

Composição florística e fitossociológica de ecótono entre floresta ombrófila mista e floresta estacional semidecidual

Floristic and phytosociological composition of ecotone between mixed ombrophile forest and seasonal semideciduous forest

Maurício Shoji Seki¹, Christopher Thomas Blum², Román Carlos Ríos³, Murilo Lacerda Barddal⁴, Edilaine Duarte⁵, Renann de Silos Vieira⁶

RESUMO: O objetivo do estudo foi caracterizar a florística, a estrutura e o estágio sucessional de um remanescente florestal secundário de 38 anos, ecótono entre FOM e FES, adjacente a reservatório hidrelétrico em Bituruna (PR). Foram instaladas 60 parcelas de 200 m² para o estrato arbóreo e 60 subparcelas de 10 m² para o sub-bosque. O estrato arbóreo apresentou densidade de 1.035 indiv.ha⁻¹, área basal de 38,98 m².ha⁻¹, 108 espécies nativas e diversidade de Shannon de 4,01. No sub-bosque foi registrada densidade de 11.000 indiv.ha⁻¹, área basal de 8,65 m².ha⁻¹, 96 espécies nativas e diversidade de Shannon de 3,67. A riqueza e diversidade encontradas foram expressivas em ambas as sinúcias. As espécies não pioneiras se destacaram, especialmente no sub-bosque. As espécies típicas de FES foram discretamente mais representativas do que as de FOM, com menor diferença no estrato arbóreo. Houve dissimilaridade significativa na composição florística entre o estrato arbóreo e o sub-bosque. A floresta mostrou bom estado de conservação e características de estágio sucessional intermediário a avançado, com potencial de amadurecimento. A proporção de espécies típicas de cada fitofisionomia correspondeu ao esperado para as condições altitudinais e topográficas do ecótono estudado.

Palavras-chave: Estrato arbóreo. Grupos ecológicos. Similaridade. Sub-bosque. Sucessão.

ABSTRACT: Floristics, structure and succession stage of a 38-year-old secondary forest remnant, ecotone between FOM and FES, adjacent to the Bituruna PR Brazil hydroelectric reservoir are characterized. Sixty 200 m² splits for the tree extract and sixty 10m² splits for the sub-forest were established. Tree extract had a density of 1,035 trees.ha⁻¹, basal area basal of 38.98 m².ha⁻¹, 108 native species and Shannon's diversity at 4.01. Sub-forest was characterized by density at 11,000 trees.ha⁻¹, basal area of 8.65 m².ha⁻¹, 96 native species and Shannon's diversity at 3.67. Richness and diversity were great in both. Non-pioneering species were underscored in the sub-forest. Typical species of FES were slightly more representative than those of FOM, with a smaller difference in the tree extract. There was a significant dissimilarity in the floristic composition between the tree extract and the sub-forest. The forest was well preserved, with characteristics between the intermediate and advanced successional stages. Percentage of species typical of each phytophysionomy was according to expected for height and topographic conditions of the ecotone under analysis.

Keywords: Ecological groups. Similarity. Sub-forest. Succession. Tree extract.

Autor correspondente:

Maurício Shoji Seki: mssflorestal@gmail.com

Recebido em: 23/04/2020

Aceito em: 12/12/2020

INTRODUÇÃO

As áreas originalmente ocupadas pelas florestas atlânticas foram severamente reduzidas, colocando em risco a elevada riqueza, altos níveis de endemismo e espécies raras abrigadas pelas formações primárias (LIMA, 2016). No Estado do Paraná, o bioma Mata Atlântica abrange três unidades fitogeográficas florestais,

¹ Mestrando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), Brasil.

² Professor doutor no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), Brasil.

³ Professor doutor no curso de Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), Brasil.

⁴ Engenheiro florestal doutor da Companhia Paranaense de Energia (COPEL), Curitiba (PR), Brasil.

⁵ Doutoranda em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba (PR), Brasil.

⁶ Biólogo, Mestre em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba (PR), Brasil.

reconhecidas pela grande biodiversidade: Floresta Ombrófila Densa (FOD), Floresta Ombrófila Mista (FOM) e Floresta Estacional Semidecidual (FES) (RODERJAN *et al.*, 2002).

Entre as unidades fitogeográficas é comum haver comunidades indiferenciadas, onde as floras entram em contato e constituem regiões de transição florística (IBGE, 2012). Também chamados de ecótonos ou zonas de tensão ecológica, esses sistemas assumem especial valor para a conservação, pois compartilham espécies vegetais de diferentes tipologias vegetacionais e abrigam elevada riqueza (ADENESKY-FILHO *et al.*, 2018).

No território paranaense, segundo Viani *et al.* (2011), a FES e a FOM constituem ecótonos cuja gradação da composição e estrutura florística é condicionada por fatores físicos relacionados principalmente à topografia e clima. De acordo com Bergamin (2017), os ecótonos de florestas atlânticas estão respondendo ao aquecimento global, visto que espécies arbóreas tropicais têm migrado para regiões mais altas e frias, como as de FOM. As zonas de tensão ecológica vêm sendo fortemente afetadas pela ação antropogênica, assim como acontece com quase todas as formações florestais do Estado (VIANI *et al.*, 2011).

Na sua pesquisa bibliográfica e documental, Oliveira e Engel (2017) afirmaram que os estudos sobre a restauração das florestas atlânticas têm sido focados na capacidade de auto regeneração e perpetuação. Em especial, por meio da substituição gradual de espécies e por alterações na estrutura da comunidade florestal, aspectos que caracterizam a sucessão secundária (CHAZDON, 2016).

Posto isso, o objetivo desta pesquisa foi caracterizar a estrutura e composição florística das espécies de um remanescente florestal com 38 anos de sucessão secundária, adjacente ao reservatório hidrelétrico em zona de ecótono entre FOM e FES. As hipóteses norteadoras foram: (i) a comunidade florestal apresenta características próprias de estágio sucessional avançado, levando-se em conta seu tempo de desenvolvimento; (ii) em termos de composição de espécies, existe similaridade florística entre estrato arbóreo e sub-bosque; (iii) o ecótono apresenta predominância de espécies da FES, tendo em vista sua situação topográfica e altitudinal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

As áreas de amostragem (Figura 1) situam-se cerca de dois quilômetros à montante da barragem da Usina Hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Rocha Netto (UHE GBM) (26°00'18" S e 51°38'48" O - WGS-84), na margem esquerda do rio Iguazu represado, município de Bituruna (PR). Os cinco locais selecionados possuem mesmas condições de relevo, idade das comunidades florestais e não sofreram grandes interferências antrópicas durante os 38 anos de sucessão secundária (1980 a 2018). O levantamento de campo foi iniciado em 2018 e finalizado em 2019.

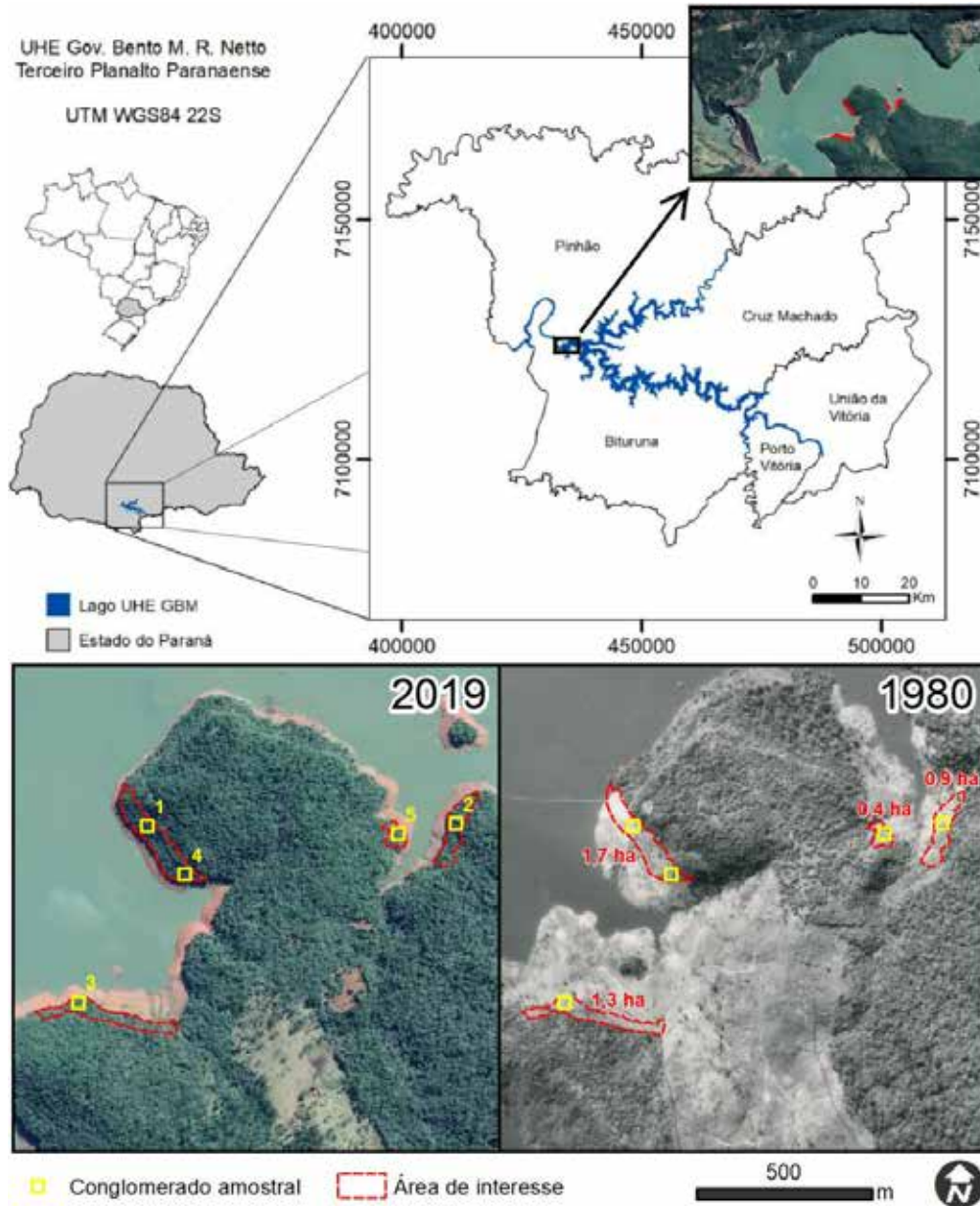


Figura 1. Localização das áreas de amostragem no contexto dinâmico do reservatório da UHE GBM.

Fonte: Os autores (2019), adaptada de Google LLC (2019), ITCG (2019) e Marcon (2019).

A área de estudo está localizada no Terceiro Planalto Paranaense, com predomínio da formação geológica Serra Geral, grupo São Bento (MINEROPAR, 2006), sendo comuns inclinações acima de 25° (45%) nas proximidades do rio Iguazu (IPARDES, 1995). Nessa região predominam associações de Latossolos, Nitossolos e Cambissolos (MARCON, 2019), além de Neossolos Litólicos (LACTEC, 2009).

O clima é Cfb subtropical úmido conforme classificação de Köppen, com verões brandos e invernos intensos, geadas frequentes e sem estação seca definida (ALVARES *et al.*, 2013). A altitude da área estudada varia de 740 a 810 m.

A região abrange ecótono de FOM e FES montanas, respectivamente com ocorrências presumidas acima e abaixo dos 800 m, havendo uma transição entre estas nos vales dos afluentes do rio Paraná, em função dos gradientes topográfico e de temperatura (RODERJAN *et al.*, 2002; IBGE, 2012).

2.2 AMOSTRAGEM E ANÁLISES

Foram instalados cinco conglomerados (SANQUETTA *et al.*, 2014), todos na mesma espacialização em relação ao lago e encosta marginal. Cada conglomerado reuniu 12 parcelas de 200 m² para o estrato arbóreo e 12 subparcelas de 10 m² para o sub-bosque, respectivamente, totalizando 12.000 m² e 600 m².

Nas unidades amostrais de 200 m² foram inventariadas e identificadas as árvores com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) mínimo de 10,0 cm; nas subunidades de 10 m² foram mensurados os indivíduos com DAP máximo de 9,9 cm e cujos fustes atingissem 1,3 m a partir do solo. Nos indivíduos ramificados, todos os fustes dentro do critério de inclusão foram registrados. No cálculo da área basal foi adotada a raiz da soma dos quadrados dos DAPs.

O material botânico coletado foi herborizado, determinado e depositado no Herbário da Escola de Florestas Curitiba (EFC) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). A organização taxonômica seguiu os sistemas do *Angiosperm Phylogeny Group IV* (APG IV, 2016) e *Pteridophyte Phylogeny Group* (PPG, 2016). Para conferência dos táxons, distribuição fitogeográfica e risco de extinção foram consultados os portais Flora do Brasil 2020 (REFLORA, 2014), *The Plant List* (TPL, 2013), speciesLink (INCT/HVFF, 2012), Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFLORA, 2008) e *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 1964). A classificação das espécies em grupos ecológicos seguiu metodologia de Secco (2017), categorizadas em “pioneiras efêmeras”, “pioneiras duráveis”, “não pioneiras” e “facultativas”, conforme critérios de longevidade, velocidade de crescimento e tolerância à sombra.

Os dados foram processados por intermédio dos programas *Microsoft Excel 2007* e *Fitopac* (SHEPHERD, 2010). A linguagem de programação estatística R (R CORE TEAM, 2020), junto com o pacote *Vegan* (OKSANEN *et al.*, 2019), foi utilizada nos processamentos estatísticos.

Os descritores fitossociológicos seguiram as premissas descritas por Felfili *et al.* (2011), no que tange aos cálculos da Porcentagem de Importância (PI), diversidade de Shannon (H') e equabilidade de Pielou (J). A similaridade florística foi investigada através do Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS), Análise Multivariada Permutacional de Variância (PERMANOVA) e Análise de Similaridade (ANOSIM). Foi elaborado gráfico *boxplot* e realizado o teste T para auxiliar na interpretação dos resultados. A avaliação da eficiência amostral se fez pela rarefação da curva espécie x área, estimador de riqueza *Bootstrap* e erro de amostragem para densidade, ao limite de 10% e significância de 5%.

No NMDS e ANOSIM foi adotado o método de Jaccard, por meio de matrizes de presença-ausência ao nível de parcelas e subparcelas. Os indivíduos mortos foram considerados na análise fitossociológica, pois sua representatividade é relevante no estudo da sucessão florestal secundária (OLIVA *et al.*, 2018).

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

A suficiência amostral pode ser considerada atingida quando um aumento de 10% na área amostrada implique num acréscimo inferior a 5% no número de espécies (SANQUETTA *et al.*, 2014). No presente levantamento, os incrementos foram de 0% no estrato arbóreo e 1% no sub-bosque, verificados nas curvas de acumulação e rarefação. O estimador *Bootstrap* revelou que o esforço amostral atingiu 92 e 84% da quantidade de espécies esperadas para o estrato arbóreo e sub-bosque, respectivamente. Os erros de amostragem na densidade de indivíduos foram adequados (IBGE, 2012), 6% no estrato arbóreo e 10% no sub-bosque, ao nível de probabilidade de 95%.

3.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

Foram registradas 46 famílias, 87 gêneros e 131 espécies (Tabela 1) no ecótono entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual. Em ambas as sinúsias foi encontrada apenas uma espécie exótica invasora (*Hovenia dulcis* Thunb.) e dois espécimes nativos foram determinados somente ao nível de gênero. Ademais, três indivíduos vivos não puderam ser identificados porque estavam sem folhas, tendo sido designados como “indeterminada”.

Tabela 1. Espécies amostradas em ecótono FOM/FES

(Continua)

FAMÍLIA/Espécie	Hábito	GE	Ocor.	CNC	IUCN	EA	SB
ACANTHACEAE							
<i>Justicia brasiliiana</i> Roth	AB	NP	IND	LC	NE	0	3
ANNONACEAE							
<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer	AV/AT	FA	IND	LC	LC	32	3
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer	AV/AT	Ple	IND	NE	LC	9	1
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	AV/AT	FA	FES	NE	LC	2	1
APOCYNACEAE							
<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	AV	NP	FES	LC	LC	7	0
<i>Rauwolfia sellowii</i> Müll.Arg.	AV	FA	FES	NE	NE	3	0
AQUIFOLIACEAE							
<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	AV	NP	FOM	LC	NT	21	0
ARALIACEAE							
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	AV	FA	IND	NE	LC	4	2
ARAUCARIACEAE							
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	AV	NP	FOM	EM	CR	5	2
ARECACEAE							
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	PA	FA	IND	LC	NE	31	0
ASTERACEAE							
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén ex Malme	AV	Ple	FOM	NE	NE	3	1
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	AV	Ple	FOM	NE	NE	18	1
<i>Vernonanthura divaricata</i> (Spreng.) H.Rob.	AV	Ple	FES	NE	LC	10	3
BIGNONIACEAE							
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	AV	FA	IND	LC	LC	13	0
BORAGINACEAE							
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	AV	NP	IND	NE	NE	3	0
CANNABACEAE							
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	AV	Ple	FES	NE	LC	1	1
CARDIOPTERIDACEAE							

(Continuação)

FAMÍLIA/Espécie	Hábito	GE	Ocor.	CNC	IUCN	EA	SB
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	AV	NP	IND	NE	NE	1	1
CELASTRACEAE							
<i>Monteverdia aquifolia</i> (Mart.) Biral	AV/AT	NP	IND	NE	NE	1	0
CLETHRACEAE							
<i>Clethra scabra</i> Pers.	AV	PId	IND	LC	LC	2	0
CYATHEACEAE							
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.	FT	NP	IND	NE	NE	28	0
<i>Cyathea pbalerata</i> Mart.	FT	NP	IND	NE	NE	11	0
DICKSONIACEAE							
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	FT	NP	FOM	EN	NE	11	0
ELAEOCARPACEAE							
<i>Sloanea lasiocoma</i> K.Schum.	AV	NP	IND	NE	NE	4	0
ERYTHROXYLACEAE							
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	AV	EA	IND	NE	NE	7	0
EUPHORBIACEAE							
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	AT/AB	NP	FES	NE	LC	6	58
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	AV	EA	FES	NE	LC	15	1
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll.Arg.	AV	EA	FES	NE	NE	45	3
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	AV	EA	FES	NE	LC	13	1
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	AV	EA	IND	NE	LC	16	5
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	AV	PId	IND	NE	LC	29	1
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.	AV	NP	FES	LC	LC	41	7
FABACEAE							
<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby & J.W.Grimes	AV	EA	IND	LC	LC	4	1
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	AV	NP	FES	VU	NE	12	2
<i>Bauhinia forficata</i> Link	AV/AT	PId	IND	NE	LC	0	1
<i>Dahlstedtia floribunda</i> (Vogel) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	AV	EA	IND	NE	NE	9	1
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	LI/AT	EA	IND	NE	NE	0	2
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	AV/AT	PIe	IND	NE	NE	1	0
<i>Inga marginata</i> Willd.	AV	EA	IND	NE	LC	3	5
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima	AV	EA	FES	NE	NE	2	1
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	AV	EA	IND	NE	LC	3	0
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	AV	PId	FES	LC	LC	0	1
<i>Machaerium paraguayense</i> Hassl.	AV	PId	IND	LC	LC	2	1
<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	AV	EA	IND	NE	NE	5	2
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	AV	NP	FES	LC	DD	16	9

(Continuação)

FAMÍLIA/Espécie	Hábito	GE	Ocor.	CNC	IUCN	EA	SB
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	AV	PId	FES	NE	LC	3	1
LAMIACEAE							
<i>Aegiphila mediterranea</i> Vell.	AV/AT	Ple	IND	NE	LC	14	0
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	AV	NP	IND	NE	LC	1	0
LAURACEAE							
<i>Aiouea glaziovii</i> (Mez) R.Rohde	AV	NP	FOM	NE	NE	12	2
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	AV	NP	FOM	NE	LC	9	1
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.	AT	NP	FES	NE	LC	5	26
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	AV	NP	IND	NE	LC	60	2
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	AV	NP	IND	NE	LC	3	3
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	AV	NP	IND	NE	LC	1	1
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	AV	NP	IND	NE	LC	9	1
<i>Ocotea nutans</i> (Nees) Mez	AV	NP	FOM	NE	LC	5	4
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	AV	NP	FOM	EN	NE	44	6
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	AV	PId	IND	NT	LC	33	1
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	AV	NP	IND	LC	NE	3	2
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	AV	NP	IND	LC	NE	14	2
<i>Ocotea</i> sp.	AV	-	-	-	-	0	1
LOGANIACEAE							
<i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.	LI/AT	NP	IND	NE	LC	5	4
MALPIGHIACEAE							
<i>Bunchosia pallescens</i> Skottsbo.	AT/AV	NP	FES	LC	LC	1	0
MALVACEAE							
<i>Luebea divaricata</i> Mart. & Zucc.	AV	FA	IND	NE	DD	5	0
MELASTOMATACEAE							
<i>Leandra regnellii</i> (Triana) Cogn.	AB	NP	IND	NE	NE	0	1
<i>Leandra xanthocoma</i> (Naudin) Cogn.	AB	FA	IND	NE	NE	0	4
<i>Miconia</i> cf. <i>latecrenata</i> (DC.) Naudin	AB/AT	NP	IND	NE	LC	0	1
<i>Miconia petropolitana</i> Cogn.	AB/AT	NP	FOM	NE	NE	2	11
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	AB/AT	Ple	FOM	NE	NE	0	4
MELIACEAE							
<i>Cabreraea canjerana</i> (Vell.) Mart.	AV	NP	IND	NE	LC	23	12
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	AV	FA	IND	VU	VU	10	2
<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	AV	NP	FES	LC	VU	2	1
<i>Trichilia clauseni</i> C.DC.	AT/AV	NP	IND	NE	NE	6	2
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	AB/AT	NP	IND	NE	LC	0	9

(Continuação)

FAMÍLIA/Espécie	Hábito	GE	Ocor.	CNC	IUCN	EA	SB
<i>Trichilia pallens</i> C.DC.	AV	NP	FES	LC	NT	0	3
MONIMIACEAE							
<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.	AB/AT	NP	IND	NE	LC	0	60
<i>Mollinedia uleana</i> Perkins	AB/AT	NP	IND	NE	LC	0	6
MORACEAE							
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	AV	NP	IND	NE	LC	15	0
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger et al.	AT/AV	NP	IND	NE	NE	10	45
MYRTACEAE							
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	AV	NP	IND	LC	NE	2	2
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	AV	NP	IND	NE	LC	2	0
<i>Eugenia burkartiana</i> (D.Legrand) D.Legrand	AV	NP	IND	LC	NE	1	0
<i>Eugenia handroana</i> D.Legrand	AV	NP	IND	NE	LC	1	3
<i>Eugenia neoverrucosa</i> Sobral	AV	NP	IND	NE	LC	0	4
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	AV	NP	IND	NE	LC	2	0
<i>Eugenia uniflora</i> L.	AV	NP	IND	NE	NE	0	2
<i>Myrceugenia acutata</i> D.Legrand	AT/AV	NP	FOM	NE	NE	0	1
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D.Legrand & Kausel	AT/AV	NP	FOM	LC	NT	3	0
<i>Myrcia glomerata</i> (Cambess.) G.P.Burton & E.Lucas	AV	NP	IND	NE	NE	1	1
<i>Myrcia hebeptala</i> DC.	AV	NP	IND	NE	NE	1	2
<i>Myrcia loranthifolia</i> (DC.) G.P.Burton & E.Lucas	AV	NP	FES	NE	LC	10	11
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	AT/AV	NP	IND	NE	LC	10	5
<i>Myrcia</i> cf. <i>neolucida</i> A.R.Lourenço & E.Lucas	AV	NP	IND	NE	NE	5	0
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	AV	NP	IND	NE	LC	15	7
OLEACEAE							
<i>Cbionanthus filiformis</i> (Vell.) P.S.Green	AV	NP	IND	LC	NT	1	0
PICRAMNIACEAE							
<i>Picramnia excelsa</i> Kuhl. ex Pirani	AV	NP	FOM	NE	NE	4	0
PIPERACEAE							
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	AB	NP	IND	NE	NE	0	45
PRIMULACEAE							
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	AV	Ple	IND	NE	NE	6	0
<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC.	AV	FA	IND	NE	NE	36	36
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	AV	FA	IND	NE	LC	40	30
PROTEACEAE							
<i>Roupala montana</i> Aubl.	AV	FA	IND	NE	LC	4	1
RHAMNACEAE							

(Continuação)

FAMÍLIA/Espécie	Hábito	GE	Ocor.	CNC	IUCN	EA	SB
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb. *	AV	-	-	-	-	3	0
ROSACEAE							
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	AV	FA	IND	NE	NE	33	10
RUBIACEAE							
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	AB/AT	NP	IND	NE	NE	2	24
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	AT/AV	NP	IND	NE	NE	1	0
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	AV	NP	IND	NE	LC	1	0
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	AV	NP	IND	LC	LC	0	2
<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schltdl.	AB/AT	NP	IND	NE	NE	0	1
<i>Psychotria suterella</i> Müll.Arg.	AB/AT	NP	IND	NE	NE	4	29
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	AB/AT	NP	IND	VU	LC	2	7
RUTACEAE							
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	AV	NP	FES	NT	EN	4	1
<i>Zantboxylum petiolare</i> A.St.-Hil. & Tul.	AV	NP	IND	LC	NE	3	1
<i>Zantboxylum rhoifolium</i> Lam.	AV	FA	IND	NE	NE	4	5
SALICACEAE							
<i>Banara parviflora</i> (A.Gray) Benth.	AV	NP	IND	NE	NE	8	6
<i>Banara tomentosa</i> Clos	AV	NP	IND	NE	LC	3	4
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	AV	NP	IND	NE	NE	2	1
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	AV	NP	IND	LC	DD	12	2
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	AV	NP	IND	NE	NE	17	1
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	AV/AT	FA	IND	NE	LC	132	24
<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	AV	NP	IND	NE	NE	2	0
SAPINDACEAE							
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. <i>et al.</i>) Hieron. ex Niederl.	AV	NP	IND	NE	LC	8	11
<i>Allophylus semidentatus</i> (Miq.) Radlk.	AV/AT	NP	IND	LC	NE	0	11
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	AV	NP	IND	NE	LC	2	6
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	AV	NP	IND	NE	LC	18	1
SAPOTACEAE							
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	AV	NP	FES	NE	LC	2	2
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	AV	NP	IND	NE	LC	6	0
SOLANACEAE							
<i>Solanum diploconos</i> (Mart.) Bohs	AB	NP	IND	LC	NT	0	1
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	AV	Ple	IND	NE	NE	1	1
STYRACACEAE							
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	AV	FA	FOM	NE	LC	5	1

FAMÍLIA/Espécie	Hábito	GE	Ocor.	CNC	IUCN	(Conclusão)	
						EA	SB
SYMPLOCACEAE							
<i>Symplocos</i> sp.	-	-	-	-	-	1	0
<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.	AV	FA	IND	NE	LC	1	0
URTICACEAE							
<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	AB	Ple	IND	NE	LC	0	1

Indeterminada	-	-	-	-	-	1	2
Morta	-	-	-	-	-	76	16
Total						1.242	660

Legenda: Hábito (AV = árvore; AT = arvoreta; AB = arbusto; FT = feto arborescente; LI = liana; PA = palmeira); GE = grupo ecológico (Ple = pioneira efêmera; Pld = pioneira durável; FA = facultativa); Ocor. = ocorrência (FES = Floresta Estacional Semidecidual; FOM = Floresta Ombrófila Mista; IND = indiferente); CNC = lista vermelha CNCFlora; IUCN = lista vermelha IUCN (CR = criticamente ameaçada; EN = em perigo; VU = vulnerável; NT = quase ameaçada; LC = menos preocupante; NE = não avaliada; DD = dados deficientes); EA = nº de indivíduos registrados no estrato arbóreo; SB = nº de indivíduos registrados no sub-bosque

* espécie exótica invasora segundo a portaria 59/2015 do Instituto Ambiental do Paraná (IAP).

Das 130 espécies nativas, praticamente 11% estão enquadradas em alguma categoria de ameaça de extinção, demonstrando o grau de importância ecológica da comunidade estudada.

No que remete aos grupos ecológicos, o estrato arbóreo teve 9% de pioneiras efêmeras, 5% de pioneiras duráveis, 63% de não pioneiras e 23% de facultativas. Já o sub-bosque apresentou 9% de pioneiras efêmeras, 6% de pioneiras duráveis, 62% de não pioneiras e 23% de facultativas. As sinúsias retrataram proporção similar de grupos ecológicos, prevalecendo notadamente as espécies não pioneiras.

A predominância de espécies não pioneiras é um indicativo de que a floresta superou as fases iniciais da sucessão secundária (CHAZDON, 2016; OLIVA *et al.*, 2018) e que se encaminha para um bom estado de conservação. Em razão da maior longevidade e menor velocidade de crescimento das espécies desse grupo ecológico, o domínio das não pioneiras no sub-bosque é fator primordial à adequada evolução do processo sucessional (ANDRADE, 2018).

As menores proporções das espécies pioneiras efêmeras e duráveis confirmaram o nível de maturação da floresta. Tais grupos ecológicos demandam luz e tendem a ocorrer nas fases sucessionais iniciais (CHAZDON, 2016). Essa característica, portanto, não condiz ao conjunto amostrado. Também é importante relacionar a notável quantidade de árvores mortas no estrato arbóreo (6%). Consistindo num ambiente sem mortalidade provocada por fatores antropogênicos, conclui-se que os espécimes outrora colonizadores e exigentes por luz (*Aegiphila mediterranea*, *Myrsine coriacea*, *Piptocarpha* spp., *Trema micrantha*, etc.) vêm sendo gradativamente substituídos pelos não pioneiros (*Actinostemon concolor*, *Aspidosperma australe*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Endlicheria paniculata*, *Ocotea odorifera*, etc.) como parte da sucessão ecológica secundária (CHAZDON, 2016), e acabam morrendo naturalmente. Constatação similar foi realizada por Oliva *et al.* (2018), que investigaram comunidades arbóreas secundárias em Bocaiúva do Sul (PR).

As espécies facultativas, mesmo com sua expressiva plasticidade ecológica (SECCO, 2017), foram superadas pelas não pioneiras em quase três vezes. Isso reforçou a constatação de que a floresta já apresenta bom amadurecimento no aspecto sucessional.

No que se refere à proporção dos elementos típicos de FOM e FES, as espécies de ocorrência “indiferente” perfizeram 71% do conjunto. De fato, os ecótonos tendem a abrigar comunidades indiferenciadas (IBGE, 2012), não possuindo padrões próprios de diversidade (ADENESKY-FILHO *et al.*, 2018).

Ainda em relação à ocorrência das espécies, 17% delas enquadraram-se como características da FES e 12% como características da FOM. O fato de ambas unidades fitoecológicas terem sido representadas na composição, associado à expressiva riqueza florística (ADENESKY-FILHO *et al.*, 2018), confirmaram a condição de ecótono da área estudada. Na região, a floresta estacional ocorre presumidamente até os 800 m (RODERJAN *et al.*, 2002), o que justificaria a representatividade discretamente maior no gradiente altitudinal amostrado, que foi de 740 a 810 m.

Logo, a floresta estudada configurou zona ecotonal delimitada por estreita faixa de transição, onde a FOM ocupa a porção superior das encostas e planalto, enquanto a FES fica nas proximidades do rio Iguazu represado, de forma análoga àquela descrita por Roderjan *et al.* (2002) e LACTEC (2009).

3.2 FITOSSOCIOLOGIA

No estrato arbóreo, foram mensurados 1.166 indivíduos vivos, distribuídos em 42 famílias, 79 gêneros, 109 espécies (108 nativas) e 1 espécime não identificado, além de 76 árvores mortas (Tabela 1). A densidade foi de 1.035 indiv.ha⁻¹ e a área basal de 38,98 m².ha⁻¹.

Dentre os exemplares vivos no estrato arbóreo, Lauraceae afigurou-se como a família mais abundante (198 indivíduos), seguida de Salicaceae (176), Euphorbiaceae (165) e Primulaceae (82); esse grupo reuniu 50% da totalidade. No aspecto riqueza, destacaram-se Lauraceae e Myrtaceae com 12 espécies cada, seguidas de Fabaceae (11), Euphorbiaceae (7) e Salicaceae (7); esse conjunto abrangeu quase 46% da riqueza total. A espécie *Casearia sylvestris* (132 indivíduos) foi a mais abundante, seguida de *Nectandra lanceolata* (60), *Alchornea sidifolia* (45), *Ocotea odorifera* (44), *Tetrorchidium rubrivenium* (41), *Myrsine umbellata* (40) e *Myrsine gardneriana* (36); esse conjunto reuniu aproximadamente 34% do total de exemplares vivos.

Destacou-se a expressividade das 76 árvores mortas na sinússia arbórea. Elas ficaram em segundo lugar na PI, tendo se destacado principalmente em frequência e densidade. Esse fato refletiu característica típica da sucessão ecológica, na qual ocorre substituição de espécies pioneiras exigentes de luz por secundárias tolerantes à sombra (CHAZDON, 2016). De fato, Viani *et al.* (2011) já afirmaram não ser incomum o destaque estrutural dos indivíduos mortos, em se tratando de FES e/ou FOM.

Referencial pertinente nesse âmbito é o estudo de Schorn e Galvão (2006), que investigaram a dinâmica da regeneração de floresta atlântica e verificaram que a maior mortalidade, 5,5% do total de indivíduos, ocorreu na fase sucessional intermediária; enquanto nos estágios inicial e avançado as porcentagens não ultrapassaram 2,5%. No presente estudo, as árvores mortas atingiram 4,8% do total, o que poderia sugerir uma condição de estágio médio da sucessão secundária.

No sub-bosque foram mensurados 644 indivíduos vivos, distribuídos em 28 famílias, 60 gêneros, 96 espécies e 2 espécimes não identificados, além de 16 árvores mortas (Tabela 1). A densidade foi de 11.000 indiv.ha⁻¹ e a área basal de 8,65 m².ha⁻¹.

Dentre os exemplares vivos no sub-bosque, Euphorbiaceae (76 indivíduos) afigurou-se a família mais abundante, seguida de Primulaceae (66), Monimiaceae (66), Rubiaceae (63), Lauraceae (52), Piperaceae (52) e Moraceae (52); esse grupo reuniu praticamente 64% da totalidade. No aspecto riqueza, destacou-se Lauraceae com 13 espécies, seguida de Fabaceae (12) e Myrtaceae (10); esse conjunto abrangeu em torno de

36% do total. A espécie *Mollinedia clavigera* (60 indivíduos) foi a mais abundante, seguida de *Actinostemon concolor* (58), *Sorocea bonplandii* (45), *Piper gaudichaudianum* (45), *Myrsine gardneriana* (36), *Myrsine umbellata* (30), *Psychotria suterella* (29), *Endlicheria paniculata* (26), *Cordia concolor* (24) e *Casearia sylvestris* (24); esse conjunto reuniu quase 59% do total de exemplares vivos.

Considerando as 30 maiores PIs nas sinúsias estudadas, 10 espécies (33%) foram comuns a ambas (Figura 2). Isso indicou que um percentual da amostra do sub-bosque foi representado por regenerantes do estrato arbóreo (GOMES *et al.*, 2009).

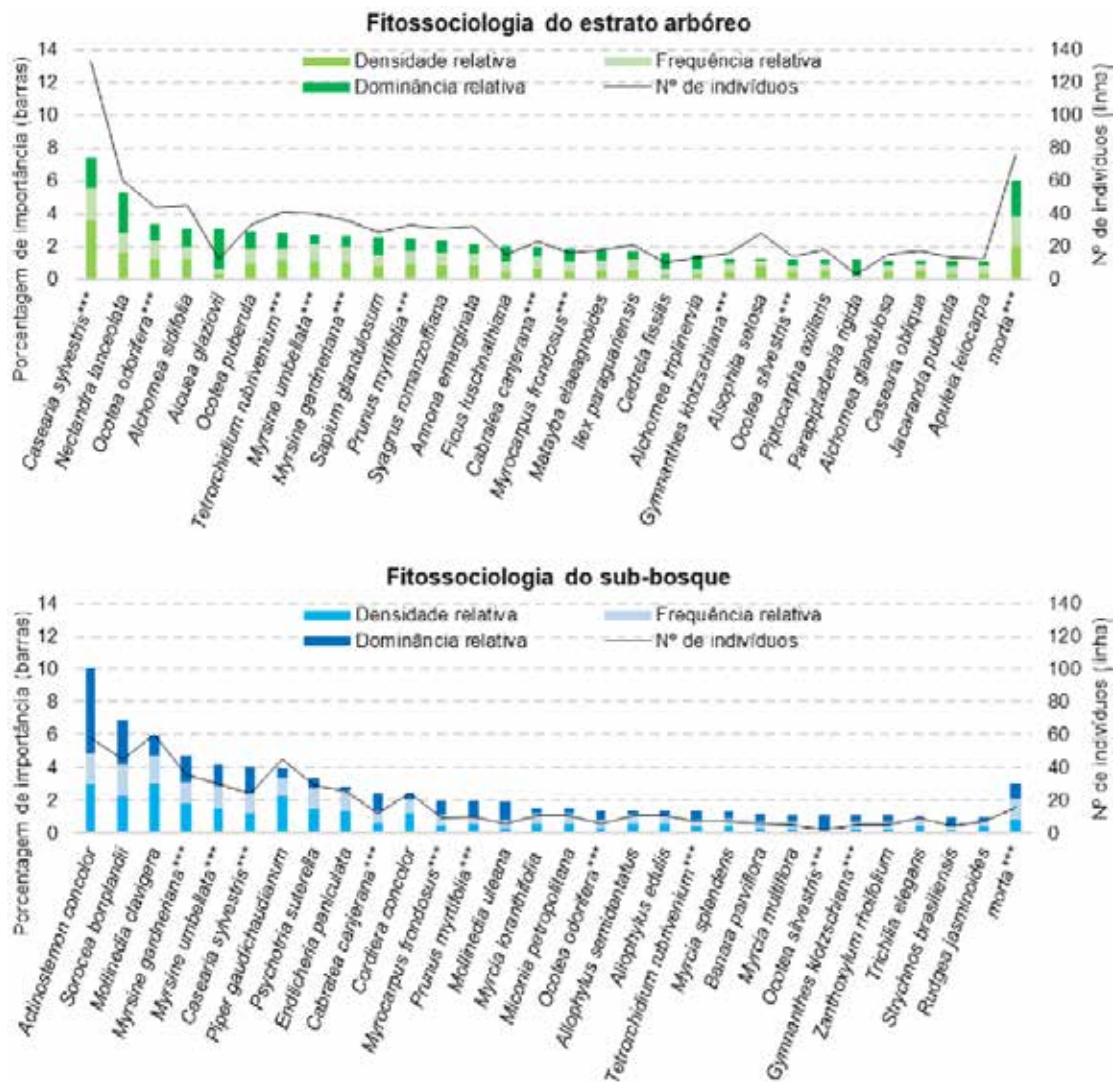


Figura 2. Fitossociologia do estrato arbóreo e sub-bosque em ecótono FOM/FES. Constam as 30 primeiras posições na porcentagem de importância. Legenda: *** = registros comuns às sinúsias.

Fonte: Os autores (2019).

Casearia sylvestris e *Myrsine gardneriana* assumiram posições relevantes nos dois componentes da floresta, assim como *Myrsine umbellata* e *Cabralea canjerana*. Essas espécies também se pronunciaram nos trabalhos de Souza *et al.* (2017) e Viani *et al.* (2011), que avaliaram a florística em remanescentes de FOM e FES no Paraná. Embora tenham sobressaído na densidade do sub-bosque, *Mollinedia clavigera* e *Piper gaudichaudianum* tiveram moderada dominância e foram ausentes no componente arbóreo. De fato, em geral são descritas como espécies arbustivas (INCT/HVFF, 2012; REFLORA, 2014). Na sinúsia arbórea, *Aiouea glaziovii* e *Parapiptadenia rigida* se destacaram por causa dos elevados portes (áreas basais), em detrimento da baixa quantidade de indivíduos.

Das 96 espécies identificadas no sub-bosque, 22 (23%) não tiveram qualquer representante no estrato arbóreo e somaram quase 19% do PI. Dentro desse grupo, *Mollinedia* spp., *Piper gaudichaudianum*, *Trichilia elegans*, *Miconia sellowiana*, *Solanum diploconos*, *Justicia brasiliensis*, *Leandra* spp., *Dalbergia frutescens*, *Boehmeria caudata*, *Psychotria leiocarpa* e *Miconia* cf. *latecrenata* geralmente são descritas como arvoretas, arbustos ou lianas (INCT/HVFF, 2012; REFLORA, 2014) e dificilmente seriam registradas fora da sinússia inferior. Conforme Gomes *et al.* (2009), o sub-bosque abrange regenerantes do dossel, arbustos, arvoretas, lianas, entre outras.

Concernente à riqueza, diversidade H' e equabilidade J, ambas sinússias retrataram valores relativamente elevados no contexto do ecótono FOM/FES, inclusive em comparação com outras florestas relativamente bem conservadas (Tabela 2). Isso denota expressiva diversidade do conjunto florístico, reflexo do seu bom estado de conservação após 38 anos de desenvolvimento sem perturbações.

Tabela 2. Riqueza, diversidade e equabilidade encontrada em ecótono FOM/FES

Pesquisa	Localização	Área amostral	Critério de inclusão	Nº de espécies	H'	J
Viani <i>et al.</i> (2011)	Quedas do Iguaçu (PR) - Mata do Palmital	6.100 m ²	DAP ≥ 5 cm	79	3,33	-
Viani <i>et al.</i> (2011)	Quedas do Iguaçu (PR) - Mata do Polonês	5.200 m ²	DAP ≥ 5 cm	67	3,31	-
Viani <i>et al.</i> (2011)	Quedas do Iguaçu (PR) - Reserva das Antas	5.000 m ² +	DAP ≥ 5 cm	71	2,68	-
Carmo e Assis (2012)	Parque Estadual do Guartelá	5.000 m ²	Ht ≥ 3 m	136	4,10	0,83
Gross <i>et al.</i> (2014)	Bento Gonçalves (RS) - Sede EMBRAPA	3.900 m ²	DAP ≥ 5 cm	74	3,61	-
Souza <i>et al.</i> (2017)	Parque Nacional do Iguaçu (750 m de altitude)	6.000 m ²	DAP ≥ 5 cm	78	3,74	0,86
Adenesky-Filho <i>et al.</i> (2018)	Telêmaco Borba - UHE de Mauá	-	DAP ≥ 5 cm	98	-	-
Presente estudo - sub-bosque	Bituruna (PR) - UHE GBM	600 m ²	DAP < 10 cm	96	3,67	0,80
Presente estudo - estrado arbóreo	Bituruna (PR) - UHE GBM	12.000 m ²	DAP ≥ 10 cm	108	4,01	0,86

Legenda: H' = índice de Shannon; J = índice de Pielou; Ht = altura total; DAP = Diâmetro à Altura do Peito; UHE GBM = Usina Hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Rocha Netto.

Fonte: Os autores (2019)

Segundo Magurran (1989), a variação de H' geralmente fica entre 1,5 e 3,5, raramente ultrapassando 4,5. Portanto, os valores obtidos no presente estudo indicaram elevada diversidade, atribuindo à floresta grande interesse de conservação (CORTE *et al.*, 2014).

Considerando a PI de todas as espécies, obteve-se a seguinte proporção de distribuição da importância estrutural dos grupos ecológicos: (i) Estrato arbóreo - 4,5% de pioneira efêmera, 7,0% de pioneira durável, 47,3% de não pioneira e 34,6% de facultativa; (ii) Sub-bosque - 2,5% de pioneira efêmera, 1,0% de pioneira durável, 70,2% de não pioneira e 22,8% de facultativa.

No sub-bosque ressaltou-se a notória prevalência das não pioneiras e a baixa representatividade das pioneiras. Partindo da premissa de ser uma floresta conservada, com dossel bem estruturado, era de se esperar que espécies dependentes de luz não fossem importantes na estrutura da sinússia, sendo essa uma

característica dos estágios sucessionais médio e avançado (SCHORN; GALVÃO, 2006). Desse modo, constatou-se novamente que a comunidade estudada está próxima ao amadurecimento.

As espécies não pioneiras também se destacaram no estrato arbóreo, porém com menor predominância, tendo em vista a maior representatividade das facultativas e, em menor grau, das pioneiras. Considerando a projeção do sub-bosque, pôde-se pressupor a evolução sucessional da floresta (CHAZDON, 2016). A concepção de evolução pôde ser reforçada pela menor percentagem estrutural das pioneiras efêmeras no estrato arbóreo, representadas exclusivamente por *Piptocarpha axillaris*, e das pioneiras duráveis, referentes a *Ocotea puberula*, *Parapiptadenia rigida* e *Sapium glandulosum*.

No que tange à PI dos elementos típicos de FOM e FES, houve prevalência das espécies indiferentes, tal qual foi observada na análise da composição florística geral, discutida anteriormente. Isso reiterou o caráter ecotonal também em termos de estrutura. As espécies de FOM foram as menos representativas, principalmente no sub-bosque (Figura 3).

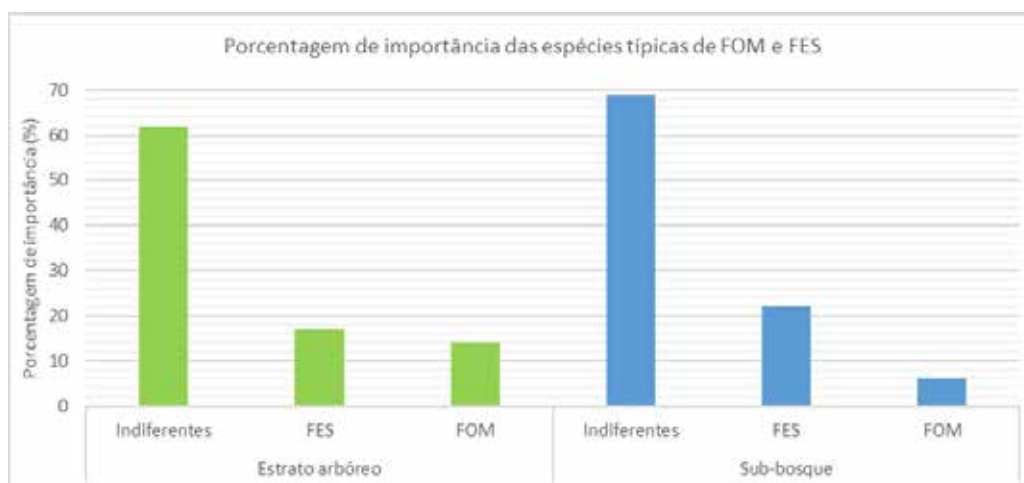


Figura 3. Gráfico da porcentagem de importância das espécies de Floresta Ombrófila Mista (FOM), de Floresta Estacional Semidecidual (FES) e de ocorrência indiferente.

Numa pesquisa fitossociológica realizada em Quedas do Iguaçu (PR), aproximadamente a 100 quilômetros da área estudada, Viani *et al.* (2011) apontaram que as espécies típicas de FES se irradiam principalmente pelos vales dos grandes rios, em função da altitude e temperatura, com lenta substituição da FOM na direção dos planaltos. Efeito semelhante pôde ser constatado neste estudo, uma vez que a proporção de espécies típicas no sub-bosque sugeriu que a influência da FES aumentará gradativamente no estrato arbóreo.

3.3 SIMILARIDADE

Do total geral de 130 espécies nativas registradas no sub-bosque e estrato arbóreo, 74 foram compartilhadas pelas sinúsias, o que representou equivalência de 56,9%. É uma porcentagem maior do que os 35,0% encontrados por Rodrigues e Magalhães (2011) e praticamente equivalente aos 56,8% relatados por Aguiar *et al.* (2017), ambos estudos similares ao presente trabalho e que envolveram florestas atlânticas.

Apesar da razoável porcentagem de espécies compartilhadas nas duas sinúsias, a diagramação produzida pelo NMDS evidenciou uma separação majoritária entre parcelas (estrato arbóreo) e subparcelas (sub-bosque) (Figura 4). A medida de *stress* foi 18% ao passo de 999 permutações, em três dimensões.

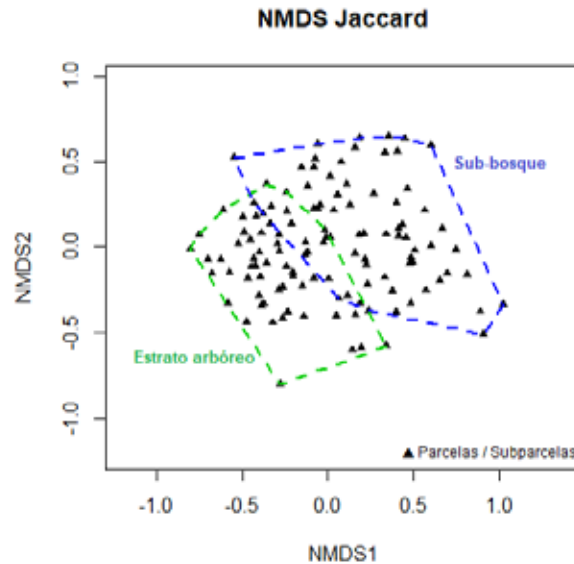


Figura 4. Diagrama do NMDS para riqueza ($stress = 18\%$ e $k = 3$), por intermédio das distâncias de Jaccard.
Fonte: Os autores (2019).

As diagramações do estrato arbóreo e sub-bosque demonstraram dissimilaridade florística, visto que a grande maioria das parcelas e subparcelas formou agrupamentos separados, com pequena sobreposição. Por meio da PERMANOVA, a ordenação do NMDS foi conferida, ratificando estatisticamente a ausência de similaridade nas composições de riqueza ($p < 0,001$).

A ANOSIM indicou significativa dissimilaridade florística entre as sinúcias, tendo o seguinte resultado a partir de 999 permutações para riqueza: $p = 0,001$ e $R = 0,40$. Os valores reforçaram, portanto, a ordenação do NMDS.

Em trabalho com FOM no município de Lages (SC), Aguiar et al. (2017) avaliaram espécies comuns aos componentes adulto e regenerativo, de maneira que a ANOSIM resultou na diferença estatística significativa. Segundo os autores, a causa consistiu em distúrbios relacionados à presença de gado, que comprometeram a regeneração.

Perante à dissimilaridade entre estratos constatada na Floresta Nacional Mário Xavier, em Seropédica (RJ), Rodrigues e Magalhães (2011) indicaram a dinâmica sucessional como fator causador de mudanças na estrutura e composição florístico-etárias.

No entorno do reservatório da UHE GBM, as florestas amostradas não possuem retrospecto de degradação desde o barramento do rio. A diversidade florística e a composição fitossociológica reforçaram o diagnóstico da ausência de distúrbios.

A dinâmica sucessional é a causa mais provável da dissimilaridade dos componentes arbóreo e sub-bosque. Nas florestas em processo sucessional secundário, as comunidades florísticas se modificam, evoluindo em complexidade e diversificação (OLIVA et al., 2018). Diferenças de composição e estrutura entre as sinúcias regenerante e adulta indicam que o conjunto está avançando na sucessão (RODRIGUES; MAGALHÃES, 2011).

Na dissimilaridade com o estrato arbóreo, é fundamental considerar o papel dos arbustos e arvoretas exclusivos do sub-bosque. São espécies que não ultrapassam os estratos inferiores e possuem características próprias (FINOL, 1971), como tolerância à sombra. A abundância delas está relacionada ao avanço na sucessão, pois dependem da umidade e sombreamento dentro da floresta (CHAZDON, 2016).

Visando interpretar a dissimilaridade em termos de valores absolutos, foi executada análise das variações de riqueza entre parcelas e subparcelas, por meio do gráfico *boxplot* (Figura 5) e teste T.

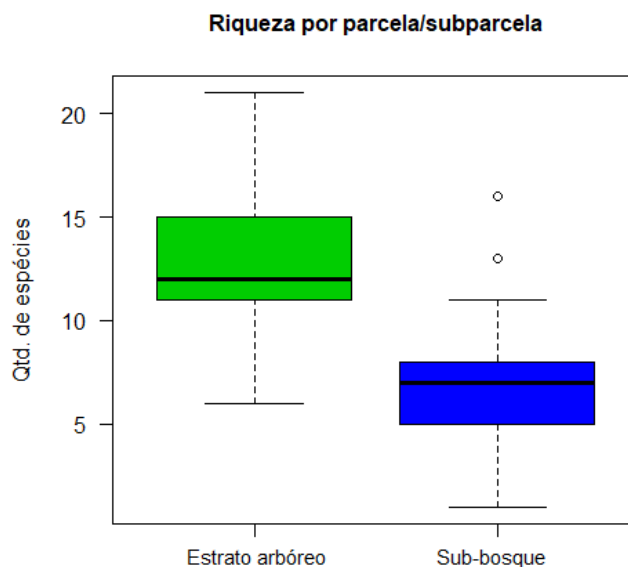


Figura 5. Gráfico *boxplot* da riqueza observada nas parcelas e subparcelas.

Fonte: Os autores (2019).

O gráfico de *boxplot* ilustrou o quão variáveis foram as riquezas nas parcelas e subparcelas, ressaltando-se, sobretudo, a superioridade do estrato arbóreo, devendo ser considerada sua maior área amostral. O resultado do teste T para riqueza, cujo valor de p foi $2,2 \times 10^{-16}$, corroborou estatisticamente a diferença.

Semelhantemente, Aguiar *et al.* (2017) investigaram a similaridade florística do componente arbóreo adulto com o regenerante, em FOM no Planalto Sul Catarinense, com ANOSIM resultando em $p = 0,001$ e R variando de 0,63 a 0,95, o que ratificou a dissimilaridade. A justificativa dos autores para tal foi a existência de unidades amostrais com menores riqueza e densidade na regeneração.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A riqueza e diversidade encontradas se mostraram expressivas em ambas as sinúsias amostradas, em comparação a outros estudos do ecótono FOM/FES. No estrato arbóreo foram registradas 108 espécies, com predomínio florístico-estrutural das não pioneiras (*Nectandra lanceolata*, *Ocotea odorifera* e *Aiouea glaziiovii*) e expressividade das facultativas (*Casearia sylvestris* e *Alchornea sidifolia*). No sub-bosque foram registradas 96 espécies, com predominância ainda maior das não pioneiras (*Actinostemon concolor*, *Sorocea bonplandii* e *Mollinedia clavigera*) sobre as facultativas (*Myrsine gardneriana*, *Myrsine umbellata* e *Casearia sylvestris*).

A composição florística e estrutural da floresta, assim como o predomínio de espécies não pioneiras, demonstrou que a comunidade se encontra em estágio de sucessão intermediária a avançada, de modo que as fases iniciais foram superadas.

A dissimilaridade florística entre estrato arbóreo e sub-bosque foi significativa, provavelmente em função das mudanças estruturais inerentes à sucessão.

A proporção dos elementos típicos da FES foi ligeiramente superior que os de FOM, sendo mais pronunciada no estrato regenerativo, confirmando a distribuição presumida devido às condições topográficas e altitudinais.

O simples abandono de áreas compreendidas entre fragmentos florestais e o reservatório da UHE permitiu o desenvolvimento e amadurecimento espontâneo da floresta no período de 38 anos.

5 AGRADECIMENTOS

Este estudo faz parte do projeto PD-06491-0405/2015 executado pela unidade de pesquisa e desenvolvimento da COPEL GeT em parceria com a UFPR e o Simepar, com o apoio da ANEEL, através de seu programa de desenvolvimento científico de aplicações de energia elétrica.

Agradecimentos à CAPES-DS pela concessão de bolsa de estudo ao primeiro autor; à equipe da COPEL Foz do Areia pelo apoio em campo; à UFPR-PPGEF pelo auxílio no desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ADENESKY-FILHO, E.; VALDRIS, D.; SCHORN, L. A.; BOTOSSO, P. C.; GALVÃO, F. Estrutura fitossociológica em uma zona de ecótono de floresta estacional semidecidual e floresta ombrófila mista. In: Seminário Sul-Brasileiro sobre a Sustentabilidade da Araucária, 3., 2018, Passo Fundo. Anais [...] Passo Fundo: Lew, 2018. p. 80-82.

AGUIAR, M. D.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; NEGRINI, M.; SCHOLLEMBERG, A. L. Similaridade entre adultos e regenerantes do componente arbóreo em Floresta com Araucária. **Floresta e Ambiente**, v. 24, n. e00083214, p. 1-10, 2017.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANDRADE, R. C. **Avaliação do sub-bosque de matas ciliares em restauração no interior do estado de São Paulo, Brasil**. 2018. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

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, p. 1-20, 2016.

BERGAMIN, R. S. **Variação espacial e temporal de espécies arbóreas em florestas da Mata Atlântica: perspectivas sobre o efeito de mudanças climáticas e planejamento de conservação**. 2017. Tese (Doutorado em Ciências - Ênfase em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CARMO, M. R. B.; ASSIS, M. A. Caracterização florística e estrutural das florestas naturalmente fragmentadas no Parque Estadual do Guartelá, município de Tibagi, estado do Paraná. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 133-145, 2012.

CHAZDON, R. L. **Renascimento de florestas: regeneração na era do desmatamento**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

CNCFLORA. Núcleo Lista Vermelha, 2019. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/projetos/lista-vermelha>. Acesso em: 4 dez. 2019.

FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA-NETO, J. A. A. **Fitossociologia no Brasil**. Viçosa: UFV, 2011. v. 1.

FINOL, H. U. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. **Revista Forestal Venezolana**, v. 14, n. 21, p. 29-42, 1971.

GOMES, J. S.; GOMES, J. S.; SILVA, A. C. B. L.; RODAL, M. J. N.; SILVA, H. C. H. Estrutura do sub-bosque lenhoso em ambientes de borda e interior de dois fragmentos de floresta atlântica em Igarassu, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 2, p. 295-310, 2009.

GOOGLE LLC. Google Earth Pro. Versão 7.3. Mountain View: Google, 2019. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>. Acesso em: 9 dez. 2020.

GROSS, A.; CABRAL, S. L.; MACHADO, F. D.; BONAZZA, M.; SILVESTRE, R.; HOFF, R. Composição florística e estrutura horizontal de um ecótono de floresta ombrófila mista e floresta estacional semidecidual em Bento Gonçalves, RS. In: CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R.; RODRIGUES, A. L.; MACHADO, S. A.; PÉLLICO-NETTO, S.; FIGUEIREDO-FILHO, A.; NOGUEIRA, G. S. (org.). **Atualidades em mensuração florestal**. Curitiba: UFPR, 2014. p. 163-166.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INCT/HVFF. Rede speciesLink, 2012. Disponível em: <http://www.splink.org.br/index?lang=pt>. Acesso em: 5 dez. 2019.

IPARDES. Estado do Paraná - declividade. Curitiba: Governo do Estado do Paraná, 1995. 1 mapa. Escala gráfica.

ITCG. Produtos cartográficos: Dados geoespaciais de referência / Dados e informações geoespaciais temáticos, 2019. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/>. Acesso em: 7 dez. 2019.

IUCN. The IUCN Red List of threatened species, 2019. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 5 dez. 2019.

LACTEC. **Plano ambiental de conservação e uso do entorno de reservatório artificial: UHE Governador Bento Munhoz da Rocha Netto**. Curitiba: IAP, 2009. v. 1.

LIMA, C. L. **Impacto do reservatório de uma hidrelétrica sobre a vegetação arbórea em ecótono entre floresta ombrófila mista e floresta estacional decidual em Santa Catarina**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.

MAGURRAN, A. E. **Diversidad ecológica y su medición**. Barcelona: Vedral, 1989.

MARCON, A. K. **Reservatório de hidrelétrica e o clima local: estudo dendroecológico e da dinâmica da paisagem**. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MINEROPAR. Mapa geológico do Paraná. Curitiba: Governo do Estado do Paraná, 2006. 1 mapa. Escala 1:650.000.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; SZOEC, E.; WAGNER, H. **Vegan**: community ecology package. versão 2.5-6. Online: CRAN R-project, 2019.

OLIVA, E. V.; REISSMANN, C. B.; MARQUES, R.; BIANCHIN, J. E.; DALMASO, C. A.; WINAGRASKI, E. Florística e estrutura de duas comunidades arbóreas secundárias com diferentes graus de distúrbio em processo de recuperação. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1088-1103, 2018.

- OLIVEIRA, R. E. DE; ENGEL, V. L. A restauração florestal na Mata Atlântica: três décadas em revisão. **Ciência, Tecnologia e Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 40-48, 2017.
- PPG. The Pteridophyte Phylogeny Group: a community-derived classification for extant lycophytes and ferns. **Journal of Systematics and Evolution**, v. 54, n. 6, p. 563-603, 2016.
- R CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. Versão 4.0.2. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2020.
- REFLORA. Flora do Brasil 2020 em construção, 2019. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acesso em: 4 out. 2019.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. **Ciência & Ambiente**, v. 13, n. 24, p. 75-92, 2002.
- RODRIGUES, R. M. M.; MAGALHÃES, L. M. S. Estrutura e florística de fragmento de floresta secundária na planície aluvionar do rio Guandu, em Seropédica-RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 3, p. 324-333, 2011.
- SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; RODRIGUES, A. L.; WATZLAWICK, L. F. **Inventários florestais: planejamento e execução**. 3ª ed. Curitiba: Multi-Graphic Gráfica e Editora, 2014.
- SCHORN, L. A.; GALVÃO, F. Dinâmica da regeneração natural em três estágios sucessionais de uma floresta ombrófila densa em Blumenau, SC. **Floresta**, v. 36, n. 1, p. 59-74, 2006.
- SECCO, R. T. **Florística e ecologia de dois bancos de sementes em região de floresta ombrófila mista no município de Campo do Tenente, PR**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- SHEPHERD, G. J. FITOPAC. Versão 2.1. Campinas: Departamento de Botânica da UNICAMP, 2010. Disponível em: <https://pedroisenlohr.webnode.com.br/fitopac/>. Acesso em: 9 dez. 2020.
- SOUZA, R. F.; MACHADO, S. A.; GALVÃO, F.; FIGUEIREDO-FILHO, A. Fitossociologia da vegetação arbórea do Parque Nacional do Iguaçu. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 853-869, 2017.
- TPL. The Plant List: a working list of all plant species, 2013. Disponível em: <http://www.theplantlist.org>. Acesso em: 4 out. 2019.
- VIANI, R. A. G.; COSTA, J. C.; ROZZA, A. F.; BUFO, L. V. B.; FERREIRA, M. A. P.; OLIVEIRA, A. C. P. Caracterização florística e estrutural de remanescentes florestais de Quedas do Iguaçu, sudoeste do Paraná. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p. 115-128, 2011.