

# Riqueza, composição e estrutura da comunidade arbustivo-regenerante em diferentes estágios sucessionais de uma Floresta Subtropical do Brasil<sup>1</sup>

Guilherme Felitto<sup>1,2,6</sup>, Eduardo Damasceno Lozano<sup>3</sup>, Bianca Kalinowski Canestraro<sup>4</sup>  
e Rodrigo de Andrade Kersten<sup>5</sup>

Recebido: 16.08.2016; aceito: 9.07.2017

**ABSTRACT** - (Diversity and structure of the lower strata in two successional stages in a subtropical forest, Southern Brazil). Currently, in Paraná State, forest remnants in advanced successional stages account for less than 1% of its original area. This study compared the understory community across different successional stages of the Araucaria Forest in southern Brazil. Forest remnants, one in intermediate and another in advanced stage of natural regeneration were selected, and a total of 38 plots of 5 × 5 m were sampled. Individuals reaching at least 2 m high or having circumference up to 15 cm at *height 1.3 m* above the *soil* surface were measured and identified. In the forest at an intermediate stage, 68 species were recorded being mostly light-dependent, with *Nectandra megapotamica* as the most important species. On the other hand, at an advanced stage, less species were found (52 species) but most individuals were shade-tolerant, with *Rudgea jasminoides* as the most important species. These differences are most probably caused because of the canopy density of each fragment. As the comparison with other studies is impaired due to different plot sizes and inclusion criteria, we suggest the standardization to improve knowledge and support biodiversity conservation of the southern tropical forest of Brazil.

**Keywords:** Ecology, growth forms, phytosociological survey, Paraná State

**RESUMO** - (Riqueza, composição e estrutura da comunidade arbustivo-regenerante em diferentes estágios sucessionais de uma Floresta Subtropical do Brasil). Atualmente, os remanescentes em estágio avançado de sucessão no Estado do Paraná somam menos de 1% de sua área original. Este trabalho comparou a composição e estrutura da comunidade de sub-bosque em diferentes estágios sucessionais de Floresta Ombrófila Mista. Foram selecionados dois remanescentes florestais, um em estágio médio e outro em estágio avançado de regeneração natural, onde foram amostradas 38 parcelas de 5 × 5 m. Foram mensurados indivíduos com altura superior a 2 m e perímetro a 1,30 m de altura do solo ≤ 15 cm. Na área em estágio médio foram registradas 68 espécies, representadas por espécies secundárias com exigência de luz, destacando-se *Nectandra megapotamica* com os maiores valores de importância. Para área em estágio avançado foram registradas 52 espécies representadas por indivíduos tardios tolerantes à sombra, com destaque para *Rudgea jasminoides*. Como a comparação com outros estudos é prejudicada pelos diferentes tamanhos de parcelas e/ou os critérios de inclusão, sugerimos que uma padronização é necessária para melhorar o conhecimento e apoiar a conservação da biodiversidade das florestas tropicais da região Sul do Brasil.

**Palavras-chave:** Ecologia, formas de crescimento, levantamento fitossociológico, Paraná

## Introdução

Na virada do século XXI, apenas um quarto das áreas naturais globais permaneciam inalteradas pela ação humana (Sanderson *et al.* 2002, Ellis

*et al.* 2010), tendo sido observada uma rápida e acelerada destruição desses habitats em tempos recentes. Fragmentação e degradação florestal são processos que atualmente ocorrem em escala global e

1. Parte do trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Biologia
2. Soluções, Organização e Meio Ambiente Ltda, Avenida Desembargador Hugo Simas, 1588, 80.520-250 Curitiba, PR, Brasil
3. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Rua do Matão, 277, Cidade Universitária, 05508-090 São Paulo, SP, Brasil
4. Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Briologia, Avenida Miguel Stéfano, 3687, 04045-972 São Paulo, SP, Brasil
5. Pontifícia Universidade Católica do Paraná – Escola de Ciências da Vida, Rua Imaculada Conceição 1155, 80.215-901 Curitiba, PR, Brasil
6. Autor para correspondência: [g.felitto@hotmail.com](mailto:g.felitto@hotmail.com)

inevitavelmente levam, entre tantos outros, à perda de biodiversidade, mudanças climáticas locais e redução dos serviços ecossistêmicos (Magnago *et al.* 2014, Lima *et al.* 2015). Fragmentos florestais podem ser definidos como quaisquer áreas de vegetação nativa interrompida por barreiras antrópicas, tais como estradas e plantações ou por barreiras naturais como rios e lagos, que podem reduzir o fluxo de animais, pólen e sementes (Forman & Godron 1981).

No Brasil, a região originalmente ocupada pela Mata Atlântica abriga hoje quase 70% do PIB nacional, mais de 60% da população brasileira, e possui as maiores extensões dos solos mais férteis do país (Rodrigues *et al.* 2009). Sujeita a mais de 500 anos de exploração, atualmente menos de 15% de sua área permanece florestada e a maior parte destes remanescentes é composta de fragmentos pequenos, isolados e alterados (Ribeiro *et al.* 2012).

Dentre as regiões fitoecológicas da Mata Atlântica, a Floresta Ombrófila Mista (FOM) possui distribuição intimamente relacionada ao clima úmido e frio no inverno (Kersten & Galvão 2014). Sua fisionomia é marcada pela presença de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, associada a diversas espécies como *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso e *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl. (Maack 1968).

Durante a primeira metade do século XX, esta floresta foi intensamente explorada para exportação da madeira (Hueck 1972) e expansão das fronteiras agrícolas (Castella & Britez 2004), tornando esta a tipologia vegetal uma das mais ameaçada do país (Carlucci *et al.* 2011). Hoje, esta formação encontra-se à beira da extinção com menos de 3% de sua área original e sendo 0,5% em estágio avançado (MMA, 2005, Mähler Jr. & Larocca 2009).

Sucessão ecológica pode ser descrita como o fenômeno no qual uma comunidade vegetal é progressivamente substituída por outra ao longo do tempo. Em florestas tropicais, observa-se que a sucessão florestal se dá a partir da substituição gradual de espécies com diferentes comportamentos ecológicos, sendo possível reconhecer cada uma das fisionomias do processo por espécies particularmente adaptadas, com diferentes habilidades de crescimento, sobrevivência e reprodução (Durigan *et al.* 2004, Rodrigues & Gandolfi 1998).

As espécies arbóreas tropicais podem ser divididas em dois grandes grupos: pioneiras e climáticas (Whitmore 1989). Na categoria pioneira estão espécies cujas plântulas se estabelecem apenas em clareiras ou áreas abertas, enquanto na categoria

climática estão as espécies cujas sementes são capazes de germinar sob dossel fechado e cujas plântulas sobrevivem na sombra da floresta. Entre as espécies clímax há também graduação na resposta à luz. Em um extremo da escala estão espécies cujo banco de plântulas é persistente mesmo em ambientes de baixa luminosidade e no outro se encontram as espécies cujas plântulas persistem apenas sob ambientes de luminosidade moderada (Swaine & Whitmore 1988).

Embora vários trabalhos sobre a estrutura do componente arbóreo da Mata Atlântica tenham sido publicados (ver Lima *et al.* 2015), poucos levantamentos fitossociológicos foram realizados na região da Floresta Ombrófila Mista no Paraná (ver Kersten *et al.* 2015), raramente considerando diferentes estágios sucessionais (Kozera *et al.* 2006, Narvaes *et al.* 2005, Piroli & Nascimento 2008). Raros também são os trabalhos que consideraram espécies lenhosas de sub-bosque desse tipo de floresta no Paraná (Barddal *et al.* 2004, Cordeiro & Rodrigues 2007, Pimentel *et al.* 2008, Carvalho *et al.* 2009) nenhum considerado os estágios sucessionais. Trabalhos com essas abordagens contribuem para o conhecimento das características do ecossistema (estruturas, fisionomias, florísticas), e podem subsidiar trabalhos de recuperação ambiental (Kozera *et al.* 2006).

Assim, o presente estudo teve como objetivo comparar a composição e a estrutura da sinússia de sub-bosque de dois estágios seriais de Floresta Ombrófila Mista Montana no Paraná.

## Material e métodos

A área de estudo está localizada na Fazenda Experimental Gralha Azul (FEGA), de propriedade da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, no município de Fazenda Rio Grande (PR), entre as coordenadas 25°37'32"S - 25°41'33"S e 49°15'29"W - 49°17'27"W. O clima, segundo o sistema de Koeppen, é do tipo Cfb, temperado, com verão ameno, chuvas uniformemente distribuídas, sem estação seca definida, com temperatura média do mês mais quente não atingindo 22 °C e com precipitação de 1.100 a 2.000 mm (Alvares *et al.* 2013). A altitude da área de estudo varia entre 910 e 930 m s.n.m. e é caracterizada como Floresta Ombrófila Mista Montana (IBGE 2012).

Foram selecionados, a partir de fotos aéreas e observações de campo (figura 1), dois remanescentes, um em estágio médio (EMED) e outro em estágio

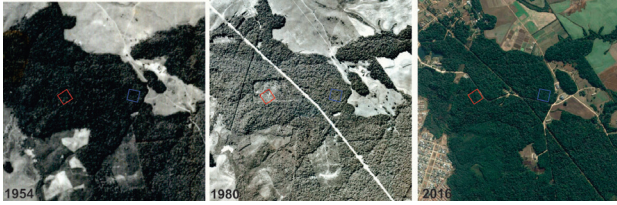


Figura 1. Fotos aérea de 1954 (esquerda), 1980 (centro) e imagem de satélite de 2016 (direita) da Fazenda Gralha Azul, mostrando a região de estudo com as áreas em estágio de regeneração médio (em vermelho) e avançado (azul).

Figure 1. Aerial Photographs from 1954 (left), 1980 (center) and satellite image from 2016 (right) of the Gralha Azul Farm, showing the intermediate (red) and the advanced (blue) regenerating areas of the of the studied region.

avançado (EAVA) de regeneração natural. A EMED sofreu corte raso e está em processo de regeneração desde 1954 e apresenta um único estrato arbóreo com cerca de 10-12 m de altura. A EAVA apresenta pelo menos dois estratos arbóreos bem definidos, com o maior variando entre 17-22 m. O fragmento não apresenta histórico de corte raso, sendo as fotos aéreas atuais muito semelhantes à de 1980. No entanto, há registros da retirada de espécies de interesse econômico como a araucária e principalmente o sassafrás [*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer], impactos que cessaram após a incorporação da fazenda pela Universidade em 1992.

Procedimentos Amostrais - Foram incluídos no levantamento apenas os indivíduos lenhosos com mais de 2 m de altura e menores que 15 cm PAP (perímetro a 1,3 m do solo) que corresponde a 4,77 cm de DAP (diâmetro a 1,3 m do solo). Abaixo desse tamanho as plantas foram consideradas integrantes do estrato herbáceo/subarbustivo e, acima de 15 cm de PAP como integrantes do estrato arbóreo. Indivíduos encontrados férteis foram herborizados e incorporados ao Museu Botânico Municipal (MBM) e ao Herbário da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (HUCP). As plantas foram identificadas até o menor nível taxonômico possível através de literatura especializada (Smith *et al.* 1988, Peixoto *et al.* 2001, Kiyama & Bianchini 2003, Pastore 2003, Sobral 2003, 2011, Goldenberg 2004, Mentz & Oliveira 2004, Torres & Luca 2005, Sobral *et al.* 2006, Brotto *et al.* 2007, Viani & Vieira 2007, Grokoviski *et al.* 2009, Zanon *et al.* 2009, Possette & Rodrigues 2010, Brotto *et al.* 2013, Grings & Boldrini 2013) e análises comparativas com exsicatas dos acervos do Herbário da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (HUCP) e do Museu Botânico Municipal (MBM). As espécies,

nomes dos autores, assim como as sinônimas foram verificados na Flora do Brasil 2020.

As espécies foram classificadas segundo os grupos ecológicos de Swaine & Whitmore (1988) como Pioneiras (germinam apenas sob luz solar plena), e Clímax (espécies que germinam em ambiente florestal sombreado). Este último foi subdividido em Clímax Exigentes em Luz (espécies que necessitam de maior luminosidade para a germinação e apresentam rápido crescimento) e Clímax Tolerantes à Sombra (espécies que germinam sob pouca luminosidade, e apresentam crescimento lento). Foram também classificadas segundo sua permanência ou não no estrato como residentes (quando adultas permanecem no estrato inferior) ou transientes (quando adultas atingem o dossel) (Gilliam *et al.* 1994). A partir de observações de campo as espécies foram também classificadas segundo sua forma de crescimento em trepadeiras, arbustos, árvores e arborescentes (Fidalgo & Bononi 1989).

Para o levantamento fitossociológico foram estabelecidas parcelas de  $5 \times 5$  m ( $25 \text{ m}^2$ ) até a obtenção da suficiência amostral (20 parcelas na EMED e 18 na EAVA), calculada com base na curva de rarefação do número de indivíduos por espécie (Kersten & Galvão 2011). Em cada parcela, foi estimada a altura e mensurado o PAP (convertido em DAP para as análises estatísticas) de todos os indivíduos registrados. Foram calculados os parâmetros fitossociológicos usuais para o grupo: densidade, dominância e frequência, a partir dos quais foi calculado o percentual de importância, foram calculados também o diâmetro médio e área basal total por hectare. Visando a comparação entre EMED e EAVA, foram calculados quatro índices de diversidade, dois baseados na equidade entre espécies: Shannon ( $H'$ ) e recíproco de Simpson ( $1/D$ ), e dois índices baseados na riqueza: Margalef (DMg) e Chao-1. Esses índices foram analisados pelo método de Bootstrap com 1.000 repetições. Foi testada a correlação entre os parâmetros altura e PAP em ambas as áreas por meio de regressão linear e calculado o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Visando a comparação da riqueza entre os fragmentos, foram estimadas curvas de rarefação de EMED e EAVA com os respectivos limites de confiança (Kersten & Galvão 2011). Os cálculos estatísticos foram realizados com o auxílio dos softwares Microsoft Excel, PAST (Hammer *et al.* 2001) e EstimateS (Colwell 2016). Os indivíduos mortos e não identificados foram excluídos das análises fitossociológicas.



Para a comparação estrutural foi utilizada a análise de ordenação MDS (escalonamento multidimensional não métrico), onde o número de indivíduos das espécies nas parcelas foi utilizado como medida de similaridade a distância de *Bray-Curtis*. Como teste *a posteriori* foi utilizado o procedimento de permutação de resposta múltipla MRPP (*multi-response permutation procedures*), também baseado na distância de *Bray-Curtis*. Os cálculos foram realizados com auxílio do software PC-ORD 6.0.

## Resultados

Um total de 98 espécies, 59 gêneros e 34 famílias foram registrados (tabela 1). As famílias com maior riqueza foram Myrtaceae com 15 espécies (15,3%), Solanaceae e Rubiaceae com nove espécies cada (9,1%), Fabaceae com oito espécies (8,1%) e Salicaceae com sete espécies (7,1%) (figura 2). 17 famílias foram representadas por apenas uma espécie (figura 2). Quanto à permanência das espécies no estrato de sub-bosque, 49 espécies (50%) foram classificadas como residentes e outras 49 como transientes (tabela 1).

Na área em estágio médio de regeneração (EMED) foram amostradas 20 parcelas, totalizando 400 indivíduos, dos quais 17 (4,2%) estavam mortos. A altura média foi de 3,5 m, com a máxima de 10 m (figura 3), e a densidade de 8.000 indivíduos/ha (tabela 2). Foram registradas 68 espécies, 49 gêneros e 29 famílias (tabela 1). As principais famílias são apresentadas na figura 2. Dentre os gêneros destacaram-se *Nectandra* Rol. *ex* Rottb. com 10% do VI, *Allophylus* L. com 9%, *Myrsine* L. com 8% e *Cinnamodendron* Endl. com 5,5% (tabela 3). As principais espécies foram *Nectandra megapotamica*, *Allophylus edulis*, *Myrsine umbellata* e *Cinnamodendron dinisii*, totalizando 32% do Valor de Importância (VI) (tabela 2). As 10 principais espécies somaram 53% do VI (tabela 3), e o percentual de 95% do VI foi atingido com 51 espécies. A maior parte das espécies (N = 41) foi observada apenas uma ou duas vezes.

Com relação à forma de crescimento, predominaram as árvores com 92% dos indivíduos, seguido dos arbustos com 2,5% e trepadeiras e arborescentes com menos de 1% cada (tabela 1), e os 5,5% restantes correspondem aos indivíduos mortos ou não identificados. Quanto aos grupos ecológicos, destacaram-se as espécies clímax fotoexigentes com 66% dos indivíduos, seguidas pelas clímax tolerantes à sombra (21%) e às pioneiras com 12% (tabela 1).

As espécies transientes somaram aproximadamente 53% do valor de importância, enquanto as espécies residentes somaram aproximadamente 47% (tabela 1).

Na área em estágio avançado de regeneração (EAVA) foram amostradas 18 parcelas com um total de 274 indivíduos, dos quais quatro (1,5%) estavam mortos. A altura média foi de 6 m, a máxima de 7 m (figura 3) e a densidade de 6.089 ind/ha (tabela 2). Foram registrados 52 espécies, 34 gêneros e 24 famílias (tabela 1). As principais famílias podem ser observadas na figura 2. Destacam-se os gêneros *Calyptrocalyx* Sw. com 11,7% do VI, *Casearia* Jacq. com 11,4%, *Rudgea* Salisb. com 11,1% e *Eugenia* L. com 6,4% (tabela 4). Das espécies listadas, *Rudgea jasminoides*, *Calyptrocalyx concinna*, *Casearia decandra* e *Cordia concolor* apresentaram os maiores VI, totalizando 33,8% do valor total da amostra (tabela 4). As 10 principais espécies somaram 57% do VI e o percentual de 95% do VI só é atingido com 41 espécies; 24 espécies foram registradas apenas uma ou duas vezes.

A forma de crescimento dominante na EAVA foi a arbórea com 83% dos indivíduos seguidos dos arbustos com 14%, os 3% restantes correspondem aos indivíduos mortos ou não identificados (tabela 1). Com relação aos grupos ecológicos, as espécies clímax fotoexigentes responderam por 47,5% dos indivíduos, seguidas pelas clímax tolerantes à sombra (46,5%) e às pioneiras com 3% (tabela 1). As espécies residentes corresponderam a 71,5%, enquanto as espécies transientes foram 25,5% (tabela 1).

A relação entre o DAP e a altura, foi mais homogênea e com coeficiente de determinação maior na EAVA do que na EMED (figura 4). Na distribuição de classes de altura (figura 3), foi observada distribuição bimodal para a área média, e padrão típico de em “J” invertido para a EAVA.

Apenas o índice de Margalef foi estatisticamente diferente entre as áreas (tabela 2). Embora a riqueza da EMED seja nominalmente maior, não foi possível afirmar estatisticamente que exista diferença entre as áreas (figura 5), pois os intervalos de confiança se sobrepõem. Na análise MDS (figura 6) o estresse com quatro dimensões foi de 0,10. A análise de ordenação mostra uma separação nítida entre os estágios sucessoriais, resultado confirmado pelo teste MRPP (T = -19,24; A = 0,1069; p < 0,00001).

## Discussão

O total de espécies observado em ambas as áreas é elevado quando comparado com outros estudos (tabela 5). Com relação à riqueza, apenas Narvaes *et al.*

Tabela 1. Espécies registradas nos levantamentos dos sub-bosques das áreas em estágio médio e avançado de regeneração, em Floresta Ombrófila Mista no Paraná, classificadas segundo família e espécie, seguidas do Nome Popular, Grupo Ecológico (G.E.) (PI: pioneiras, CF: clímax fotoexigentes, TS: tolerante à sombra, forma de crescimento (F.C.) dos indivíduos adultos (Ab: arbustos, Av: árvore, Ar: arborescente, Tp: trepador), Componentes (Comp.) (R: residentes, T: transientes), Espécies registradas na área em estágio médio (Med.) e Espécies registradas na área em estágio avançado (Ava.).

Table 1. Species registered in the surveys of the understory of intermediate and advanced regenerating areas of Araucaria Forest in Paraná State, classified according to family and species, followed by the popular name, ecological group (G.E.) (PI: pioneers, CF: sun light demanding climax, TS = shade-tolerant climax), growth form (F.C.) of adult individuals (Ab: bushes, Av: tree, Ar: tree-like. Tp: climber), components (Comp.) (R: residents, T: transients), Species recorded in the intermediary stage (Med.) and species recorded in the Advanced stage (Ava.).

Família (nº de espécies) Espécie	Nome Popular	G.E.	F.C.	Comp.	Med.	Ava.
<b>Anacardiaceae (1)</b>						
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	Pau-de-bugre	CF	Av	T	X	
<b>Aquifoliaceae (3)</b>						
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Caúna	CF	Av	T	X	
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Erva-mate	CF	Av	T	X	X
<i>Ilex theezans</i> Mart.	Orelha-de-mico	CF	Av	T	X	
<b>Asteraceae (2)</b>						
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén ex Malme	Vassourão	PI	Av	T		X
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	Vassourão	PI	Ab	T	X	
<b>Canellaceae (1)</b>						
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	Pimenteira	CF	Av	T	X	X
<b>Cannabaceae (1)</b>						
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Taleira	CF	Av	R	X	X
<b>Cardiopteridaceae (1)</b>						
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard	Congonha	CF	Av	R	X	X
<b>Celastraceae (1)</b>						
<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	Espinheira-santa	CF	Av	R	X	
<b>Elaeocarpaceae (2)</b>						
<i>Sloanea garckeana</i> K. Schum	Ouriço	TS	Av	T		X
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	Sapopema	TS	Av	R	X	
<b>Euphorbiaceae (2)</b>						
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll. Arg.	Branquilha	CF	Av	T	X	X
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	Leiteiro	CF	Av	T	X	
<b>Fabaceae (8)</b>						
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Rabo-de-bugio	CF	Av	T	X	X
<i>Dahlstedtia floribunda</i> (Vogel) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	Timbó	CF	Av	T	X	
<i>Inga marginata</i> Willd.	Ingá-Feijão	CF	Av	T	X	
<i>Inga striata</i> Benth.	Ingá	CF	Av	T	X	
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	Jacarandá-branco	CF	Av	T	X	
<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	Sapuva	CF	Av	T	X	
<i>Muelleria campestris</i> (Mart. ex Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	Feijão-Cru	CF	Av	T	X	
<i>Senegalia</i> sp.	Arranha-gato	CF	Tp	T	X	

continua

Tabela 1 (continuação)

Família (nº de espécies) Espécie	Nome Popular	G.E.	F.C.	Comp.	Med.	Ava.
Lamiaceae (1)						
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Tarumã	TS	Av	T	X	
Lauraceae (6)						
<i>Cinnamomum triplinerve</i> (Ruiz & Pav.) Kosterm.	Canela	TS	Av	T		X
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Canela-amarela	CF	Av	T		X
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-fedida	CF	Av	T	X	
<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo-Gil	Canela	TS	Av	T	X	
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	Canela-louro	CF	Av	T	X	
<i>Ocotea nutans</i> (Nees) Mez	Louro	TS	Av	T		X
Laxmanniaceae (1)						
<i>Cordyline spectabilis</i> Kunth & Bouché	Uvarana	CF	Ar	R	X	
Loganiaceae (1)						
<i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.	Esporão-de-galo	CF	Av	R	X	X
Malvaceae (1)						
<i>Pavonia sepium</i> A. St.-Hil.	-	TS	Ab	R	X	
Melastomataceae (3)						
<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	Pixirica	CF	Av	T	X	
<i>Miconia petropolitana</i> Cogn.	Pixirica	TS	Av	R		X
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	Jacatirão	PI	Av	R		X
Meliaceae (3)						
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Cedrinho	CF	Av	T		X
<i>Cedrella fissilis</i> Vell.	Cedro	CF	Av	T	X	
<i>Trichila elegans</i> A.Juss.	Pau-de-ervilha	CF	Av	R	X	
Monimiaceae (3)						
<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.	Capixim	TS	Av	R	X	X
<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	Pimenta-do-mato	TS	Av	R	X	X
<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	Capixim	TS	Av	R	X	X
Moraceae (1)						
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger	Chincho	TS	Av	T		X
Myrtaceae (15)						
<i>Calyptranthes concinna</i> DC.	Guamirim-facho	TS	Av	T		X
<i>Calyptranthes grandifolia</i> O.Berg	Caingá-do-graúdo	TS	Av	T		X
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O. Berg	Guabirobeira	CF	Av	T	X	X
<i>Eugenia burkartiana</i> (D. Legrand) D. Legrand	Guamirim	TS	Ab	R		X
<i>Eugenia capitulifera</i> O.Berg	-	TS	Ab	R		X
<i>Eugenia chlorophylla</i> O.Berg	-	TS	Av	R	X	
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira-do-mato	CF	Av	T	X	X
<i>Eugenia longipedunculata</i> Nied.	Cerejeira	TS	Ab	R		X

continua

Tabela 1 (continuação)

Família (nº de espécies) Espécie	Nome Popular	G.E.	F.C.	Comp.	Med.	Ava.
<i>Eugenia ramboi</i> D. Legrand	-	TS	Ab	R		X
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	CF	Av	T	X	X
<i>Eugenia verticillata</i> (Vell.) Angely	Guamirim-do-mato	TS	Av	R	X	
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	Guamirim-de-várzea	CF	Av	T	X	X
<i>Myrcia hatschbachii</i> D. Legrand	Caingá	TS	Av	T	X	X
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	-	TS	Av	T		X
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Guamirim-miúdo	CF	Av	R	X	X
Picramniaceae (1)						
<i>Picramnia ramiflora</i> Planch.	Pau-amargo	TS	Ab	R		X
Piperaceae (1)						
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	Pariparova	TS	Ab	R		X
Primulaceae (3)						
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	-	CF	Av	T		X
<i>Myrsine parvula</i> (Mez) Otegui	Capororoca	CF	Av	R	X	
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororocão	CF	Av	T	X	X
Rhamnaceae (1)						
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	Canjica	TS	Av	T		X
Rosaceae (1)						
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltdl.) D. Dietr.	Pessegueiro-bravo	PI	Av	T		X
Rubiaceae (9)						
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	-	TS	Ab	R		X
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll. Arg.	Pasto-de-anta	CF	Av	R	X	
<i>Palicourea australis</i> C.M. Taylor	Erva-de-rato	CF	Av	R	X	
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	Juruvarana	CF	Ab	R		X
<i>Psychotria fluminensis</i> Vell.	Grandiúva d'anta	TS	Av	R		X
<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schl.	Café d'anta	TS	Av	R		X
<i>Psychotria nuda</i> (Cham. & Schltdl.) Wawra	Erva-de-anta	CF	Av	R	X	
<i>Psychotria suterella</i> Mull. Arg.	-	TS	Av	R		X
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll. Arg.	Jasmim-do-mato	CF	Av	R	X	X
Rutaceae (1)						
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-cadela	CF	Av	T	X	
Salicaceae (7)						
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga	CF	Av	T	X	X
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	Espeteiro	CF	Av	T	X	
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	Cambroé	CF	Av	T	X	
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Cafezeiro-do-mato	CF	Av	T	X	X
<i>Prockia crucis</i> P. Browne ex L.	-	TS	Ab	R	X	
<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	Açucará	CF	Av	T	X	

continua

Tabela 1 (continuação)

Família (nº de espécies) Espécie	Nome Popular	G.E.	F.C.	Comp.	Med.	Ava.
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	Sucará	CF	Av	T	X	
Sapindaceae (3)						
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. <i>et al.</i> ) Hieron. ex Hierderl.	Vacum	CF	Av	T	X	
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Cuvantã	CF	Av	T	X	
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Miguel-pintado	CF	Av	T	X	
Solanaceae (9)						
<i>Brunfelsia pauciflora</i> (Cham. & Schltld.) Benth.	Manacá	CF	Av	R	X	
<i>Capsicum flexuosum</i> Sendtn.	-	PI	Av	R	X	
<i>Cestrum bracteatum</i> Link & Otto	Anilão	TS	Av	R	X	
<i>Cestrum euanthes</i> Schltld.	Quina-da-terra	TS	Av	R	X	
<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	Peloteira	TS	Av	R	X	X
<i>Solanum campaniforme</i> Roem. & Schult.	Indigo-do-brasil	PI	Av	R		X
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	Joá-de-árvore	PI	Av	T		X
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	Joá-manso	PI	Av	R	X	
<i>Solanum trachytrichium</i> Bitter	Canela-mirim	PI	Av	R		X
Styracaceae (1)						
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Benjoeiro	CF	Av	T	X	
Symplocaceae (2)						
<i>Symplocos laxiflora</i> Benth.	Maria-mole	TS	Ab	T		X
<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.	Maria-mole	CF	Av	T	X	
Verbenaceae (1)						
<i>Lippia brasiliensis</i> (Link) T. Silvas	Cambará-branco	PI	Ab	R	X	X
Violaceae (1)						
<i>Hybanthus bigibbosus</i> (A. St.-Hil.) Hassl.	Erva-de-veado	TS	Ab	R	X	

Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos e ecológicos do sub-bosque das áreas em estágios médio e avançado de regeneração da Floresta Ombrófila Mista no Paraná.

Table 2. Phytosociological and ecological parameters of the understory of the areas in intermediate and advanced regeneration stages of Araucaria Forest in Paraná.

Parâmetros	Área média inicial	Área avançada
Área Amostral	500 m <sup>2</sup>	450 m <sup>2</sup>
Riqueza (nº spp.)	68	52
Número de famílias	29	24
Densidade (ind/ha)	8.000 ± 178	5.911 ± 122
DAP médio (cm)	2,15 ± 1,02	1,98 ± 0,98
Área basal Total (m <sup>2</sup> /ha)	3,6 ± 0,08	2,2 ± 0,05
Altura média (m)	3,5	6,0
Altura máxima (m)	10,0	7,0
Shannon (H <sup>2</sup> )	3,41	3,36
Simpson (1/D)	17,5	18,2
Margalef (D <sub>Mg</sub> )	11,3	9,1
Chao-1	97	81



Tabela 3. Parâmetros fitossociológicos das 15 principais espécies amostradas na Floresta Ombrófila Mista em estágio Médio de regeneração natural na Fazenda Rio Grande, PR (N: número de indivíduos amostrados, DA: densidade Absoluta (ind/ha), FA: frequência absoluta (nº de parcelas), DoA: dominância absoluta (m<sup>2</sup>/ha), VI%: percentual de importância).

Table 3. Phytosociological Parameters of the 15 main species sampled in Mixed Ombrophilous Forest in intermediate stage of natural regeneration at Rio Grande Farm, PR (N: number of individuals sampled, DA: absolute density (ind/ha), FA: absolute frequency (number of plots), DoA: absolute dominance (m<sup>2</sup>/ha), VI%: percentage of importance).

Espécie	N	DA	FA	DoA	VI%
<i>Nectandra megapotamica</i>	49	980	17	0,40	10,30
<i>Allophylus edulis</i>	42	840	17	0,34	9,18
<i>Myrsine umbellata</i>	41	820	7	0,30	7,26
<i>Cinnamodendron dinisii</i>	19	380	9	0,28	5,54
<i>Matayba elaeagnoides</i>	12	240	9	0,17	3,90
<i>Trichilia elegans</i>	18	360	10	0,09	3,81
<i>Dalbergia frutescens</i>	20	400	10	0,07	3,76
<i>Cupania vernalis</i>	15	300	8	0,13	3,61
<i>Coussarea contracta</i>	17	340	4	0,08	2,70
<i>Strychnos brasiliensis</i>	10	200	6	0,10	2,65
<i>Myrceugenia miersiana</i>	7	140	6	0,07	2,11
<i>Myrcia splendens</i>	6	120	5	0,09	2,04
<i>Macherium stipitatum</i>	6	120	6	0,07	2,00
<i>Cestrum intermedium</i>	6	120	5	0,04	1,62
<i>Rudgea jasminoides</i>	7	140	4	0,05	1,60
Totais		8000 ind/ha	20 parc.	3,5 m <sup>2</sup> /ha	100

Tabela 4. Parâmetros fitossociológicos das 15 principais espécies amostradas na Floresta Ombrófila Mista em estágio Avançado de regeneração natural na Fazenda Rio Grande, PR (N: número de indivíduos amostrados, DA: densidade absoluta (ind/ha), FA: frequência Absoluta (nº de parcelas), DoA: dominância Absoluta (m<sup>2</sup>/ha), VI%: percentual de importância).

Table 4. Phytosociological Parameters of 15 main species sampled in Araucaria Forest in advanced stage of natural regeneration at Rio Grande Farm (N: number of individuals sampled, DA: absolute Density (ind/ha), FA: absolute Frequency (number of plots), DoA: absolute dominance (m<sup>2</sup>/ha), VI%: percentage of importance).

Espécie	N	DA	FA	DoA	VI%
<i>Rudgea jasminoides</i>	32	711	12	0,26	11,10
<i>Calyptanthus concinna</i>	35	778	14	0,11	9,09
<i>Casearia decandra</i>	21	467	10	0,19	7,99
<i>Cordia concolor</i>	14	311	10	0,11	5,62
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	14	311	9	0,07	4,81
<i>Myrsine umbellata</i>	11	244	9	0,05	4,03
<i>Casearia sylvestris</i>	8	178	8	0,08	3,93
<i>Eugenia capitulifera</i>	8	178	3	0,11	3,67
<i>Cabrlea canjerana</i>	10	222	6	0,05	3,34
<i>Mollinedia clavigera</i>	9	200	7	0,05	3,31
<i>Calyptanthus grandifolia</i>	4	89	4	0,07	2,66
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	6	133	5	0,04	2,52
<i>Myrceugenia miersiana</i>	7	156	5	0,04	2,49
<i>Sloanea garckeana</i>	5	111	4	0,03	1,86
<i>Myrcia hatschbachii</i>	4	89	2	0,05	1,86
Totais		5911 ind/ha	18 parc.	2,2 m <sup>2</sup> /ha	100

Tabela 5. Trabalhos utilizados na comparação dos parâmetros florísticos, fisionômicos e ecológicos do sub-bosque de diferentes estudos em Florestas Ombrófilas Mista no Brasil. Indicados os autores, a Unidade da Federação (UF), o método de estudo (Met: F: florístico, P: parcelas, Q: quadrantes centrados), critérios de inclusão mínimos (Min: altura em metros) e máximo (Max: perímetro em centímetros), riqueza (S), o número de gêneros (G), de famílias (F) e, para os estudos com dados fitossociológicos, a Densidade (D: Ind/ha), Área Basal (AB: m<sup>2</sup>/ha), Diversidade de Shannon (H') e de Simpson (1/D).

Table 5. Studies used in the comparison of the floristic, physiognomic and ecological parameters of the understory of different studies in Araucaria Forests in Brazil. Indicating the authors, State (UF), method used (Met: F: Floristic, P: Plots, Q: quadrats), minimum inclusion criteria (min: height in meters) and maximum (Max: perimeter in centimeters), richness of species (S), number of genera (G), and families (F), density (D: Ind/ha), Basal area (AB: m<sup>2</sup>/ha), diversities of Shannon(H') and Simpson (1/D).

Estudo	UF	Met.	Área (m <sup>2</sup> )	Min	Max	S	G	F	D	AB	H'	1/D
Liebsch & Acra (2004)	PR	F	2000	0,5	10	89	54	32	-	-	-	-
Cordeiro & Rodrigues (2007)	PR	P	64	0,1	15	26	20	13	-	-	-	-
Silva <i>et al.</i> (2012)	RS	Q	30 pts	0,5	10	31	26	18	-	-	3,03	-
Mauhs & Backes (2002)	RS	P	1000	2	10	27	-	-	2.280	-	2,90	-
Barddal <i>et al.</i> (2004)	PR	P	500	1,3	15	39	36	23	18.940	8,2	2,50	6,13
Narvaes <i>et al.</i> (2005)	RS	P	1800	1,3	30	109	88	46	7.984	4,8	2,22	-
Pimentel <i>et al.</i> (2008)	PR	P	1200	0,5	10	23	22	20	864	3,7	3,03	-
Este estudo - média	PR	P	500	2	15	68	49	29	8.000	3,6	3,41	17,5
Este estudo - avançada	PR	P	450	2	15	52	34	24	5.911	2,2	3,40	18,2

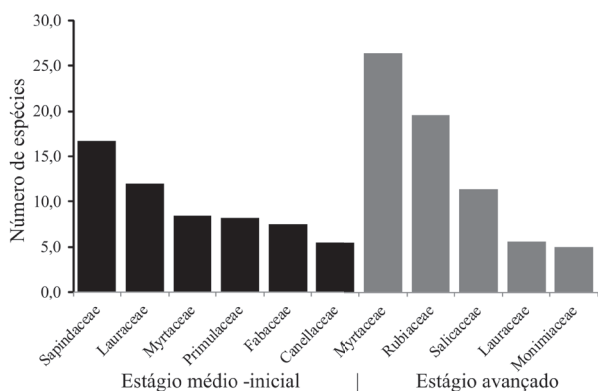


Figura 2. Principais famílias e riqueza de espécies por família observadas nas áreas em estágios médio e avançado de regeneração da Floresta Ombrófila Mista no Paraná.

Figure 2. Main families and richness per family observed in the areas in intermediate and advanced regeneration stages of Araucaria Forest in Paraná.

(2005) listaram um número de espécies maior, foram porém considerados indivíduos com até 30 cm de PAP e área amostral de 1,8 ha, valores também maiores que os deste estudo. Outros estudos que também incluíram o sub-bosque (Caldato *et al.* 1996, Polisel *et al.* 2013, Ribeiro *et al.* 2012, Silva *et al.* 2010) empregaram metodologias ou consideraram estratos e critérios de inclusão diferentes dos aqui utilizados e por isto, não é possível fazer uma comparação detalhada.

Considerando-se os estágios sucessionais individualmente a riqueza ainda parece ser elevada. O

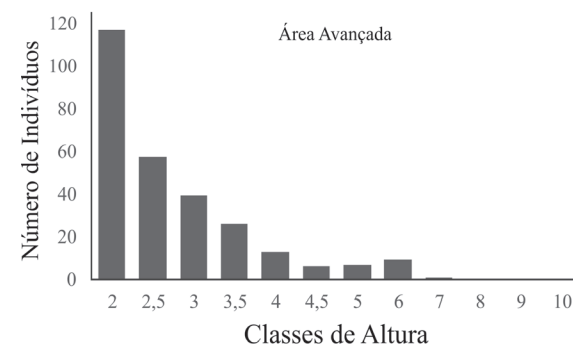
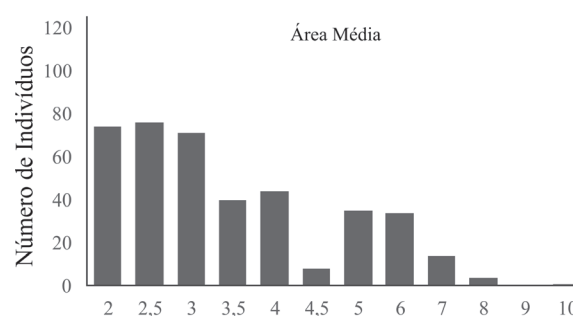


Figura 3. Número de indivíduos por classes de alturas (em metros) registrados nas áreas em estágios médio e avançado de regeneração da Floresta Ombrófila Mista no Paraná.

Figure 3. Number of individuals by classes of heights (meters) recorded in the areas in intermediate and advanced regeneration stages of Araucaria Forest in Paraná.

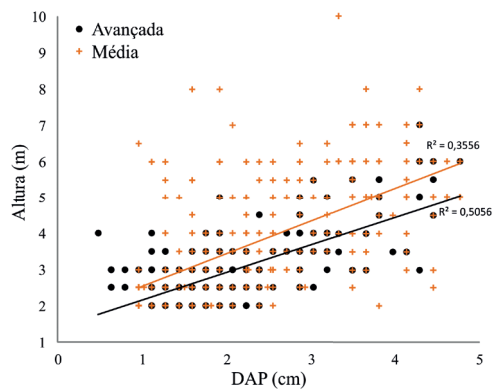


Figura 4. Relação entre diâmetro e altura nas comunidades de sub-bosque das áreas em estágios médio e avançado de regeneração da Floresta Ombrófila Mista no Paraná.

Figure 4. Relationship between diameter and height in the understory communities of the areas in intermediate and advanced regeneration stages of Araucaria Forest in Paraná.

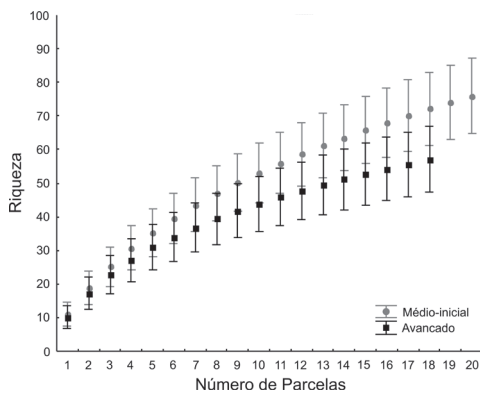


Figura 5. Curvas de rarefação calculadas com indicação dos limites de 95% confiança calculados com o software Estimates nas áreas em estágios médio e avançado de regeneração da Floresta Ombrófila Mista no Paraná.

Figure 5. Rarefaction curves calculated with indication of 95% confidence limits calculated by the software Estimates in the areas of intermediate and advanced regeneration stages of Araucaria Forest in Paraná.

único estudo que registrou mais espécies (Liebsch & Acra 2004), amostrou áreas maiores (duas áreas de 1 ha cada) e indivíduos com DAP maior ( $\geq 50$  cm de altura). A maioria dos demais estudos considerados, no entanto apresentaram riqueza inferior ao registrado neste estudo, (Barddal *et al.* 2004, Cordeiro & Rodrigues 2007, Pimentel *et al.* 2008 e Silva *et al.* 2012).

Uma das principais dificuldades em estabelecer comparações com outros estudos é a grande variação metodológica. Ao contrário do observado para o dossel, em que, embora haja variações, a maioria dos estudos considera indivíduos acima de 15 cm de perímetro (Kersten *et al.* 2015) para o sub-bosque não há padrão para os limites inferiores ou superiores.

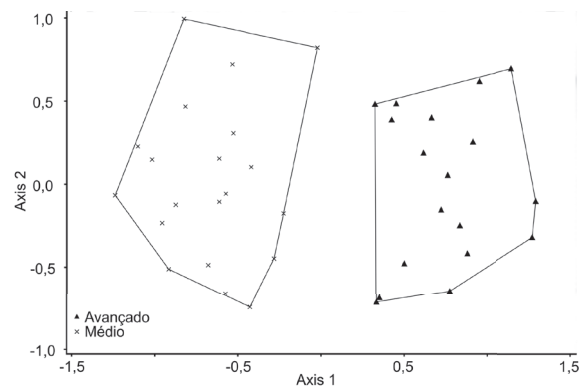


Figura 6. Análise MDS entre as áreas em estágio médio e avançado de regeneração (polígonos) da Floresta Ombrófila Mista no Paraná.

Figure 6. MDS Analysis between the areas in intermediate and advanced regeneration stages (polygons) of Araucaria Forest in Paraná.

(tabela 5). Estes são estabelecidos em diferentes valores, tanto pela altura ou quanto pelo perímetro. Assim, não é possível estabelecer um padrão de riqueza entre os estudos realizados em Floresta Ombrófila Mista já que não há base comum entre os parâmetros estruturais (densidade, dominância, altura) usados.

Quando considerado o componente arbóreo, raramente são observados valores de densidade superiores a 1.200 ind/ha (Rondon Neto *et al.* 2002, Kozera *et al.* 2006, Herrera *et al.* 2009, Machado *et al.* 2013). Densidades arbóreas mais elevadas (ex. 4.000-5.000 ind/ha) foram registradas apenas em vegetação da Floresta Atlântica encontrada em elevações maiores (ex. Florestas Altomontanas (Scheer *et al.* 2012). Assim, embora Barddal *et al.* (2004) (amostrando indivíduos maiores que 1,3 m) tenham relatado densidade de 18.940 ind/ha, pode-se assumir que densidade de 8.000 ind/ha (ou um indivíduo para cada 1,25m<sup>2</sup>), como registrado na EMED deste estudo, seja indicativa de sub-bosque densos.

A resolução nº 2 do Conama (1994), que discorre sobre os estágios sucessionais das florestas ombrófilas paranaenses, indica que o componente arbóreo típico de estágios iniciais, tem uma área basal total entre 8-20 m<sup>2</sup>/ha. Assim, assumimos que o esperado para o estrato arbustivo-arbóreo seja menor que isto. Se tomarmos a densidade de 8.000 indivíduos/ha para a área média e usando como PAP a metade do máximo (= 7,5 cm), obtém-se 3,6 m<sup>2</sup>/ha, valor que acreditamos ser indicativo de sub-bosque com área basal alta. Apenas Barddal *et al.* (2004) apresentam valores mais elevados que o desse estudo, no entanto, eles

consideraram um diferente limite de inclusão e usaram o diâmetro ao nível do solo.

Embora a comparação com outros estudos seja complexa, comparar as duas áreas estudadas podem fornecer informações relevantes sobre a dinâmica da FOM. Além de composição florística distinta, a EMED apresentou maior riqueza, maior área basal e maior densidade que a EAVA. Possivelmente, o principal fator a influenciar positivamente esta comunidade seja a maior entrada de luz, causada pelo dossel mais baixo e mais aberto, o que permitiria tanto a sobrevivência de espécies iniciais avançadas e espécies do dossel, refletindo em maiores densidades e áreas basais.

Mas somente a densidade não explica a maior riqueza (mais indivíduos = mais espécies) registrada na EMED, pois o índice de Margalef, que padroniza a relação entre indivíduos e espécies, foi significativamente maior nesta área. A maior riqueza é explicada pela quantidade de indivíduos de espécies transientes (50% na média e 25% na avançada). Na hipótese do distúrbio intermediário (Fox 2013, Sheil & Burslem 2013), diversidade deve ser maior em locais com distúrbios que ocorrem com frequência intermediária, com intensidade intermediária (Grime 1973) ou em estágios intermediários de sucessão (Connell 1978, Sousa 1979). Assim, em estágios intermediários coexistem espécies dos estágios iniciais e espécies dos estágios avançados elevando a diversidade alfa total da área. Neste caso específico, o estágio avançado, o sub-bosque já estaria em “equilíbrio” (sensu Connell 1978), tendo número menor de espécies típicas do dossel. A EMED, por sua vez, é ocupada igualmente por espécies típicas e por espécies do dossel, que serão excluídas do sistema com o avançar do processo sucessional, elevando assim a riqueza e diversidade local.

Esta mudança também pode ser percebida tanto nas espécies dominantes em cada área quanto na altura dos indivíduos. Enquanto na EMED predominam espécies arbóreas típicas do dossel, na EAVA passam a se destacar espécies tipicamente arbustivas. Quanto à altura, a EMED abriga os indivíduos mais altos, apresenta distribuição bimodal de alturas e elevada amplitude no entre a circunferência e altura das plantas amostradas, pois, na verdade estamos observando duas comunidades distintas que crescem e se desenvolvem em padrões e velocidades diferentes. Enquanto as espécies do dossel tipicamente investem por mais tempo no crescimento em altura para, apenas após atingirem o dossel, investirem pesadamente no crescimento secundário, as espécies arbustivas iniciam

seu crescimento secundário quando ainda em alturas menores criando tanto a “nuvem de pontos” mais dispersa quanto a distribuição bimodal. Por sua vez, a curva da EAVA (“J”) é indicativa de comunidade saudável e com poucas perturbações (Martins 1991).

É notável a ausência de indivíduos de araucária nas parcelas analisadas. Foram observados tanto indivíduos adultos dentro e próximos das parcelas, e as plântulas (menores de 2 m de altura) eram frequentes. Apesar disso, nenhum juvenil, que se enquadraria no escopo deste estudo, foi observado nas parcelas amostradas. Esta ausência pode estar atrelada tanto a sua dinâmica populacional quanto aos impactos humanos. Apesar de frequentemente tratada como uma espécie pioneira, a araucária tem sementes grandes, sem dormência, e com pequena longevidade. Além disto, formam banco de plântulas e não de sementes. Seu ciclo de vida de longa duração é dependente de distúrbios estocásticos de larga-escala que aumentam a luminosidade interna (Duarte *et al.* 2002, Souza 2007, Kersten *et al.* 2015) para as plântulas recrutarem em juvenis ou adultos. Assim, é possível que a raridade observada seja passageira. Por outro lado, como observado por Souza (2007), a ausência de determinadas classes de idade pode ser um indicativo de seguidos insucessos reprodutivos causados por impactos antrópicos. No caso das florestas estudadas, aparentemente esta primeira hipótese é a mais acertada, embora a segunda não possa ser descartada pelos indícios de coleta de pinhão.

Como a maioria dos estudos fitossociológicos realizados na Floresta Ombrófila Mista consideraram o limite inferior de 15 cm de PAP (perímetro a 1,3 m do solo) para o componente arbóreo (Kersten *et al.* 2015), sugerimos que este seja o limite máximo em estudos com sub-bosque. Análises preliminares em campo indicaram que indivíduos com alturas a partir de 2 m já apresentam um ponto a 1,3 m do solo onde é possível tomar-se medidas; na maioria dos casos, indivíduos menores possuem, a 1,3 m, uma pequena copa. Dessa maneira, sugerimos a padronização de um estrato (que poderia ser chamada de sub-bosque arbustivo-arbóreo, de arvoretas, ou de sub-bosque intermediário) com os valores empregados neste estudo: altura maior que 2 m e PAP menor que 15 cm. Sugerimos ainda que também seja outro estrato (sub-bosque arbustivo-herbáceo ou sub-bosque inferior) que inclua os indivíduos com alturas maiores que 50 cm (visando a exclusão das plântulas e juvenis muito pequenos) e menores que 2 m seja avaliado em separado.



## Conclusão

As comunidades estudadas foram diferentes entre si em riqueza, composição e estrutura, embora não tenha sido registrada diferença significativa na diversidade. A análise de ordenação (MDS) apresentou duas comunidades distintas.

O estudo do sub-bosque pode trazer dados sobre a composição estrutural do dossel e gerar informações importantes sobre a dinâmica das florestas. Contudo, o sub-bosque serve precisamente como indicador do estágio sucessional da floresta e deveria ser incluído em portarias oficiais sobre o assunto. O predomínio de espécies residentes nos estágios avançados, e de transientes nos estágios médios se mostra um bom indicador do estágio serial.

A disparidade de métodos é um dos maiores problemas para a comparação de estudos que consideram sub-bosque, sendo o termo empregado tanto para espécies herbáceas quanto para indivíduos arbóreos adultos. Sugerimos a padronização de critérios para o estudo das sinúsias de sub-bosque para promover, em médio prazo, conjuntos interessantes de dados sobre distintas florestas e estágios seriais. O perímetro mínimo comumente usado para definir a comunidade arbórea é de 15 cm; este valor poderia ser utilizado como o limite máximo para o estrato arbustivo, associado ao mínimo de 2 m de altura, permitindo assim a medição do perímetro a 1,3 m do solo (PAP).

## Agradecimentos

Os autores agradecem primeiramente a PUC/PR (Curitiba) pela disponibilização e auxílio aos estudos na FEGA, assim como os parceiros botânicos do MBM, especialistas em diversas e específicas famílias: Eraldo Barbosa e Juarez Cordeiro (Diversas), Marcelo L. Brotto (Lauraceae), Osmar dos Santos Ribas (Fabaceae-Mimosoidae/Diversas). Para classificação dos Grupos Ecológicos e Formas de Crescimento, a Carlos Vellozo Roderjan e Franklin Galvão. Aos familiares e amigos queridíssimos que sempre apoiaram e persistiram para que o término desse trabalho viesse a ser concluído de tal maneira: Gilda Felitto da Costa, Luiz Ricardo da Costa, Paula Larocca, Vanessa Ariati e Marise Pim Peteam. Por fim, agradecemos ainda aos revisores da Hoehnea.

## Literatura citada

- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M. & Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711-728.
- Barddal, M.L., Roderjan C.V., Galvão, F. & Curcio, G.R. 2004. Fitossociologia do sub-bosque de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Araucária, PR. *Ciência Florestal* 14: 35-45.
- Brotto, M.L., Vieira, T. & Santos, E.P. 2007. Flórula do Morro dos Perdidos, Serra de Araçatuba, Paraná, Brasil: Aquifoliaceae. *Estud. Biol.* 29: 129-135.
- Brotto, M.L., Cervi, A.C. & Santos, E.P. 2013. O gênero *Ocotea* (Lauraceae) no estado do Paraná, Brasil. *Rodriguésia* 64: 495-525.
- Caldato, S.L., Floss, P.A., Croce, D.M. & Longhi, S. J. 1996. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na Reserva Genética Florestal de Caçador, SC. *Ciência Floresta* 16: 27-38.
- Carlucci, M.B., Jarenkow, J.A., Duarte, L.D.S. & Pillar, V.P. 2011. Conservação da Floresta com Araucária no extremo sul do Brasil. *Natureza & Conservação* 9: 111-114.
- Castella, P.R. & Britez, R.M. 2004. A Floresta com Araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais. Ministério do Meio Ambiente - PROBIO, Brasília.
- CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). 1994. Resolução nº 2: Define formações vegetais primárias e estágios sucessionais de vegetação secundária, com finalidade de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Estado do Paraná. Brasília. *Diário Oficial* 59:4513-4514.
- Colwell, R.K. 2016. *EstimateS*: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1. Persistent URL. Disponível em <http://purl.oclc.org/estimates>. (acesso em 07-II-2016).
- Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- Cordeiro, J. & Rodrigues, W.A. 2007. Regeneração Natural do componente arbóreo em área de Floresta Ombrófila Mista, Guarapuava, PR. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 825-827.
- Duarte, L.S., Dillenburg, L.R. & Rosa, L.M. 2002. Assessing the role of light availability in the regeneration of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). *Australian Journal of Botany* 50: 741-751.
- Durigan, G., Rodrigues, R.R. & Schiavini, I. 2004. A heterogeneidade ambiental definindo a metodologia de amostragem da floresta ciliar. In: R.R. Rodrigues, & H. Leitão-Filho (ed.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. EDUSP, São Paulo.
- Ellis, E., C Goldewijk, K. K., Siebert, S., Lightman, D., & Ramankutty, N. 2010. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography* 19: 589-606.
- Fidalgo, O. & Bononi, V. L. R. 1984. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Manual do Instituto de Botânica n. 4, São Paulo.



- Flora do Brasil 2020 em construção.** 2016. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> (acesso em 02-VI-2016).
- Forman, R.T.T. & Godron, M.** 1981. Patches and Structural Components for a Landscape Ecology. *Bioscience* 31: 733-740.
- Fox, J.W.** 2013. The intermediate disturbance hypothesis should be abandoned. *Trends in ecology & evolution* 28: 86-92.
- Gilliam, F.S., Turrill, N.L., Aulick, S.D., Evans, D.K. & Adams, M.B.** 1994. Herbaceous layer and soil response to experimental acidification in a central Appalachian hardwood forest. *Journal of Environmental Quality* 23: 835-844.
- Goldenberg, R.** 2004. O gênero *Miconia* (Melastomataceae) no Estado do Paraná, Brasil. *Acta Botânica Brasileira* 18: 927-947.
- Grime, J.P.** 1973. Competitive exclusion in herbaceous vegetation. *Nature* 242: 344-347.
- Grings, M & Boldrini, I.I.** 2013. O gênero *Pavonia* Cav. (Malvaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 11: 352-380.
- Grokoviski, L., Cervi, A.C. & Tardivo, R.C.** 2009. O gênero *Piptocarpha* R.Br. (Asteraceae: Vernonieae) no Estado do Paraná, Brasil. *Acta Botânica Brasileira* 23: 486-498.
- Hammer, R., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D.** 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 1-9.
- Herrera, H.A.R., Rosot, N.C., Rosot, M.A.D. & Oliveira, Y.M.M.** 2009. Análise florística e fitossociológica do componente arbóreo da Floresta Ombrófila Mista presente na reserva florestal Embrapa/Epagri, Caçador, SC-Brasil. *Floresta* 39: 485-500.
- Hueck, K.** 1972. As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica. Brasília/São Paulo: Editora UnB/Polígono.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).** 2012. Manual técnico da vegetação brasileira 2 ed. Manuais Técnicos de Geociências, n. 1, Rio de Janeiro.
- Kersten, R.A. & Galvão, F.** 2011. Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos. In: J.M. Felfili, P.V. Eisenlohr, M.M.R.F., L.A. Andrade & J.A.A. Meira Neto (eds.). *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso*, v. 1, Viçosa.
- Kersten, R.A. & Galvão, F. (ed).** 2014. Curitiba das aves: aspectos da paisagem do município. Hori Cadernos Técnicos n. 9: Aves de Curitiba: coletânea de registros. 2 ed. Hori Consultoria Ambiental, Curitiba.
- Kersten, R.A., Borgo, M. & Galvão, F.** 2015. Floresta Ombrófila Mista: aspectos fitogeográficos, ecológicos e métodos de estudo. In: J.M. Felfili, P.V. Eisenlohr, M.M. R.F. Melo, L.A. Andrade & J.A.A. Meira Neto. (eds.). *Fitossociologia no Brasil*, v. 2, Ecossistemas, Viçosa.
- Kiyama, C.Y. & Bianchini, R.S.** 2003. Rosaceae. In: M.G.L. Wanderley, G.J. Shepherd, A.M. Giulietti, T.S.A. Melhem, A.M. Giulietti & M. Kirizawa (eds.). *Flora fanerogâmica do estado de São Paulo*. FAPESP/Rima. v. 3, São Paulo, pp 285-293.
- Kozera, C, Dittrich, V.A.O. & Silva, S.M.** 2006. Fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, Curitiba, PR, BR. *Floresta* 36: 225-237.
- Liebsch, D. & Acra, L.A.** 2004. Riqueza de espécies de sub-bosque de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Tijucas do Sul, PR. *Ciência Florestal* 14: 67-76.
- Lima, de R.A., Mori, D.P., Pitta, G., Melito, M.O., Bello, C., Magnago, L.F., & Prado, P.I.** 2015. How much do we know about the endangered Atlantic Forest? Reviewing nearly 70 years of information on tree community surveys. *Biodiversity and Conservation* 24: 2135-2148.
- Maack, R.** 1968. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba.
- Machado, S.D.A., Zamin, N.T., Nascimento, R.G.M., Augustynczyk, A.L.D. & Menegazzo, C.S.** 2013. Comparação dos parâmetros fitossociológicos entre três estratos de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. *Cerne* 19: 365-372.
- Magnago, L.F.S., Edwards, D.P., Edwards, F.A., Magrath, A., Martins, S.V. & Laurance, W.F.** 2014. Functional attributes change but functional richness is unchanged after fragmentation of Brazilian Atlantic forests. *Journal of Ecology* 102: 475-485.
- Mähler JR., J.K.F. & Larocca, J.F.** 2009. Fitofisionomias, desmatamento e fragmentação da Floresta com Araucária. In: C.R. Fonseca, A.F. Souza, A.M. Leal-Zanchet, T.L. Dutra, A. Backes, G. Ganade (eds.). *Floresta com Araucária. Ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável*. Editora Holos, Ribeirão Preto, pp. 243-252.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente).** 2005. Proteção e recuperação da Floresta com Araucárias. Propostas de criação de novas Unidades de Conservação Federais no Paraná e em Santa Catarina. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e Grupo de Trabalho Araucárias Sul, Brasília, Brasil.
- Martins, F. R.** 1991. Estrutura de uma Floresta Mesófila. Campinas, Unicamp.
- Mentz, L.A. & Oliveira, P.L.** 2004. O gênero *Solanum* na Região Sul do Brasil. *Pesquisas, Botânica* 54: 1-327.
- Narvaes, I.S., Brena, D.A. & Longhi, S.J.** 2005. Estrutura da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. *Ciência Florestal* 15: 331-342.
- Pastore, J.A.** 2003. Meliaceae In: M.G.L. Wanderley, G.J. Shepherd, A.M. Giulietti, T.S.A. Melhem, A.M. Giulietti & M. Kirizawa (eds.). *Flora fanerogâmica do estado de São Paulo*. FAPESP/Rima. São Paulo. v. 3, pp. 225-240.

- Peixoto, A.L., Reitz, R. & Guimarães, E.F.** 2001. Monimiaceae. *In*: A. Reis (ed.). Flora Ilustrada Catarinense. Herbário "Barbosa Rodrigues". Itajaí.
- Pimentel, A., Putton, V., Watzlawick, L. F., Valério, A. F. & Saueressig, D.** 2008. Fitossociologia do sub-bosque do Parque Ambiental Rubens Dallegre, Irati, PR. *Floresta* 38: 479-486.
- Pirolí, E.L. & Nascimento, A.R.T.** 2008. Análise florística e estrutura fitossociológica de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no município de Sertão - RS. *Ambiência* 4: 91-103.
- Polisel, R.T., Ivanauskas, N.M., Assis, M.C., Shepherd, G.J. & Yamamoto, K.** 2013. Structure of the understory community in four stretches of *Araucaria* forest in the state of São Paulo, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 28: 86-101.
- Possette, R.F.S. & Rodrigues, W.A.** 2010. O gênero *Inga* Mill. (Leguminosae - Mimosoideae) no estado do Paraná, Brasil. *Acta Botânica Brasilica* 24: 354-368.
- Ribeiro, T.M., Martins, S.V., Ivanauskas, N.M., Polisel, R.T. & Santos, R.L.R.** 2012. Restauração florestal com *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no parque estadual de Campos do Jordão, SP: efeito do fogo na estrutura do componente arbustivo-arbóreo. *Scientia Florestalis* 40: 279-290.
- Rodrigues, R.R. & Gandolfi, S.** 1998. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. *In*: L.E. Dias & J.W.V. Mello (ed.). Recuperação de áreas degradadas. Sobrade, Viçosa.
- Rodrigues, R.R., Brancalion, P.H.S. & Isernhagen, I.** 2009. Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo, LERF/ESALQ, Instituto BioAtlântica.
- Rondon Neto, R.M., Watzlawick, L.F., Caldeira, M.V.W. & Schoeninger, E.R.** 2002. Análise florística e estrutural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, situado em Criúva, RS-Brasil. *Ciência Florestal* 12: 29-37.
- Sanderson, E.W., Jaïteh, M., Levy, M.A., Redford, K.H., Wannebo, A.V. & Woolmer, G.** 2002. The human footprint and the last of the wild. *Bioscience* 52: 891-904.
- Scheer, M.B., Mocoichinski, A.Y. & Roderjan, C.V.** 2012. Estrutura arbórea da Floresta Ombrófila Densa Altomontana de serras do Sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 25: 735-750.
- Sheil, D. & Burslem, D.F.R.P.** 2013. Defining and defending Connell's intermediate disturbance hypothesis: a response to Fox. *Trends in Ecology & Evolution* 28: 571-572.
- Silva, M.M., Ganade, G. & Backes, A.** 2010. Regeneração natural em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas (Botânica)* 61: 259-278.
- Silva, S.G., Lima, C.S., Silva, C.S. S. & Forneck, E.D.** 2012. Levantamento fitossociológico do estrato arbustivo regenerante em silvicultura de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze na Floresta Estacional de São Francisco de Paula. *Revista de Ciências Ambientais* 6: 113-127.
- Smith, L.B., Downs, R.J. & Klein, R.M.** 1988. Euforbiáceas. *In*: P.R. Reitz (ed.). Flora Ilustrada Catarinense. Herbário "Barbosa Rodrigues", Itajaí.
- Sobral, M.** 2003. A família das Myrtaceae no Rio Grande do Sul. Editora da Unisinos, São Leopoldo.
- Sobral, M.** 2011. *Eugenia* (Myrtaceae) no Paraná. Eduep, Londrina.
- Sobral, M., Jarenkow, J.A., Brack, P., Irgang, B.E., Larocca, J. & Rodrigues, R.S.** 2006. Flora arbórea e arborecente do Rio Grande do Sul, Brasil. RiMa/Novo Ambiente, São Carlos.
- Sousa, W.** 1979. Experimental Investigations of Disturbance and Ecological Succession in a Rocky Intertidal Algal Community. *Ecological Monographs* 49: 228-254.
- Souza, A.F.** 2007. Ecological interpretation of multiple population size structures in trees: The case of *Araucaria angustifolia* in South America. *Austral Ecology* 32: 524-533.
- Swaine, M. & Whitmore, T.** 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio* 75: 81-86.
- Torres, R.B. & Luca, A.Q.** 2005. Ulmaceae. *In*: M.G.L. Wanderley, G.J. Shepherd, A.M. Giulietti, T.S.A. Melhem, A.M. Giulietti & M. Kirizawa (eds.). Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Fapesp/Rima, São Paulo. v. 4, pp. 361-369.
- Viani, R.A.G. & Vieira, A.O.S.** 2007. Flora arbórea da bacia do rio Tibagi (Paraná, Brasil): ordem Celastrales *sensu* Cronquist. *Acta Botanica Brasilica* 21: 457-472.
- Whitmore, T.** 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology* 70: 536-538.
- Zanon, M.M.F., Goldenberg, R. & Moraes, P.L.R.** 2009. O gênero *Nectandra* Rol. ex Rottb. (Lauraceae) no Estado do Paraná, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23: 22-35.