

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituto de Biociências

**Padrões de espécies arbóreas nos estratos de regeneração em áreas com e sem gado na
Floresta com Araucária**

Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção
do título de Bacharel em Ciências Biológicas,
apresentado conforme as normas técnicas
da Revista Brasileira de Biociências.

Autora: Caroline Moreira Basilio

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Cristina Müller

Coorientadora: Me. Joice Klipel

Colaboradores: Dr. Rodrigo Bergamin e Me. Kauane Bordin

Banca examinadora:

Dr. André Luís Luza

Dr. Daniel Dutra Saraiva

**Padrões de espécies arbóreas nos estratos de regeneração em áreas com e sem gado na
Floresta com Araucária**

Caroline Moreira Basilio^{1,2}, Joice Klipel¹ & Sandra Cristina Müller¹

Título resumido do trabalho: Regeneração de árvores em florestas com e sem gado

¹Laboratório de Ecologia Vegetal, Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

² caroline.basilio@hotmail.com

Resumo

A regeneração natural faz parte da dinâmica florestal, sendo essencial para o estabelecimento de novos indivíduos e a manutenção de espécies. Esse processo pode ser afetado por perturbações causadas pela presença de gado no interior da floresta, modificando padrões no estrato regenerante. Nesse trabalho, avaliamos os padrões de composição, abundância e riqueza de árvores na regeneração de florestas com e sem a presença de gado. Selecionamos duas localidades em Floresta com Araucária, no Rio Grande do Sul: Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata (CPCN-Pró-Mata), em São Francisco de Paula, onde não há gado desde 1994, e Parque Nacional Aparados da Serra, em Cambará do Sul, onde o gado tem acesso às florestas. Foram amostrados indivíduos adultos, juvenis e plântulas de árvores em 36 parcelas por localidade. Inicialmente observamos que a composição de espécies difere para os três estratos, indicando diferenças associadas às localidades. Já as análises de variância indicaram semelhança na abundância de adultos, mas diferença na abundância de juvenis e plântulas entre as duas localidades ($P < 0,001$), sendo maior no CPCN Pró-Mata. A riqueza de espécies diferiu apenas para as juvenis, sendo maior no CPCN Pró-Mata, porém essa diferença foi associada à abundância de indivíduos. Concluímos que as diferenças na abundância de plântulas e juvenis e, conseqüentemente na riqueza de regenerantes, indicam que a presença do gado no interior das florestas atua como um filtro sobre a regeneração florestal, podendo comprometer a dinâmica dessas comunidades em médio e longo prazo.

Palavras-chave: Abundância de espécies, Herbivoria, Pastejo, Regeneração natural

Abstract (Patterns of tree species in the regeneration strata of areas with and without cattle in the Araucaria Forest)

Natural regeneration is part of the forest dynamic and is essential for the establishment of new individuals and species maintenance. This process can be affected by disturbances caused by the presence of cattle in the interior of the forest, modifying patterns in the regenerating stratum. In this work, we evaluated the patterns of composition, abundance and richness of trees in the regeneration of forests with and without the presence of cattle. We selected two locations with Araucaria Forest, in Rio Grande do Sul: Pró-Mata Research and Nature Conservation Center (CPCN Pró-Mata), in São Francisco de Paula, where there have been no cattle since 1994, and Aparados da Serra National Park (PARNA), in Cambará do Sul, where cattle have access to forests. Adults, juveniles and seedlings were sampled in 36 plots per locality. Initially we observed that the species composition differs for the three strata, indicating differences associated with the localities. The analysis of variance indicated similarity in the abundance of adults, but differences in the abundance of juveniles and seedlings between the two locations ($P < 0.001$), being greater in the CPCN Pro-Mata. Species richness differed only for juveniles, being higher in CPCN Pro-Mata, but this difference was associated with the abundance of individuals. We concluded that the differences in the abundance of seedlings and juveniles and, consequently, in the richness of regenerating species, indicate that the presence of cattle in the interior of forests acts as a filter on forest regeneration, which may compromise the dynamics of these communities in the medium and long term.

Keywords: Species abundance, Herbivory, Cattle grazing, Natural regeneration

Introdução

A regeneração natural em florestas é um processo onde novos indivíduos arbóreos continuamente se estabelecem na comunidade, sendo essencial para a manutenção das florestas em longo prazo (Vefago *et al.* 2018). Nesse sentido, o entendimento da dinâmica de regeneração permite inferências acerca do desenvolvimento futuro das florestas (Norden *et al.* 2009) e, também, permite subsidiar estratégias de manejo florestal, focando na exploração sustentável dos recursos madeireiros e não-madeireiros, como criação de gado (Higuchi *et al.* 2015).

Os padrões de organização das comunidades arbóreas regenerantes dependem de vários fatores, como a dinâmica de clareiras, dispersão de propágulos, composição de espécies no componente adulto, competição interespecífica, atividade de patógenos e herbívoros (Higuchi *et al.* 2015). Além disso, parte da variação florística das comunidades regenerantes é determinada pelo uso antrópico da paisagem, onde o tempo e a capacidade de recuperação de distúrbios têm implicações críticas para a conservação da biodiversidade e para a reabilitação de serviços ecossistêmicos (Harvey *et al.* 2008). Em relação à influência de ações antrópicas, destacamos aqui a presença de gado em áreas florestais, uma vez que há registros de compactação do solo e influência no estabelecimento de propágulos que resultam em aumento na mortalidade de plântulas via herbivoria e pisoteio (Vefago *et al.* 2018). Portanto, a presença do gado no interior de áreas florestais possivelmente influencia a riqueza, a composição e a abundância da vegetação de sub-bosque das florestas (inclusive o estrato regenerante de árvores), e essas mudanças podem refletir no futuro das assembleias de espécies arbóreas nas comunidades afetadas.

O sul do Brasil apresenta um mosaico de formações florestais com uma grande heterogeneidade de ambientes e elevada diversidade beta (Bergamin *et al.* 2012; 2017). Além das florestas com Araucária, o planalto Sul-brasileiro é caracterizado pela presença de

campos. Os campos que entremeiam as florestas com Araucária são denominados Campos de Cima da Serra e estão na região há milhares de anos, muito antes da expansão das florestas após a metade do Holoceno (Behling *et al.* 2009). A atual configuração de mosaicos campo-floresta, bem como de diferentes tipos florestais presentes na região do Planalto, está associada às flutuações climáticas observadas no passado que resultaram em ampliação ou retração destes tipos distintos de vegetação em suas zonas de transição ao longo do tempo (Bergamin *et al.* 2010).

A dinâmica da vegetação campestre e dos padrões campo-floresta está associada à ocorrência de distúrbios, como a herbivoria por pastadores e as queimadas (Müller *et al.* 2012). Atualmente, os campos são em sua maioria pastejados por bovinos, que por sua vez mantêm a estrutura e diversidade de plantas nos ecossistemas campestres, porém restringem a colonização de arbustos e árvores no campo (i.e. a expansão florestal) e também adentram as áreas de floresta que margeiam os campos em busca de alimento e abrigo (Luza *et al.* 2014; Overbeck *et al.* 2016, Carlucci *et al.* 2016). A presença do gado nas florestas é um fator importante de perturbação que pode modificar a composição e estrutura da vegetação florestal, especialmente do componente regenerante. O comportamento alimentar e o pisoteio do gado pode alterar o estabelecimento das plântulas de árvores e arbustos e diminuir a cobertura do estrato herbáceo (Horsley *et al.* 2003), além de restringir o crescimento em altura de espécies arbóreas e dificultar seu recrutamento em áreas florestais (Klopčic *et al.* 2010). Estas perturbações podem comprometer o processo de regeneração natural das florestas e a dinâmica dessas comunidades arbóreas em médio e longo prazo.

Este trabalho tem como objetivos avaliar os padrões de composição, riqueza e abundância do estrato de regeneração (plântulas e juvenis) de espécies arbóreas em áreas com e sem gado em florestas com Araucária, no sul do Brasil. Nossas hipóteses principais estão associadas ao efeito negativo da presença do gado. A composição de espécies pode diferir

para plântulas e juvenis devido à alimentação seletiva do gado, ou não diferir, caso o efeito seja por consequência do pisoteio do gado e este ocorrer de maneira aleatória. A abundância de indivíduos deve ser menor na área com gado, devido ao distúrbio causado pelo pisoteio e herbivoria. A riqueza de espécies, por consequência da diminuição da abundância, também deve ser menor nas áreas com gado que nas florestas sem a presença de gado.

Material e métodos

Área de estudo

A Floresta Atlântica pode ser classificada de duas formas principais: *stricto sensu* (s.s.) e *lato sensu* (l.s.). A Floresta Atlântica (s.s.) compreende apenas as florestas pluviais da encosta (Floresta Ombrófila Densa), enquanto a Floresta Atlântica (l.s.) inclui Florestas Estacionais (Decídua e Semidecídua), Floresta com Araucária (ou Floresta Ombrófila Mista) e Floresta de Restinga (Ribeiro *et al.* 2009).

A Floresta com Araucária é caracterizada pela coexistência de várias espécies oriundas da Floresta Estacional da Bacia Paraná-Uruguaí e espécies de origem andina e austral-antártica (Rambo 1951; Klein 1960). No Rio Grande do Sul, estas florestas estão localizadas no centro-norte do estado, com maiores altitudes a nordeste, devido à geomorfologia e o clima. A distribuição dessa floresta ocorre em corredores ripários, em pequenas manchas isoladas (capões) ou em amplos maciços, especialmente nos vales de grandes rios.

Os campos associados a região de ocorrência da Floresta com Araucária são considerados relictos de um clima mais seco e mais frio que o da época atual (Overbeck *et al.* 2007). Com o aumento da pluviosidade, a floresta com Araucária passou a se expandir sobre áreas de campo e após o holoceno, o clima mais quente e úmido parece ter favorecido a

expansão da Floresta Pluvial Atlântica e da Floresta Estacional da Bacia do Paraná-Uruguaí (Behling *et al.* 2009).

O presente estudo foi realizado em duas localidades com Floresta com Araucária, no Rio Grande do Sul: Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata (CPCN Pró-Mata), área sem gado desde 1996 e em processo de regeneração natural, e Parque Nacional Aparados da Serra (PARNA), área em desapropriação, onde o gado ainda tem acesso ao interior das florestas. A distância entre as duas localidades é de aproximadamente 40 km. O clima dessa região é subtropical úmido, sem períodos de secas. A temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C (Alvares *et al.* 2013).

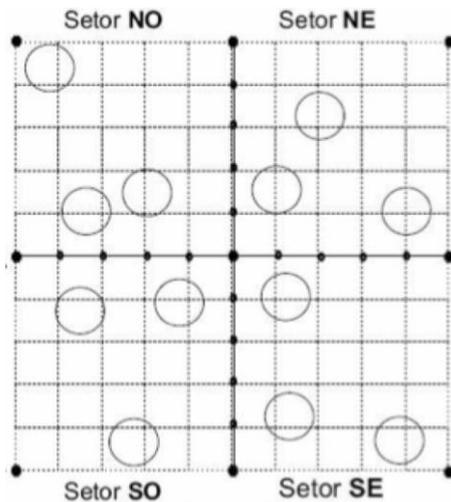
- O **PARNA** localiza-se na borda oriental do Planalto das Araucárias (“29°05”S/ 50°00”W – 29°15”S/ 50°15”W) e ocupa uma área de 10.250 ha. Abrange os municípios de Cambará do Sul - RS e Praia Grande - SC. Sua zona de amortecimento engloba cerca de 189 km² incluindo áreas do Parque Nacional da Serra Geral. O Parque constitui uma unidade de conservação de proteção integral, porém, que ainda possui áreas em desapropriação, ocorrendo ainda a criação de gado e a presença confirmada de espécies exóticas invasoras, como javalis. A altitude varia de 700 a 1000 m (MMA/IBAMA 2004), o clima na região apresenta temperatura média de 14,7 °C.
- O **CPCN Pró-Mata**, propriedade particular da PUCRS agora reconhecida como Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), foi criado em 1996, localiza-se no Município de São Francisco de Paula no Distrito de Potreiro Velho e possui cerca de 3.000 hectare. Atualmente a área encontra-se sob regeneração natural, sendo anteriormente ocupada por pequenas propriedades rurais e de atividades agropastoris

e exploração madeireira. O relevo da região varia de planaltos em torno de 900 m de altitude a escarpado. A região apresenta dois climas classificados como super-úmido a úmido, de acordo com a altitude. As temperaturas médias mensais se mantêm abaixo de 15 °C por um período de sete meses (abril a outubro). A área é excluída de gado desde sua criação.

Delineamento amostral e coleta de dados

Em cada localidade foram demarcadas três áreas de 1 hectare como referência para a demarcação de unidades amostrais de levantamento da vegetação dos estratos adulto, juvenil e de plântulas (Fig. 3). Dentro de cada hectare, foram distribuídas de forma aleatória três unidades amostrais (UA) de 100 m² em cada ¼ de hectare, totalizando 12 UA por área e 36 UA por localidade. Nestas UA foram amostrados os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) \geq 10 cm, denominados adultos. Em cada UA de 100 m², foram estabelecidas quatro subunidades de 10 m² (totalizando 40 m² em cada UA) para a amostragem dos juvenis, indivíduos com DAP entre 1 e 9,99 cm. Dentro de cada subunidade, foram estabelecidas parcelas de 1 m² (totalizando 4 m² em cada UA) onde os indivíduos maiores que 10 cm de altura e com até 1 cm de DAP foram amostrados e denominados plântulas (Bergamin 2010). O levantamento da vegetação utilizado para a realização do presente trabalho foi realizado no ano de 2011. A delimitação das famílias seguiu a classificação proposta por APG IV (APG 2016).

a)



b)

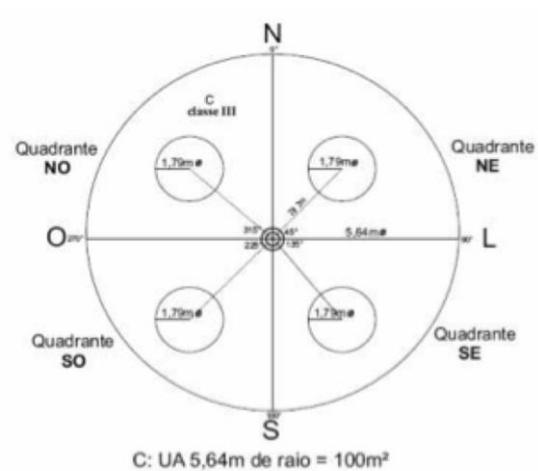


Figura 3: Esquema de uma parcela permanente de 1 ha (a), nas dimensões de 100 m \times 100 m, com três unidades amostrais (UA) de 100 m² distribuídas aleatoriamente por setor (cada ¼ de ha), totalizando 12 UA para a amostragem do estrato de adultas, e detalhamento da distribuição das subunidades de 10 m² e 1 m² em cada UA de 100 m², respectivamente para a amostragem dos estratos juvenil e de plântulas (adaptado de Bergamin, 2010).

Análise de dados

Primeiramente realizamos curvas de ranking das espécies, conforme o ordenamento baseado em suas abundâncias, a fim de comparar o padrão observado nos estratos regenerantes entre as localidades com e sem gado (i.e. PARNA vs. CPCN-Pró-Mata). Para avaliar diferenças na composição de espécies, utilizamos Análises de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA), com base na matriz de similaridade de Bray-Curtis, considerando os dados para cada estrato avaliado separadamente (i.e. adultas, juvenis, plântulas). Para avaliar as diferenças na abundância de indivíduos e na riqueza de espécies entre as duas localidades, para cada estrato, foram feitas Análises de Variância (ANOVA). Posteriormente, sabendo da relação que há entre abundância de indivíduos e riqueza de

espécies (Gotelli&Colwell 2001), fizemos uma análise de covariância (ANCOVA) para avaliar se havia algum efeito da presença do gado sobre a riqueza, considerando o efeito da abundância. Todas as análises foram realizadas no *software* R (<https://www.r-project.org/>). É importante destacar que as análises referentes ao estrato adulto foram usadas para balizar o efeito do gado sobre os dois estratos regenerantes, pois tanto as florestas no PARNA como no CPCN Pró-Mata contavam com a presença do gado antes de 1996. Ou seja, consideramos que o estrato adulto das duas áreas esteve sob condições de perturbação semelhantes e que diferenças observadas nos estratos de juvenis e plântulas estariam refletindo a presença de gado atual no interior das florestas.

Resultados

Um total de 292 árvores adultas foi amostrado no PARNA, sendo as mais abundantes *Araucaria angustifolia* (54 indivíduos), *Myrceugenia euosma* (22) e *Eugenia subterminalis* (19). No CPCN Pró-Mata Foi amostrado um total de 329 indivíduos adultos e as espécies mais abundantes foram *Myrcia retorta* (63), *Myrceugenia myrcioides* (33) e *Ilex microdonta* (26) (Material Suplementar Tab. 1).

No estrato de juvenis, foram amostrados 267 indivíduos no PARNA, sendo *Myrceugenia myrcioides* (54 indivíduos), *Myrceugenia cuculata* (45) e *Myrceugenia mesomischa* (21) as espécies mais abundantes. No CPCN Pró-Mata, amostramos 830 indivíduos juvenis e as espécies mais abundantes foram *Daphnopsis fasciculata* (199), *Myrceugenia myrcioides* (162) e *Myrsine lorentziana* (102) (Material Suplementar Tab. 2). A comparação entre as localidades com e sem gado, em termos de estrutura de dominância em número de indivíduos por espécie no estrato juvenil pode ser observada na Figura 4a, onde vê-se semelhança no padrão de dominância entre as espécies da comunidade, porém menor quantidade de espécies na localidade com gado.

No estrato de plântulas, 167 indivíduos de plântulas foram amostrados no PARNA, sendo as espécies mais abundantes *Miconia cinerascens* (42), *Myrsine lorentziana* (42) e *Myrceugenia myrcioides* (34). Já no CPCN Pró-mata, foram amostrados 473 indivíduos de plântulas e as espécies mais abundantes foram *Myrceugenia myrcioides* (270), *Ocotea corymbosa* (108), *Miconia cinerascens* (76) (Material Suplementar Tab. 3). Na comparação do padrão de dominância das espécies no estrato de plântulas, entre as duas localidades (Fig. 4b), vemos que o estrato de plântulas na localidade sem gado tem maior dominância de poucas espécies que na localidade com gado, onde a proporção de indivíduos parece um pouco mais equitativa. Porém o número de espécies foi similar.

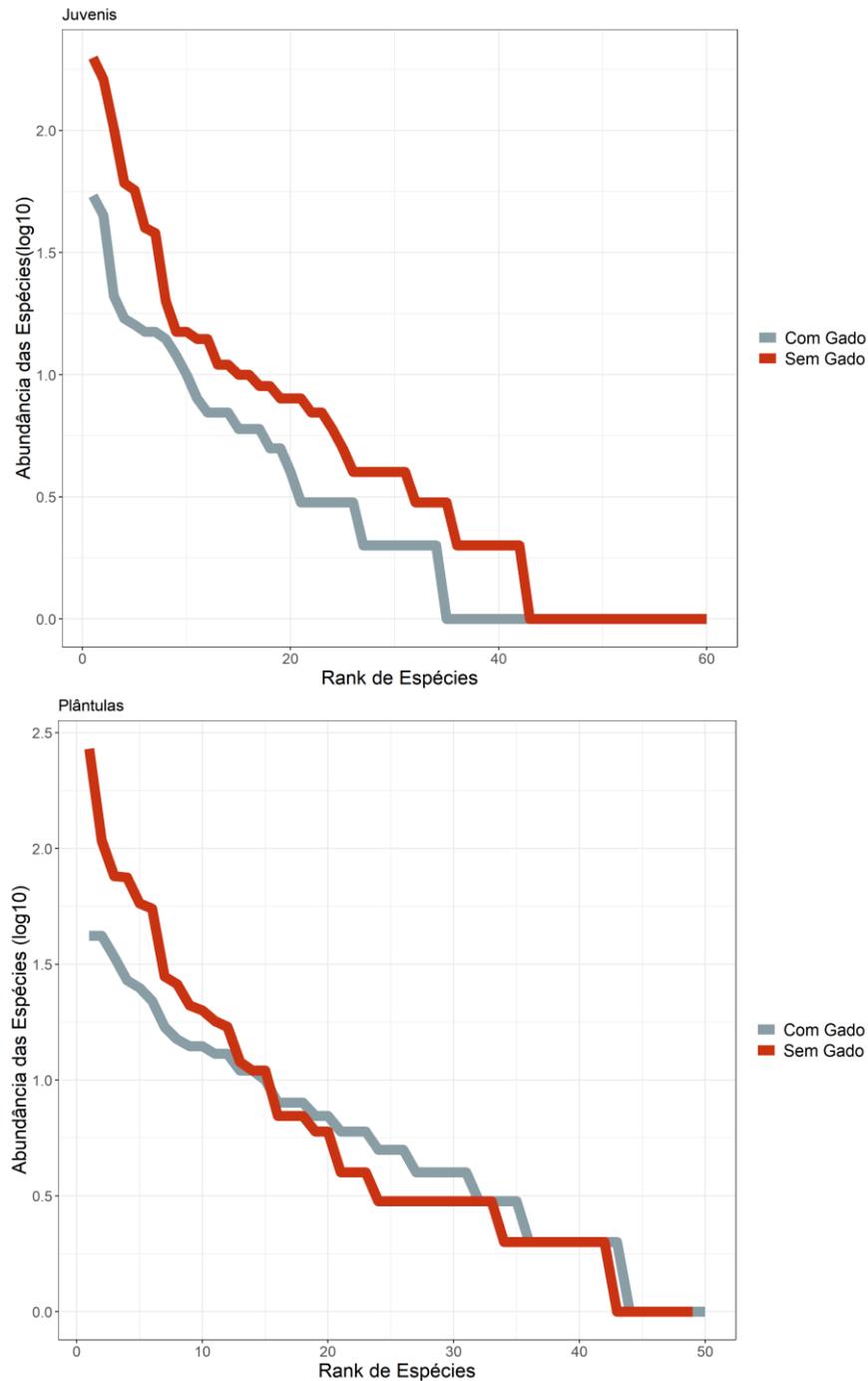


Fig. 4: Diagramas de distribuição das abundâncias das espécies para os estratos juvenil (a) e de plântulas (b) nas duas áreas de estudo: CPCN Pró-Mata (sem gado) e PARNA (com gado), mostrando o rank de espécies em termos de números de indivíduos em comunidades de Floresta com Araucária no sul do Brasil.

A PERMANOVA mostrou que há diferença significativa em relação à composição de

espécies entre as localidades para os três estratos (adulto, juvenil e plântula) ($P < 0,001$). Em relação à abundância, as ANOVAS demonstraram que houve diferença significativa para juvenis e plântulas entre as duas áreas ($P < 0,001$), sendo que a maior abundância de espécies ocorreu no CPCN Pró-Mata (Fig. 5). A abundância de indivíduos de plântulas no CPCN Pró-Mata foi de 25,1 ($\pm 8,4$) e de juvenis 32,6 ($\pm 9,9$), considerando o número de indivíduos em 4 m² e 40 m², respectivamente. No PARNA, a abundância foi 12,1 (± 7) para as plântulas e 9 ($\pm 5,08$) para os juvenis. Para os adultos não houve diferença em termos de abundância.

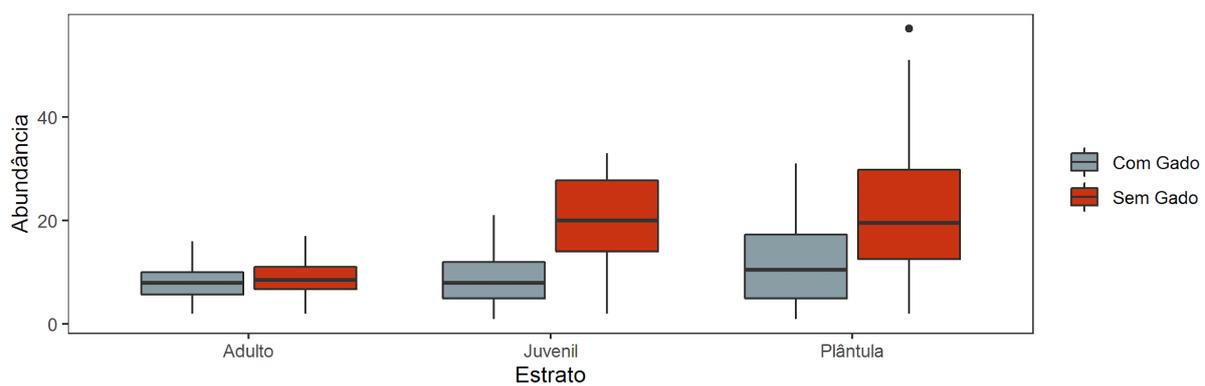


Fig. 5: Box plot da abundância média nas unidades amostrais (número de indivíduos em 100 m² para os adultos, 40 m² para juvenis e 4 m² para plântulas) para cada um dos três estratos nas duas áreas de estudo: CPCN Pró-Mata (sem gado) e PARNA (com gado). Os estratos juvenil e de plântulas diferem entre as áreas ($P < 0,001$), adulto não.

A riqueza de espécies não diferiu para os estratos adulto e de plântulas, apenas para as juvenis. A maior riqueza foi observada no CPCN Pró-Mata área sem gado (Fig. 6). Porém, o teste da ANCOVA indicou que há influência significativa da abundância sobre a riqueza, ou seja, a diferença de riqueza observada no estrato de juvenis deve-se predominantemente à abundância.

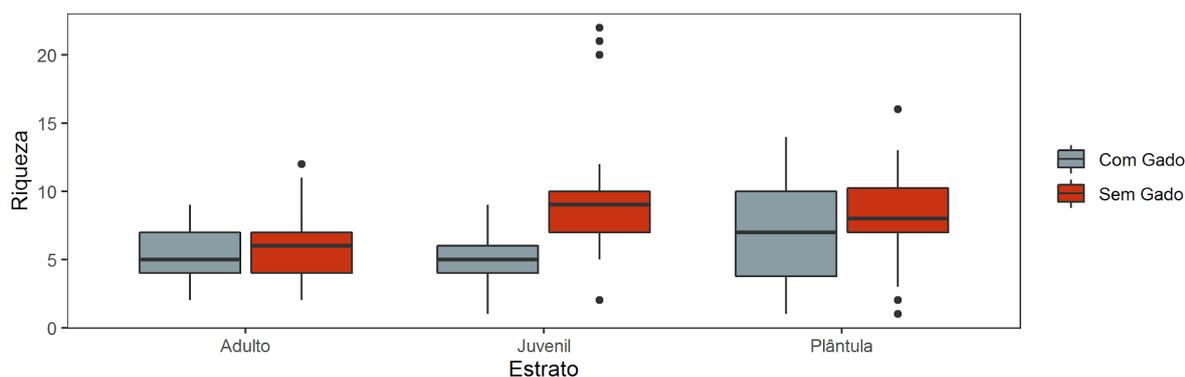


Fig. 6: Box plot da riqueza de espécies para cada um dos três estratos, considerando as unidades amostrais (100 m² para os adultos, 40 m² para juvenis e 4 m² para plântulas) nas duas áreas de estudo: CPCN Pró-Mata (sem gado) e PARNA (com gado). O estrato juvenil difere entre as áreas ($P < 0,001$), juvenil e adulto não ($P > 0,05$).

Discussão

A composição de espécies diferiu para os três estratos: adulto, juvenil e de plântulas, indicando que o gado não atua sobre esta variável e que as diferenças devem estar associadas à disposição espacial e/ou outros fatores ambientais não influenciados pela presença ou não de gado no interior da floresta. Liebsch *et al.* (2008) avaliaram mudanças florísticas em comunidades de plantas após distúrbio em áreas de Floresta Atlântica. Os autores encontraram que a localização geográfica e o tempo desde o distúrbio afetam a distribuição de espécies nas comunidades e a β -diversidade, ou seja, mudanças associadas à composição de espécies. Nossos resultados também evidenciam diferenças entre as localidades, numa região onde o turnover de espécies desempenha um importante papel nos padrões de composição de espécies arbóreas (Bergamin *et al.* 2017). Mesmo em pequenas distâncias (50 km), percebe-se uma considerável redução das similaridades das espécies arbóreas, destacando a importância da diversidade para padrões regionais de composição de espécies arbóreas, pois as diferenças ambientais contribuem mais para as diferenças entre as espécies

do que as distâncias geográficas (Bergamin *et al.* 2017).

A abundância de indivíduos de plântulas e juvenis diferiu significativamente entre as duas áreas, sendo no CPCN Pró-Mata maior que no PARNA. A abundância das árvores adultas não diferem, ou seja, a presença atual do gado não interfere na abundância das árvores adultas. Portanto, diferenças de abundância entre as localidades quanto aos estratos juvenil e de plântulas, como a menor abundância nas florestas com gado, pode ser consequência do pisoteio e da herbivoria do gado, como mostrado em outros estudos (Higuchi *et al.* 2015; Vefago *et al.* 2018). Em Higuchi *et al.* (2015) buscaram caracterizar a estrutura e a florística do componente arbóreo regenerativo e avaliar a influência de variáveis ambientais e do componente arbóreo adulto em um fragmento de floresta com Araucária, mas perceberam que fatores de ordem estocástica, relacionados ao processo de dispersão e de relações ecológicas como a herbivoria, possuem maior importância de impacto.

Vefago *et al.* (2018) avaliaram os efeitos do clima, da luminosidade, da estrutura do componente arbóreo e da presença de gado sobre a dinâmica de crescimento, recrutamento e mortalidade no estrato de regeneração de espécies arbóreas em áreas de Floresta com Araucária. Os autores identificaram que o clima e a altitude possuem um papel relevante na caracterização florística nas áreas, e que o padrão da dinâmica dos fragmentos com maior presença de gado destacou-se por apresentar indivíduos em regeneração com maior crescimento em altura, associado a espécies de crescimento rápido que precisam de muita luminosidade.

O efeito positivo da abundância de indivíduos sobre a riqueza de espécies regenerante indica um efeito indireto da presença de gado sobre a riqueza, uma vez que sua presença age sobre a abundância diminuindo a quantidade de espécimes e consequentemente influenciando o padrão de riqueza das espécies em regeneração. Nosso estudo demonstrou que a riqueza de espécies juvenis é que foi mais afetada, sendo maior no CPCN Pró-Mata, área sem gado.

Áreas sem influência de perturbações crônicas dadas pela presença de gado apresentam maior proporção de espécies sucessionais tardias (ou climácicas), enquanto áreas sob o efeito da presença de gado frequentemente demonstram uma dinâmica de crescimento negativo em altura dentre os indivíduos em regeneração (Vefago *et al.* 2018). Essa diminuição em altura ao longo do tempo em indivíduos regenerantes pode ser explicada por danos mecânicos e pela herbivoria (Vefago *et al.* 2018). Na localidade do PARNA vimos que a riqueza não difere para plântulas da área do CPCN Pró-Mata, mas para juvenis sim. Ou seja, a presença do gado parece agir como um filtro no crescimento dos indivíduos e conseqüentemente da regeneração da floresta, pois espécies de plântulas não conseguem se desenvolver e trocar de estrato, diminuindo a diversidade no estrato juvenil das florestas do PARNA.

Apenas 2,58% da área total dos campos naturais do Rio Grande do Sul estão em unidades de conservação (UC), sendo 0,15% do total dessa área incluídos em UCs de proteção estrita (Develey *et al.* 2008) e que correspondem a locais remanescentes de campos inseridos em paisagens de mosaicos campo-floresta praticamente livres de distúrbios antrópicos não naturais. Devido às condições climáticas atuais, a floresta vem avançando sobre o campo, por isso é necessário um olhar especial para as paisagens de mosaicos campo-floresta e a dinâmica necessária para manter a sua biodiversidade (Luza *et al.* 2014). Distúrbios como as queimadas e o pastejo extensivo de gado, são necessários para a manutenção da dinâmica e estrutura vegetacional dos campos sulinos, por isso deve-se cada vez mais considerar a necessidade de áreas protegidas que permitem o uso e manejo sustentável associados à conservação das características estruturais e da biodiversidade campestre (Overbeck *et al.* 2016). Por outro lado, tendo em vista que a presença do gado favorece apenas a dinâmica das formações campestres e não a dinâmica de regeneração das florestas, medidas devem ser tomadas para evitar ou limitar o acesso do gado às florestas, garantindo a manutenção dos processos de regeneração em médio e longo prazo. Vimos que a

presença de gado no interior das florestas, ainda que em baixa densidade como observado na unidade de conservação do PARNA, compromete o padrão de regeneração florestal, especialmente por limitar a abundância dos regenerantes. Em longo prazo, a estrutura do estrato de adultas pode também ficar comprometida, alterando até mesmo padrões de biomassa e estoque de carbono das florestas sob distúrbios crônicos causados pela presença de gado no seu interior.

Referências

- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, et al (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol Zeitschrift* 22:711–728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- APG 2016 (2016) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Bot J Linn Soc* 161:105–121. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x>
- Behling, H, Jeske-pieruschka, V, Schüler, I, Pillar, VP. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: Pillar, VP, Müller, SC, Castilhos, ZMS, Jacques, aVA (Eds). *Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 13-25.
- Bergamin, RS (2010) Especificidade de espécies arbóreas no Sudeste da Mata Atlântica e padrões de diversidade em florestas com araucária. Dissertação de Mestrado. PPG-Ecologia, UFRGS.
- Bergamin RS, Bastazini VAG, Vélez-Martin E, et al (2017) Linking beta diversity patterns to protected areas: lessons from the Brazilian Atlantic Rainforest. *Biodivers Conserv* 26:1557–1568. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1315-y>
- Develey, PF, Setubal, RB, Dias, RA e Bencke, GA (2008) Conservação das aves e da biodiversidade no bioma Pampa aliada a sistemas de produção animal. *Revista Brasileira de Ornitologia* 16(4):308-315 <https://www.researchgate.net/publication/266519529>
- Gotelli, NJ, Colwell, RK (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4: 379-391
- Harvey CA, Komar O, Chazdon R., Ferguson, BG (2008) Integrating Agricultural

Landscapes with Biodiversity Conservation in the Mesoamerican Hotspot. *Conservation Biology* 22(1):8-15 <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00863.x>

Higuchi P, Carolina A, Junior FB, et al (2015) Determinant factors on natural regeneration in a fragment of araucaria forest on Santa Catarina State plateau. *Scientia Forestalis/Forest Sciences* 43(106):251-259

Horsley S, Stout SL, DeCalesta DS (2003) White-tailed deer impact on the vegetation dynamics of a northern hardwood forest. *Ecological Applications*, 13(1): 98–118

Klein RM (1960) O Aspecto Dinâmico do Pinheiro Brasileiro. *Sellowia* 12: 17-44.

Klopčič M, Jerina K, Bončina A (2010) Long-term changes of structure and tree species composition in Dinaric uneven-aged forests : are red deer an important factor? *129: 277–288*. <https://doi.org/10.1007/s10342-009-0325-z>

Liebsch D, Marques MCM, Goldenberg R (2008) How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance ? Changes in species composition and ecological features during secondary succession. *Biological Conservation* 141: 1717-1725
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.013>

Luza, AL, Carlucci, MB, Hartz, SM, Duarte, LD.S (2014) Moving from forest vs. grassland perspectives to an integrated view towards the conservation of forest–grassland mosaics. *Natureza & Conservação Brazilian Journal of Nature Conservation* 12(2):166-169.
<https://doi.org/10.1016/j.ncon.2014.09.005>

Norden N, Chazdon RL, Chao A, et al (2009) Resilience of tropical rain forests : tree community reassembly in secondary forests. *Ecol Letters* 12: 385–394.
<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01292.x>

- Overbeck GE, Müller SC, Fidelis A, Pfadenhauer, J, Pillar, VD, Blanco CC, Boldrini, II, Both, R. & Forneck, ED. (2007). Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 9, 101-116.
- R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rambo, B (1951) O Elemento Andino no Pinhal Rio Grandense. *Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues* 3:3-39
- Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, et al (2009) The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142:1141–1153. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>
- Vefago MB, Carolina A, Cuchi T, et al (2019) What explains the variation on the regenerative component dynamics of Araucaria Forests in southern Brazil? *Scientia agricola* 76: 405-414. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2017-0304>

Material Suplementar

Tabela 1: Tabela com as espécies do estrato adulto utilizadas para as análises, divididos por sítios com suas respectivas abundâncias

Espécie	n. ind PARNA	n. ind. PRO- MATA	DA (ind./ha) PARNA	DA (ind./ha) PRO- MATA
<i>Acca sellowiana</i>	1	-	2,78	-
<i>Allophylus edulis</i>	1	-	2,78	-
<i>Araucaria angustifolia</i>	54	14	150,00	38,89
<i>Blepharocalix salicifolius</i>	1	1	2,78	2,78
<i>Calyptranthes concinna</i>	5	-	13,89	-
<i>Casearia decandra</i>	13	9	36,11	25,00
<i>Cedrela fissilis</i>	-	1	-	2,78
<i>Cinnamomum amoenum</i>	-	1	-	2,78
<i>Cinnamomum glaziovii</i>	-	1	-	2,78
<i>Clethras cabra</i>	1	-	2,78	-
<i>Cryptocaria aschersoniana</i>	-	3	-	8,33
<i>Daphnopsis fasciculata</i>	-	6	-	16,67
<i>Drimys brasiliensis</i>	3	27	8,33	75,00
<i>Eugenia handroi</i>	13	9	36,11	25,00
<i>Eugenia subterminalis</i>	19	6	52,78	16,67
<i>Eugenia uruguayensis</i>	1	-	2,78	-
<i>Gordonia acutifolia</i>	-	3	-	8,33
<i>Ilex microdonta</i>	14	26	38,89	72,22
<i>Ilex paraguariensis</i>	6	10	16,67	27,78
<i>Inga lentiscifolia</i>	-	1	-	2,78
<i>Inga virescens</i>	1	-	2,78	-
<i>Lamanonia ternata</i>	1	3	2,78	8,33
<i>Laplacea acutifolia</i>	6	2	16,67	5,56
<i>Mimosa scabrella</i>	-	2	-	5,56
<i>Myrceugenia euosma</i>	22	14	61,11	38,89
<i>Myrceugenia mesomicha</i>	13	-	36,11	-
<i>Myrceugenia miersiana</i>	13	7	36,11	19,44
<i>Myrceugenia myrcioides</i>	15	33	41,67	91,67
<i>Myrceugenia oxypala</i>	-	1	-	2,78
<i>Myrcia retorta</i>	-	63	-	175,00
<i>Myrcia guianensis</i>	14	6	38,89	16,67
<i>Myrcia lageana</i>	3	-	8,33	-
<i>Myrcia oligantha</i>	7	2	19,44	5,56
<i>Myrciaria floribunda</i>	10	-	27,78	-

<i>Myrsine coriacea</i>	3	2	8,33	5,56
<i>Myrsine lorentziana</i>	1	7	2,78	19,44
<i>Nectandra grandiflora</i>	-	8	-	22,22
<i>Ocotea sp.</i>	12	13	33,33	36,11
<i>Ocotea indecora</i>	7	4	19,44	11,11
<i>Ocotea corymbosa</i>	-	9	-	25,00
<i>Ocotea pulchella</i>	2	-	5,56	-
<i>Piptocarpha tomentosa</i>	-	3	-	8,33
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	-	1	-	2,78
<i>Podocarpus lambertii</i>	1	-	2,78	-
<i>Prunus myrtifolia</i>	2	1	5,56	2,78
<i>Roupala brasiliensis</i>	-	1	-	2,78
<i>Sapium glandulosum</i>	4	10	11,11	27,78
<i>Solanum mauritianum</i>	-	1	-	2,78
<i>Solanum pseudoquina</i>	-	3	-	8,33
<i>Symplocos uniflora</i>	1	-	2,78	-
<i>Syphoneugenia reitzii</i>	15	3	41,67	8,33
<i>Tibouchina sellowiana</i>	-	3	-	8,33
<i>Vernonia discolor</i>	-	6	-	16,67
<i>Weinmannia paulliniifolia</i>	3	2	8,33	5,56
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i>	2	1	5,56	2,78
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	2	-	5,56	-

Tabela 2: Tabela com as espécies do estrato juvenil utilizadas para as análises, divididos por sítios com suas respectivas abundâncias

Espécies	n. ind PARNA	n. ind. PRO- MATA	DA (ind./ha) PARNA	DA (ind./ha) PRO- MATA
<i>Araucaria-angustifolia</i>	6	9	16,67	25,00
<i>Baccharis-brachylenoides</i>	-	1	-	2,78
<i>Berberis-laurina</i>	-	1	-	2,78
<i>Cabralea-canjerana</i>	-	2	-	5,56
<i>Calyptranthes-conccina</i>	8	-	22,22	-
<i>Calyptranthes-grandifolia</i>	-	8	-	22,22
<i>Campomanesi- xanthocarpa</i>	2	-	5,56	-
<i>Campomanesia-rhombea</i>	3	-	8,33	-
<i>Casearia-decandra</i>	7	10	19,44	27,78
<i>Cedrela-fissilis</i>	-	1	-	2,78
<i>Cestrum-bracteatum</i>	-	1	-	2,78
<i>Cinamomum-glaziovii</i>	-	4	-	11,11

<i>Clethra-scabra</i>	1	-	2,78	-
<i>Cupania-vernalis</i>	-	2	-	5,56
<i>Dalbergia-frutescens</i>	1	-	2,78	-
<i>Daphnopsis-fasciculata</i>	3	199	8,33	552,78
<i>Dasiphylum-spinescens</i>	-	1	-	2,78
<i>Drimys-angustifolia</i>	1	15	2,78	41,67
<i>Drimys-brasiliensis</i>	7	-	19,44	-
<i>Endlicheria-paniculata</i>	-	1	-	2,78
<i>Eugenia-handroi</i>	7	6	19,44	16,67
<i>Eugenia-oeidocarpa</i>	-	1	-	2,78
<i>Eugenia-subterminalis</i>	12	9	33,33	25,00
<i>Eugenia-uruguayensis</i>	3	1	8,33	2,78
<i>Ilex-dumosa</i>	-	1	-	2,78
<i>Ilex-microdonta</i>	4	15	11,11	41,67
<i>Ilex-paraguariensis</i>	2	38	5,56	105,56
<i>Inga-lentiscifolia</i>	-	1	-	2,78
<i>Inga-virescens</i>	-	4	-	11,11
<i>Lamanonia-ternata</i>	-	1	-	2,78
<i>Laplacea-acutifolia</i>	3	3	8,33	8,33
<i>Matayba-elaegnoides</i>	-	2	-	5,56
<i>Miconia-cinerascens</i>	3	11	8,33	30,56
<i>Myrceugenia-cuculata</i>	45	-	125,00	-
<i>Myrceugenia-euosma</i>	2	15	5,56	41,67
<i>Myrceugenia-mesomicha</i>	21	-	58,33	-
<i>Myrceugenia-miersiana</i>	15	11	41,67	30,56
<i>Myrceugenia-myrcioides</i>	54	162	150,00	450,00
<i>Myrceugenia-ovata</i>	1	1	2,78	2,78
<i>Myrceugenia-oxysepala</i>	15	2	41,67	5,56
<i>Myrcia-guianensis</i>	6	8	16,67	22,22
<i>Myrcia-hartwegiana</i>	2	4	5,56	11,11
<i>Myrcia-lageana</i>	5	-	13,89	-
<i>Myrcia-oligantha</i>	17	7	47,22	19,44
<i>Myrcia-retorta</i>	-	61	-	169,44
<i>Myrciaria-floribunda</i>	2	2	5,56	5,56
<i>Myrsine-lorentziana</i>	2	102	5,56	283,33
<i>Nectandra-grandiflora</i>	-	57	-	158,33
<i>Ocotea-corymbosa</i>	1	20	2,78	55,56
<i>Ocotea-indecora</i>	2	-	5,56	-
<i>Ocotea-puberula</i>	1	-	2,78	-
<i>Ocotea-sp.</i>	3	4	8,33	11,11
<i>Piptocarpha-notata</i>	-	8	-	22,22
<i>Piptocarpha-tomentosa</i>	-	14	-	38,89
<i>Plinia-brachybotria</i>	2	-	5,56	-
<i>Podocarpus-lambertii</i>	10	-	27,78	-

<i>Prunus-myrtifolia</i>	-	3	-	8,33
<i>Rollinia-rugulosa</i>	-	4	-	11,11
<i>Roupala-brasiliensis</i>	-	3	-	8,33
<i>Rudgea-parquioides</i>	16	4	44,44	11,11
<i>Sapium-glandulosum</i>	1	7	2,78	19,44
<i>Siphoneugena-reitzii</i>	6	-	16,67	-
<i>Solanum-pseudoquina</i>	1	1	2,78	2,78
<i>Symplocos-tetandra</i>	-	11	-	30,56
<i>Syphoneugena-reitzii</i>	14	44	38,89	122,22
<i>Tibouchina-sellowiana</i>	1	2	2,78	5,56
<i>Vernonia-discolor</i>	-	2	-	5,56
<i>Vernonia-puberula</i>	-	1	-	2,78
<i>Weinmannia-paulliniifolia</i>	5	-	13,89	-
<i>Xylosma-pseudosalzmanii</i>	-	1	-	2,78
<i>Zanthoxylum-rhoifolium</i>	1	5	2,78	13,89

Tabela 3: Tabela com as espécies do estrato de plântulas utilizadas para as análises, divididos por sítios com suas respectivas abundâncias

Espécies	n. ind PARNA	n. ind. PRO- MATA	DA (ind./ha) PARNA	DA (ind./ha) PRO- MATA
<i>Allophylus edulis</i>	1	-	2,78	-
<i>Araucaria angustifolia</i>	8	1	22,22	2,78
<i>Berberis laurina</i>	0	2	-	5,56
<i>Blepharocalix salicifolius</i>	1	-	2,78	-
<i>Cabrlea canjerana</i>	-	2	-	5,56
<i>Calyptranthes conccina</i>	4	-	11,11	-
<i>Calyptranthes grandifolia</i>	-	2	-	5,56
<i>Campomanesia rhombea</i>	5	-	13,89	-
<i>Casearia decandra</i>	25	3	69,44	8,33
<i>Casearia obliqua</i>	-	2	-	5,56
<i>Clethra scabra</i>	2	-	5,56	-
<i>Cryptocaria aschersoniana</i>	-	6	-	16,67
<i>Cupania vernalis</i>	-	3	-	8,33
<i>Dalbergia frutescens</i>	-	3	0,00	8,33
<i>Daphnopsis fasciculata</i>	-	55	-	152,78
<i>Daphnopsis racemosa</i>	14	-	38,89	-
<i>Drimys angustifolia</i>	3	3	8,33	8,33
<i>Drimys brasiliensis</i>	8	-	22,22	-

<i>Erythroxylum cuneifolium</i>	-	3	-	8,33
<i>Eugenia handroi</i>	-	6	-	16,67
<i>Eugenia subterminalis</i>	11	2	30,56	5,56
<i>Ilex microdonta</i>	14	28	38,89	77,78
<i>Ilex paraguariensis</i>	7	4	19,44	11,11
<i>Inga lentiscifolia</i>	-	3	-	8,33
<i>Inga virescens</i>	5	2	13,89	5,56
<i>Lamanonia ternata</i>	6	-	16,67	-
<i>Laplacea acutifolia</i>	2	3	5,56	8,33
<i>Leandra sp.</i>	2	20	5,56	55,56
<i>Matayba elaeagnoides</i>	18	17	50,00	47,22
<i>Miconia cinerascens</i>	42	76	116,67	211,11
<i>Mollinedia elegans</i>	8	12	22,22	33,33
<i>Myrceugenia cuculata</i>	22	11	61,11	30,56
<i>Myrceugenia mesomischa</i>	3	-	8,33	-
<i>Myrceugenia miersiana</i>	17	7	47,22	19,44
<i>Myrceugenia myrcioides</i>	34	270	94,44	750,00
<i>Myrceugenia oxysepala</i>	10	3	27,78	8,33
<i>Myrcia guianensis</i>	13	-	36,11	-
<i>Myrcia hartwegiana</i>	5	1	13,89	2,78
<i>Myrcia lageana</i>	2	-	5,56	-
<i>Myrcia oligantha</i>	13	1	36,11	2,78
<i>Myrcia retorta</i>	-	21	-	58,33
<i>Myrciaria floribunda</i>	4	-	11,11	-
<i>Myrsine coriacea</i>	6	1	16,67	2,78
<i>Myrsine guianenses</i>	1	-	2,78	-
<i>Myrsine lorentziana</i>	42	58	116,67	161,11
<i>Nectandra grandiflora</i>	-	75	-	208,33
<i>Ocotea corymbosa</i>	4	108	11,11	300,00
<i>Ocotea indecora</i>	-	1	-	2,78
<i>Ocotea pulchella</i>	4	-	11,11	-
<i>Ocotea sp.</i>	7	7	19,44	19,44
<i>Piptocarpha notata</i>	6	18	16,67	50,00
<i>Piptocarpha tomentosa</i>	-	7	-	19,44
<i>Podocarpus lambertii</i>	3	-	8,33	-
<i>Prunus myrtifolia</i>	2	2	5,56	5,56
<i>Psychotria suterella</i>	-	2	-	5,56
<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2	-	5,56	-
<i>Rollinia rugulosa</i>	-	4	-	11,11
<i>Rudgea parquioides</i>	27	11	75,00	30,56
<i>Siphoneugena reitzii</i>	1	-	2,78	-
<i>Solanum pseudocapsicum</i>	-	1	-	2,78
<i>Solanum pseudoquina</i>	2	-	5,56	-
<i>Strychnos brasiliensis</i>	1	-	2,78	-

<i>Symplocos tetandra</i>	1	1	2,78	2,78
<i>Syphoneugenia reitzii</i>	11	26	30,56	72,22
<i>Vernonia discolor</i>	-	3	-	8,33
<i>Weinmania paulliniifolia</i>	1	3	2,78	8,33
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i>	4	2	11,11	5,56
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	2	4	5,56	11,11