	SI
<i>Jacaranda micranta</i> Cham.	4	N	P
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand.	12	N	P
<i>Meliosma sellowii</i> Urb.	2	N	ST
<i>Mimosa scabrela</i> Benth.	1	N	P
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	16	N	SI
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees.	1	N	ST
<i>Nectandra megapotamica</i> (Sprengel) Mez.	1	N	ST
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees.	2	N	SI
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	4	N	P
<i>Prunus sellowii</i> Koehne	1	N	SI
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> var. <i>pubescens</i> (Reissek) M.C. Johnst.	8	N	P
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	5	N	P
<i>Sessea regnellii</i> Taub.	5	N	P
<i>Solanum bullatum</i> Vell.	14	N	P
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	2	N	SI
<i>Syagrus romanzofiana</i> (Cham.) Glasman.	3	N	SI
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	1	N	P
<i>Xylosma ciliatifolium</i> (Clos.) Eichler	1	N	SI
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	5	N	SI
Indeterminadas	54	-	-

**Nota:** Pioneiras (PI); Secundárias iniciais (SI); Secundárias tardias (ST); Clímax (CL); Indeterminadas (I).

**Fonte:** os autores.

O número total de indivíduos (n= 190) registrados nas parcelas pode ser considerado relativamente alto, considerando o efeito antrópico ao qual a área esteve e está submetida. A fragmentação e o isolamento da área expõem a periferia do fragmento ao efeito de borda, onde as plantas limítrofes sofrem influência direta de diferentes fontes impactantes, como ventos diretos, alta radiação solar e temperatura e baixa umidade. Isto pode, em última

instância, gerar certo grau de seleção de poucas espécies capazes de suportar e utilizar os ambientes de borda como área de desenvolvimento.<sup>(20-23)</sup> O alto número de indivíduos registrados na área amostrada e o alto índice de riqueza (S= 33) podem ser indicativos de qualidade ambiental da região, apesar do efeito danoso (biótico e abiótico) temporal da presença da linha férrea. Neste sentido, o resultado obtido pelo índice de Shannon-Wiener

( $H' = 2,755$ ) sugere que a comunidade vegetal apresenta uma diversidade elevada. Considerando que a distribuição de espécies nestes ambientes ecotonais (regiões de borda como neste trabalho) reflete o nível de adaptabilidade frente a pressões de seleção,<sup>(24-25)</sup> pode-se aventar que o local apresenta mais que apenas condições básicas essenciais à sobrevivência das espécies ali ocorrentes.

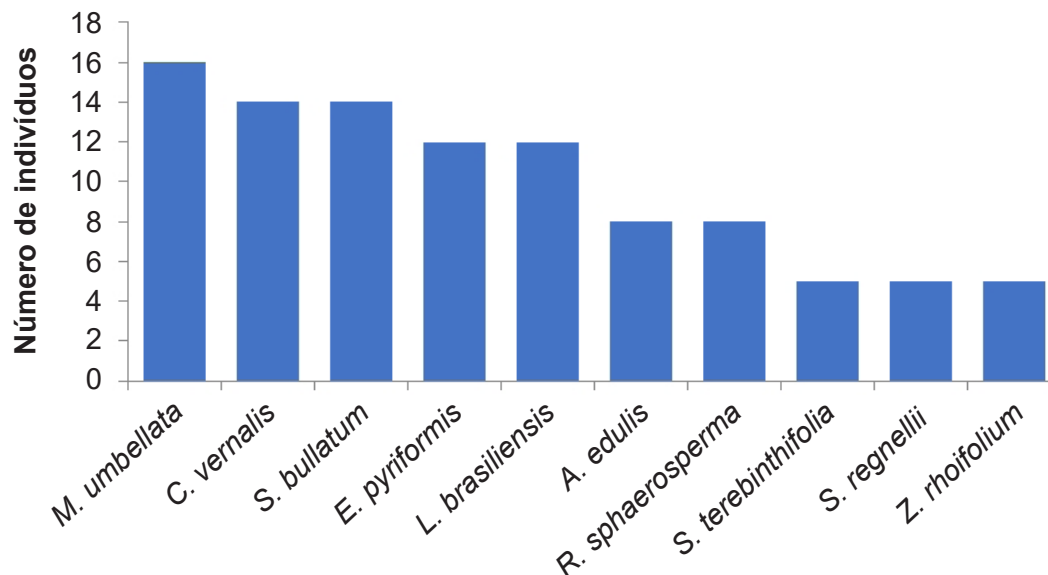
Quando consideramos a área amostral (e métodos de amostragem similar), nossos resultados mostram valores de densidade (0,47 ind./m<sup>2</sup>) maiores em comparação com os resultados encontrados em outros estudos com FOM;<sup>(21)</sup> registraram 1.457 indivíduos em uma área amostral de 10.000 m<sup>2</sup>, com uma densidade de 0,14 ind./m<sup>2</sup>;<sup>(2)</sup> encontraram uma densidade de 0,25 ind./m<sup>2</sup> em uma área de FOM Montana antropizada;<sup>(26)</sup> registraram uma densidade de 0,13 ind./m<sup>2</sup> em um fragmento de FOM Alto-Montana;<sup>(27)</sup> registraram uma densidade de 0,14 ind./m<sup>2</sup> em um estudo com a vegetação arbórea regenerante em um fragmento de FOM.

Estudos recentes<sup>(20-23)</sup> têm corroborado a tese de que áreas de borda podem ter maior densidade de plantas do que áreas no interior da floresta. Entre os fatores apontados para isso estão o esta-

belecimento e crescimento de espécies pioneiras e secundárias adaptadas a condições de alta luminosidade; a maior taxa de recrutamento devido à maior mortalidade de espécies tardias e de grande porte, o que resulta em um número maior de plantas menores (mais baixas e caule mais delgado) por área de cobertura; e a condição mais homogênea da estrutura vegetacional no interior da mata quando comparado com ambientes de borda, mais heterogêneos em relação às condições microclimáticas. Neste sentido, o resultado obtido pelo índice de equabilidade ( $J = 0,083$ ) sugere que a distribuição de indivíduos entre as espécies é bastante desigual. A distribuição das espécies em grupos ecológicos revelou uma predominância de espécies pioneiras ( $n = 15$ ; 44,1%), seguida de secundárias iniciais ( $n = 12$ ; 35,4%), secundárias tardias ( $n = 4$ ; 11,7%), clímax ( $n = 2$ ; 5,9%) e indeterminadas ( $n = 1$ ; 2,9%). Tais resultados reforçam a condição regenerativa do local.

Apenas 10 espécies foram responsáveis por mais da metade (52,2%) dos indivíduos presentes no local de estudo. As espécies com maior número de indivíduos amostrados na área de estudo estão representadas na Figura 2.

**Figura 2** - Distribuição do número de indivíduos para as espécies mais representativas registradas na área de borda do trecho de linha férrea amostrado no município de Três Barras, estado de Santa Catarina, Brasil.



Fonte: os autores.

Os efeitos bióticos e abióticos mais acentuados nas regiões de borda provocam alterações na composição e distribuição de espécies, sendo um destes efeitos o aumento da densidade de indivíduos da mesma espécie, causado pela maior produtividade primária promovida pelos altos níveis de radiação solar.<sup>(28)</sup> Tal efeito, realmente observado em campo, com a presença de vários indivíduos da mesma espécie ocorrendo proximamente umas das outras,<sup>(29)</sup> afirma que indivíduos próximos da mesma espécie, do mesmo gênero, ou até da mesma família, contribuem para o aumento da susceptibilidade a doenças e pragas, facilitando sua proliferação. Considerando que na área de estudo foi verificado um alto número de indivíduos da mesma espécie, é provável que isto tenha promovido uma

diminuição da condição fitossanitária de alguns indivíduos avaliados. Em adição, todas as espécies mais representativas neste estudo apresentam frutos com grande atrativo visual a diferentes tipos de dispersores, o que pode também ser um fator importante no processo de dispersão de sementes e consequente ocupação inicial nesta área. A maior parte dessas espécies apresentam aves como dispersores e alguns frutos e sementes são dispersos por morcegos e macacos, como o bugio-ruivo (*Alouatta guariba*), animal categorizado como vulnerável pela Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da International Union for Conservation of Nature (IUCN).<sup>(30)</sup> Os detalhes sobre a dispersão de frutos e sementes estão dispostos na Tabela 2, a seguir.

**Tabela 2** - Relação entre as espécies mais representativas na amostragem e sua dispersão de frutos e sementes, registradas na área de borda do trecho de linha férrea amostrado no município de Três Barras, estado de Santa Catarina, Brasil.

Espécie	Dispersão de frutos e sementes
<i>A. edulis</i>	Barocoria, ornitocoria e por mamíferos como o macaco-bugio
<i>C. vernalis</i>	Ornitocoria
<i>E. pyriformis</i>	Barocoria, ornitocoria e por mamíferos como macacos
<i>L. brasiliensis</i>	Anemocoria e zoocoria
<i>M. umbellata</i>	Ornitocoria e por mamíferos como o macaco-bugio
<i>R. sphaerosperma</i>	Zoocoria
<i>S. bullatum</i>	Quiropterocoria e macaco-bugio
<i>S. regnellii</i>	Autocoria
<i>S. terebinthifolia</i>	Ornitocoria
<i>Z. rhoifolium</i>	Ornitocoria

**Fonte:** os autores.

Destaca-se ainda a ausência das espécies nativas *A. angustifolia* e *Dicksonia sellowiana* Hook. (xaxim), muito comuns na região de estudo. A ausência destas plantas, ambas ameaçadas de extinção, é uma preocupação e pode servir como alerta para os efeitos do desmatamento e uso ilegal destas espécies. Em relação à origem, apenas um táxon (*Citrus* sp.) registrado é exótico. Da mesma forma, chama a atenção a ausência de algumas espécies

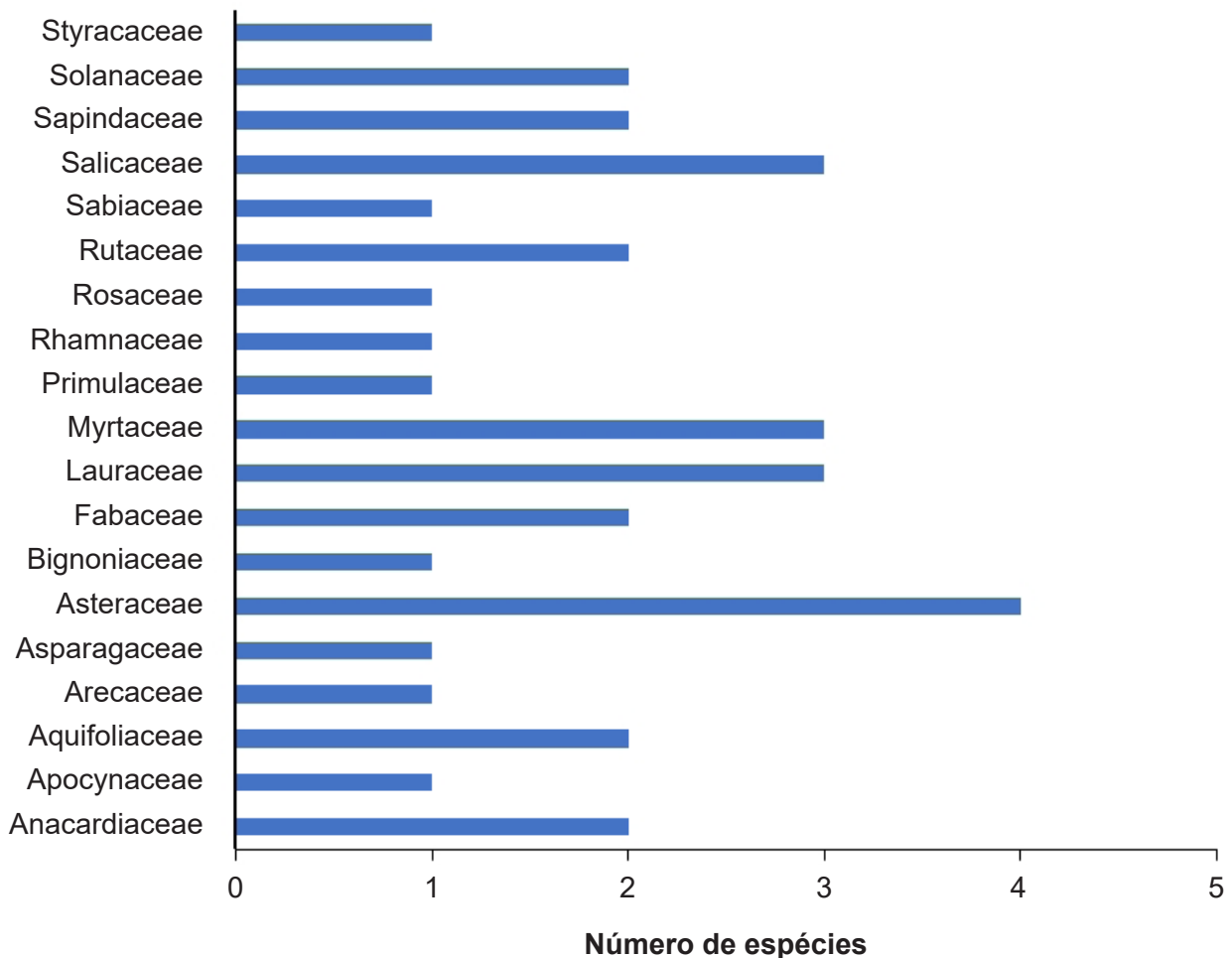
exóticas invasoras, como aquelas dos gêneros *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp., muito comuns na região devido ao seu amplo uso comercial e facilidade de dispersão e ocupação de ambientes antropizados e até mesmo preservados. A maior causa da contaminação biológica por espécies exóticas é a interferência humana, que na região de estudo é relativamente alta. Segundo<sup>(31)</sup> a FOM sofre diferentes tipos de interferências, que vai desde competição

até a extinção de espécies nativas por conta da introdução de espécies exóticas. Dessa forma, mesmo havendo plantações de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. muito próximas da área amostrada, a presença de um único táxon exótico e a completa predominância das plantas nativas no local demonstra uma boa condição florística local.

Todas as famílias botânicas registradas são tipicamente encontradas na região de estudo, caracterizado pela fitofisionomia de Floresta Ombrófila Mista. As famílias melhor representadas

(Asteraceae, Myrtaceae, Lauraceae e Salicaceae) são ricas em espécies neste tipo de fitofisionomia e devido a isto possuem maior probabilidade de se registrar indivíduos destas famílias nas áreas de borda.<sup>(21)</sup> Também registraram as mesmas famílias (com exceção de Salicaceae) como as mais abundantes numa região de borda no município de Bom Jardim da Serra, estado de Santa Catarina. As famílias botânicas que apresentaram representantes dentro da área de amostragem estão representadas na Figura 3.

**Figura 3** - Distribuição do número de espécies dentro das famílias amostradas na área de borda do trecho de linha férrea amostrado no município de Três Barras, estado de Santa Catarina, Brasil.



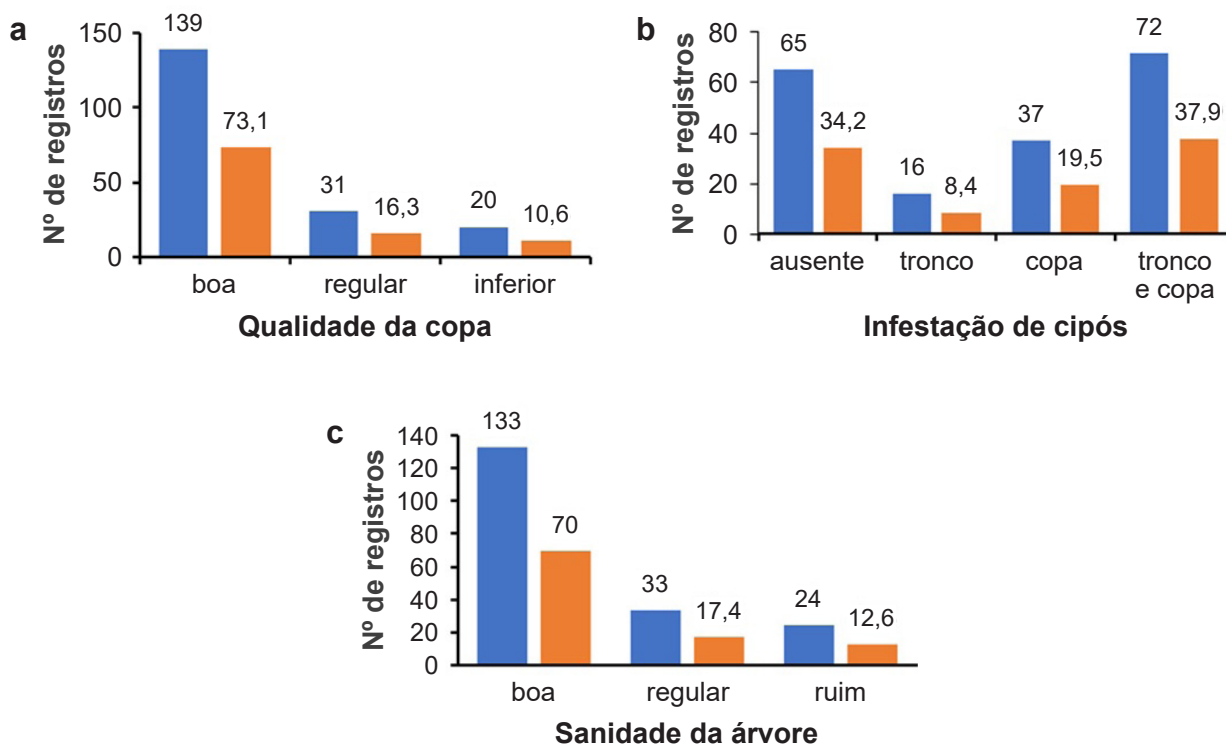
**Fonte:** os autores.

Considerando os dados de fitossanidade das árvores avaliadas e o ambiente estressante a que estão submetidas, é possível afirmar que as plantas na área de estudo apresentam uma boa condição

estrutural, com capacidade de desenvolvimento pleno. A avaliação visual da sanidade dos indivíduos foi sintetizada graficamente e está apresentada na Figura 4.



**Figura 4** - Parâmetros de fitossanidade observados para os indivíduos ocorrentes no trecho da linha férrea no município de Três Barras, estado de Santa Catarina, Brasil. a) qualidade da copa; b) grau de infestação de cipós; c) sanidade da árvore. ■ = número de indivíduos; ■ = porcentagem de registros.



Fonte: os autores.

Outros autores<sup>(32)</sup> observaram valores ainda melhores (92,7% de qualidade de copa “boa”; 94,7% com ausência de cipós; 98,6% com sanidade “boa”). Destacamos, entretanto, que esse estudo foi desenvolvido em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa localizado no estado de São Paulo, que embora alterado entropicamente, priorizou áreas no interior da mata e não em áreas de borda.

Neste sentido, nota-se a grande discrepância na presença de cipós entre os dois estudos. Segundo<sup>(32)</sup> a ausência de cipós é um fator positivo, pois reflete a boa condição de desenvolvimento das espécies arbóreas, dificultando o processo de infestação por cipós. Embora a presença de cipós, principalmente em condições naturais, nem sempre caracterize dano ambiental, a quantidade de cipós pode expressar o grau de sanidade de uma área, podendo mesmo ser usado como um indicador do estado de conservação florestal.<sup>(33)</sup> Na área estudada, 65,8% dos indivíduos apresentaram algum tipo de

infestação de cipós em sua estrutura. Isso pode ser um reflexo direto da área mostrada, pois os cipós competem diretamente com as plantas arbóreas pela luminosidade.<sup>(34)</sup> Assim, regiões de borda apresentam maior disponibilidade de luz e, conseqüentemente, maior chance de desenvolvimento de cipós.

A presença elevada de cipós também está relacionada com outros efeitos danosos, como deformações no tronco e interferência no equilíbrio da planta,<sup>(33)</sup> o que foi evidenciado em alguns indivíduos. Contudo, os resultados obtidos para “qualidade da copa” (73,1% boa) e “sanidade da árvore” (70% boa) mostram que, de modo geral, a comum presença de cipós não parece estar refletindo na qualidade estrutural das plantas presentes na área. A presença de danos nas copas e na estrutura geral das plantas avaliadas é comum em ambientes alterados. Em áreas urbanas, como neste estudo, é comum registrar baixos valores de fitossanidade de seu componente arbóreo.<sup>(35)</sup>

A fragmentação é um dos principais motivos de perda da biodiversidade, causando isolamento de ecossistemas e diminuição da diversidade genética. Tais fatores podem levar a uma diminuição das populações, aumentando os riscos de extinção de espécies. Além disso, estes efeitos também afetam a capacidade da floresta de fornecer serviços ecossistêmicos que nos são úteis, como o sequestro de carbono.<sup>(36-37)</sup> Em florestas tropicais, a fragmentação e o efeito de borda associado podem levar à defaunação e a perda das relações mutualísticas das quais a vegetação depende para a polinização e dispersão de frutos e sementes.<sup>(38-39)</sup>

Em um estudo realizado na Mata Atlântica, focado no extrato arbóreo,<sup>(38)</sup> foi identificado que bordas de fragmentos sofreram maior perda de espécies e mudanças na estrutura da comunidade, se comparados com o interior de fragmentos. No entanto, apesar desses fragmentos não sofrerem perda de riqueza funcional, com a diminuição dos fragmentos foi observada a diminuição da diversidade de traços funcionais, impactando negativamente a redundância funcional e a resiliência do ecossistema.<sup>(40)</sup> Ao estudarem fragmentos de Floresta Ombrófila Mista (FOM) com histórico de silvicultura e reflorestamento com *pinus* e eucalipto, identificaram semelhanças quanto à estrutura e guildas funcionais entre os fragmentos, sinalizando um processo de homogeneização biótica e erosão funcional dos ecossistemas florestais. Segundo os autores, provavelmente a maior parte dos fragmentos de FOM pode estar sofrendo um processo gradual de empobrecimento da biodiversidade devido à invasão de espécies autóctones ou alóctones, mesmo que não sofram interferência humana significativa há décadas.

Neste sentido, faz-se relevante que estudos multidisciplinares sejam realizados visando à recuperação e conservação da FOM, haja vista que tais medidas envolvem uma série de desafios ecológicos, sociais e políticos, que exigem abordagens integradas. Além disso, as ações de conservação e restauração devem levar em consideração as especificidades locais e as demandas das comunidades envolvidas.

Destaca-se, no município de Três Barras, a presença da Floresta Nacional de Três Barras (FLONA), um remanescente de FOM constituído de 31,46% de florestas naturais e com 4.458,50 ha de área. Entre as alternativas para a conservação e recuperação dos fragmentos de FOM no município, destacamos a possibilidade de conexão entre estes fragmentos e florestas urbanas com a FLONA por meio da arborização e do estabelecimento de corredores ecológicos. Com isso, evita-se o isolamento genético da fauna e da flora, contornando alguns dos principais problemas causados pela fragmentação. Além disso, tais medidas podem fornecer serviços ecológicos importantes, como o sequestro de carbono, redução da poluição química, atmosférica e sonora, diminuição dos efeitos de ilhas de calor, maior disponibilidade e qualidade da água, menor erosão nas encostas e menor assoreamento de rios.<sup>(41)</sup> Os fragmentos de mata podem servir como trampolins para espécies capazes de movimentar-se entre eles, mas para a permanência de espécies é necessário o estabelecimento de populações e, para tal, são necessários estudos que identifiquem áreas prioritárias para conservação que atendam critérios ecológicos.<sup>(42)</sup>

Aliado a isso, o mecanismo de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) se impõe à devastação ambiental, reconhecendo os serviços ecológicos e seus benefícios para a sociedade e buscando a conservação de ecossistemas naturais através de benefícios fiscais, com foco nos remanescentes florestais situados em áreas privadas.<sup>(43-44)</sup> Dessa forma, com o incentivo econômico ao serviço prestado de conservação da biodiversidade, um agricultor típico poderia modificar seu comportamento em direção a práticas sustentáveis e de recuperação ambiental,<sup>(45)</sup> avaliaram quatro projetos de PSA na FOM, incluindo um projeto de corredor ecológico que tem como público-alvo pequenos agricultores e oferece compensação financeira por hectare preservado ou recuperado. Apesar de o modelo não estar isento de críticas, dado o contexto de pressão antrópica constante da FOM, tais projetos são estratégias válidas de aliar valoração da biodiversidade e conservação, segundo os autores.

## Conclusão

A Floresta Ombrófila Mista sofreu e sofre grande pressão antrópica, desde a instalação da Estrada Férrea São Paulo - Rio Grande, no ápice do extrativismo predatório da mata-de-araucárias, até os dias atuais, com os reflorestamentos com monoculturas de espécies exóticas e a expansão agrícola que disputam espaço com as áreas naturais degradadas. Essa influência resultou, em muitos casos, na fragmentação e isolamento das áreas remanescentes de FOM, ocasionando o efeito de borda com possíveis efeitos deletérios à fitossanidade e riqueza de espécies, advindos das alterações na estrutura, composição e dinâmica da vegetação. Na área estudada, foi observado o aumento da densidade de indivíduos da mesma espécie, causado pela maior produtividade primária nessa região de borda, e grande quantidade de indivíduos com algum grau de infestação de cipós, o que pode estar relacionado com o efeito de borda, com o alto índice de plantas pioneiras e a competição direta pela luminosidade nessas áreas. Além disso, a distribuição de indivíduos entre as espécies é bastante desigual. Constatou-se também a ausência das espécies *A. angustifolia* e *D. sellowiana*, ambas ameaçadas de extinção. Contudo, os bons índices de “qualidade de copa” e “sanidade”, aliados à grande riqueza de espécies encontradas, bem como a ocorrência de elevada densidade, demonstram boa condição estrutural, com bom potencial de sobrevivência e capacidade de desenvolvimento pleno. Tais características podem ser interpretadas como bons sinais de resiliência às pressões antrópicas. Além disso, a ausência de espécies exóticas como *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. na área amostrada, apesar da presença de monoculturas dessas espécies ao entorno da mesma, corroboram este entendimento. No entanto, análises multidisciplinares futuras se fazem necessárias para o melhor entendimento da área e para o estabelecimento de medidas de conservação e regeneração dos fragmentos de mata nativa. Apesar disso, o estabelecimento de corredores ecológicos ligando os fragmentos à FLONA e com subsídio dos PSAs podem representar uma boa alternativa para aliviar a pressão antrópica da área.

## Referências

- 1 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Manual técnico da vegetação brasileira [Internet]. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE; 2012 [citado 2023 out 5]. Disponível em: <https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/manual-tecnico-da-vegetacao-brasileira.pdf>
- 2 Martins PJ, Mazonjá JB, Matinkoski L, Benin CC, Watzlawick LF. Dinâmica da vegetação arbórea em floresta ombrófila mista montana antropizada. *Floresta Ambient.* 2017;24:1-12. doi: 10.1590/2179-8087.097014.
- 3 Carvalho MMX. Uma grande empresa em meio à floresta: a história da devastação da floresta com araucária e a Southern Brazil Lumber and Colonization (1870-1970). [tese]. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina; 2010.
- 4 Santana LD, Ribeiro JHC, Ivanauskas NM, Carvalho FA. Estrutura, diversidade e heterogeneidade de uma floresta ombrófila mista altomontana em seu extremo norte de distribuição (Minas Gerais). *Ciênc Florest.* 2018;2(2):567-79. doi: 10.5902/1980509832039.
- 5 Stepka TD, Camargo AD, Ruthes DJ, Budant Sobrinho J, Lisboa GS, Roik M. Alterações florísticas e estruturais em um fragmento de floresta ombrófila mista no planalto norte catarinense. *Nativa.* 2016;4(4):222-30. doi: 10.14583/2318-7670.v04n04a07.
- 6 Carvalho MMX. O desmatamento das florestas de araucária e o Médio Vale do Iguaçu: uma história de riqueza madeireira e colonizações. [dissertação]. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina; 2006.
- 7 Calgaro HF, Buzetti S, Silva LR, Stefanini L, Miranda LPM, Moraes MA, Moraes MLT. Distribuição natural de espécies arbóreas em áreas com diferentes níveis de antropização e relação com os atributos químicos do solo. *Rev Árvo-re.* 2015;39(2):233-43. doi: 10.1590/0100-67622015000200003.
- 8 Leite PF. As diferentes unidades fitoecológicas da região sul do Brasil: proposta de classificação. [dissertação]. Curitiba (PR): Universidade Federal do Paraná; 1994.

- 9 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). IBGE divulga estimativa da população dos municípios para 2021 [Internet]. 2021 set 08 [citado 2022 dez 10]. Disponível em: [https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/31461-ibge-divulga-estimativa-da-populacao-dos-municipios-para-2021#:~:text=Em%201%C2%BA%20de%20julho%20de,\(2%2C9%20milh%C3%B5es\)](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/31461-ibge-divulga-estimativa-da-populacao-dos-municipios-para-2021#:~:text=Em%201%C2%BA%20de%20julho%20de,(2%2C9%20milh%C3%B5es))
- 10 Oliveira BR, Santos JE, Zanin EM, Oliveira ML. Dinâmica dos usos da terra do entorno da Floresta Nacional de Três Barras, Santa Catarina, Brasil. *Natureza Online* [Internet]. 2016 [citado 2023 out 5];14(2):44-55. Disponível: <http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/NOL20151004%20formatado%20final.pdf>
- 11 Zechini AA, Schussler G, Silva JZ, Mattos AG, Peroni N, Mantovani A, Reis MS. Produção, comercialização e identificação de variedades de pinhão no entorno da Floresta Nacional de Três Barras - SC. *Biodivers Bras.* 2012;2(2):74-82. doi: 10.37002/biobrasil.v2i2.275.
- 12 Filippon S. Aspectos da demografia, fenologia e uso tradicional do Caraguatá (*Bromelia antiacantha* Bertol.) no Planalto Norte Catarinense. [dissertação]. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina; 2009.
- 13 Hanisch AL, Balbinot Junior AA, Vogt GA, Calsa R. Estrutura e composição florística de uma área de caíva com extração de erva-mate e pastejo animal no planalto norte catarinense. In: Anais do 2º Seminário Sobre Inventário Florestal. Blumenau (SC): Universidade Regional de Blumenau; 2011.
- 14 Meurer AZ. Caracterização química e climática de populações naturais de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) no Planalto Norte Catarinense. [dissertação]. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina; 2012.
- 15 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Plano de Manejo da Floresta Nacional de Três Barras [Internet]. Brasília - DF: ICMBio; 2016 [citado 2022 dez 11]. v. 1. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/mata-atlantica/lista-de-ucs/flona-de-tres-barras/arquivos/dcom\\_plano\\_de\\_manejo\\_flona\\_tres\\_barras\\_vol\\_i.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/mata-atlantica/lista-de-ucs/flona-de-tres-barras/arquivos/dcom_plano_de_manejo_flona_tres_barras_vol_i.pdf)
- 16 Moro MF, Martins FR. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In: Felfili JN, Eisenlohr PV, Melo MMR, Andrade LA, Meira Neto JÁ, organizadores. *Fitosociologia no Brasil: métodos e estudos de casos*. Viçosa (MG): UFV; 2011. p. 174-212.
- 17 Souza VC, Lorenzi H. Chave de identificação: para as principais famílias de Angiospermas nativas e cultivadas do Brasil. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora; 2007.
- 18 Higuchi N, Jardim FCS, Santos J, Barbosa AP. Bacia 3: inventário florestal comercial. *Acta Amazon* [Internet]. 1985 [citado 2023 out 6];15(3-4):327-69. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/Hc7XsSx8hRdNcprWq5BzFjG/?format=pdf&lang=pt>
- 19 Gandolfi S, Leitão Filho H, Bezerra CLF. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos - SP. *Rev Bras Biol.* 1995;55(4):753-67.
- 20 Dalla Rosa A, Silva AC, Higuchi P, Guidini AL, Spiazzi FR, Negrini M, Ansolin RD, Bento MA, Gonçalves DA, Ferreira TS. Diversidade e guildas de regeneração de espécies arbóreas na borda de uma floresta nativa em contato com plantio de *pinus*. *Floresta.* 2015; 45(2):273-80.
- 21 Ferreira TS, Marcon AK, Salami B, Rech CCC, Mendes AR, Carvalho AF, Missio FF, Pscheidt F, Guidini AL, Dornelles RS, Silva AC, Higuchi P. Composição florístico-estrutural ao longo de um gradiente de borda em fragmento de floresta ombrófila mista alto-montana em Santa Catarina. *Ciênc Florest.* 2016;26(1):123-34.
- 22 Rigquete JR, Dornellas Neto EEJ, Teixeira BPB. Avaliação do efeito de borda em fragmento florestal tomando o diâmetro de árvores como indicador. *Natureza Online* [Internet]. 2013 [citado 2023 out 5];11(4):193-5. Disponível em: [http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/08\\_RigqueteJRTal\\_193-195.pdf](http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/08_RigqueteJRTal_193-195.pdf)

- 23 Silva ND, Guerra TNF, Gonçalves ML, Ramos ENF. Estrutura sucessional da vegetação lenhosa regenerante em fragmento urbano de floresta atlântica em Recife, Pernambuco, Brasil. *Acta Biol Catarinense*. 2020;7(3):5-16. doi: 10.21726/abc.v7i3.127.
- 24 Ridley M. *Evolução*. 3ª ed. Porto Alegre: Editora Artmed; 2006.
- 25 Rizzini, C. T. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. São Paulo: Âmbito Cultural; 1997.
- 26 Higuchi P, Silva AC, Almeida JA, Bortoluzzi RLC, Mantovani A, Ferreira TS, Gomes JP, *et al.* Florística e estrutura do componente arbóreo e análise ambiental de um fragmento de floresta ombrófila mista alto-montana no município de Painel, SC. *Ciênc Florest*. 2013;23(1):153-64. doi: 10.5902/198050988449.
- 27 Santos KF, Ferreira TS, Higuchi P, Silva AC, Vandresen PB, Costa A, Spada G, *et al.* Regeneração natural do componente arbóreo após a mortalidade de um maciço de taquara em um fragmento de floresta ombrófila mista em Lages - SC. *Ciênc Florest*. 2015;25(1):107-17. doi: 10.1590/1980-509820152505107.
- 28 Lima-Ribeiro MS. Efeitos de borda sobre a vegetação e estruturação populacional em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano, Brasil. *Acta Bot Bras*. 2008;22(2):535-45. doi: 10.1590/S0102-33062008000200020.
- 29 Raber AP, Rebelato GS. Arborização viária do município de Colorado/RS, Brasil: análise quali-quantitativa. *Revsbau*. 2010;5(1):183-99. doi: 10.5380/revsbau.v5i1.66260.
- 30 Jerusalinsky L, Bicca-Marques JC, Neves LG, Alves SL, Ingberman B, Buss G, *et al.* *Alouatta guariba* (amended version of 2020 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species [Internet]. 2021 [cited 2023 Feb 22]. Available from: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T39916A190417874.en>
- 31 Cordeiro J, Rodrigues WA, Albrecht LP, Krenchinski FH. Contaminação biológica vegetal em fragmento de floresta ombrófila mista. *RAMA*. 2014;7(2):455-73. doi: 10.17765/2176-9168.2014v7n2p%25p.
- 32 Guedes JS, Krupek RA. Características ecológicas e fitossanidade de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa da região sudeste do estado de São Paulo. *Ambiência* [Internet]. 2017 [citado 2023 out 5]; 13(2):311-24. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/3923/pdf>
- 33 Mariscal-Flores EJ. Potencial produtivo e alternativas de manejo sustentável de um fragmento de Mata Atlântica secundária, município de Viçosa, Minas Gerais. [dissertação]. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa; 1993.
- 34 Silva WC. Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em quatro fragmentos de Floresta Ombrófila Densa no município de Catende, zona da mata sul de Pernambuco. [dissertação]. Recife (PE): Universidade Federal de Pernambuco; 1996.
- 35 Pires OV, Araújo NM, Silva JRP, Bonfim MCS, Sousa SF, Maestri MP. Composição florística e fitossanidade das praças Barão e Liberdade, Santarém, Pará. *RICA*. 2019;10(3):228-37. doi: 10.6008/CBPC2179-6858.2019.003.0020.
- 36 Newman BJ, Ladd P, Brundrett M, Dixon KW. Effects of habitat fragmentation on plant reproductive success and population viability at the landscape and habitat scale. *Biol Conserv*. 2013;159:16-23. doi: 10.1016/j.biocon.2012.10.009.
- 37 Thompson ID, Guariguata MR, Okabe K, Bahamondez C, Nasi R, Heymell V, *et al.* An operational framework for defining and monitoring forest degradation. *Ecol Soc* [Internet]. 2013 [cited 2023 Oct 5];18(2):1-24. Available from: <https://www.jstor.org/stable/26269330>
- 38 Magnago LFS, Edwards DP, Edwards FA, Magrach A, Martins SV, Laurance WF. Functional attributes change but functional richness is unchanged after fragmentation of Brazilian Atlantic forests. *J Ecol*. 2014;102:475-85. doi: 10.1111/1365-2745.12206.
- 39 Marjakangas E, Abrego N, Grøtan V, Lima RAF, *et al.* Fragmented tropical forest lose mutualistic plant-animal interactions. *Divers Distrib*. 2020;26(2):154-68. doi: 10.1111/ddi.13010.

- 40 Liebsch D, Velazco SJE, Mikich SB, Marques MCM, Galvão F. Effects of selective logging, fragmentation, and dominance of bamboos on the structure and diversity of Araucaria Forest fragments. *For Ecol Manag.* 2021;487:1-9. doi: 10.1016/j.foreco.2021.118961.
- 41 Nobre OS, Bataghin FA. Caracterização da arborização como ferramenta para implantação de corredores ecológicos urbanos. *Revsbau;* 2021; 16(2):54-72. doi: 10.5380/revsbau.v16i2.79103.
- 42 Ribeiro MP, Mello K, Valente RA. Avaliação da estrutura da paisagem visando à conservação da biodiversidade em paisagem urbanizada. *Ciênc Florest.* 2020;30(3):819-34. doi: 10.5902/1980509837683.
- 43 Alarcon GG, Da-RÉ MA, Fukahori STI. Análise de instrumentos na gestão do corredor ecológico Chapecó, Santa Catarina, Brasil. *Sust Deb.* 2013;4(1):117-38. doi: 10.18472/SustDeb.v4n1.2013.9203.
- 44 Jodas N, Portanova RS. Pagamento Por Serviços Ambientais (PSA) e agroecologia: uma abordagem crítica à agricultura moderna. *RDP.* 2014;9(3):129-52. doi: 10.5433/1980-511X.2014v9n3p129.
- 45 Tagliari MM, Moreira VA, Peroni N. Análise de programas de pagamento por serviços ambientais no sul do Brasil: identificando estratégias para a conservação da *Araucaria angustifolia*. *Desenvolv Meio Ambient.* 2019;50:216-23. doi: 10.5380/dma.v50i0.60495.

*Recebido em: 15 maio 2023*

*Aceito em: 4 out. 2023*