



DIVERSIDADE DE ESPÉCIES, DIVERSIDADE FUNCIONAL E ESTOQUE DE BIOMASSA NO SUB - BOSQUE DE FLORESTAS NATIVAS E MONOCULTURAS ARBÓREAS

Lucélia Jacques da Costa

Gislene Ganade

Centro Universitário Metodista IPA-Rua Joaquim Pedro Salgado 80, CEP: 90420 - 060, Porto Alegre-RS Universidade Federal do Rio Grande do Norte-Departamento de Botânica, Ecologia e Zoologia, Centro de Biociências, CEP: 59072 - 970, Natal-RN luceliajacques@gmail.com

INTRODUÇÃO

A composição de comunidades de plantas vem se alterando na paisagem em escalas e taxas sem precedentes, seja através dos efeitos diretos do clima e ciclagem de elementos, seja pela introdução e extinção de espécies. Além disso, a biodiversidade altera - se rapidamente com o uso cada vez mais intenso da terra (Loreau 2000; Marchiori 2002; Bunker *et al.*, 2005), que converte florestas naturais em monoculturas arbóreas, formando mosaicos heterogêneos na paisagem. Nestes novos ambientes gerados por atividades humanas, ainda é desconhecida a capacidade de colonização das espécies vegetais do sub - bosque, uma vez que diferentes práticas e intensidades de manejo em áreas antropizadas podem afetar a colonização.

Essa expansão das monoculturas arbóreas tem acendido o debate entre empresários e ambientalistas. De um lado os empresários que acreditam que para obter um rendimento satisfatório, as plantações devem ser manejadas intensivamente, com períodos de rotação reduzidos, uso de espécies exóticas, alta densidade de árvores e uso de herbicidas e inseticidas. Por outro lado, os ambientalistas argumentam que para manter a biodiversidade, as monoculturas arbóreas devem ser manejadas levemente, do contrário serão apenas “desertos verdes” (Fonseca *et al.*, 2009).

Do ponto de vista funcional, as espécies com suas características individuais e interações, contribuem para manter o funcionamento e a estabilidade de processos ecossistêmicos e ciclos biogeoquímicos, que nos últimos séculos têm se alterado em todo o planeta (Vitousek 1994; Loreau *et al.*, 2001). A modificação dos ciclos de carbono, cuja maior fonte terrestre encontra - se nas florestas, talvez seja a mudança mais proeminente em decorrência deste uso da terra (Vitousek 1994).

Estudos em florestas tropicais sugerem que este bioma pode estar respondendo às mudanças globais através da modificação na composição de espécies em taxas cada vez mais altas (Chave *et al.*, 2004), e que a relação entre diversidade

e biomassa acima do solo pode alterar o potencial para o seqüestro de carbono. As plantas presentes no sub - bosque de florestas podem agrupar aproximadamente 38 a 44% do total do estoque de carbono (Bret - Hart *et al.*, 2008), portanto ignorar o sub - bosque poderia levar a erros significativos nas estimativas de carbono em florestas, já que os indivíduos do dossel e sub - bosque diferem em morfologia, fisiologia, forma de vida, relações simbióticas e estratégias reprodutivas (Zhou *et al.*, 2008) e estas diferenças propiciam uma utilização complementar do espaço disponível para ocupação da biomassa (Davis *et al.*, 2002).

Embora haja um consenso de que um número mínimo de espécies seja fundamental para o funcionamento do ecossistema e que um grande número de espécies seja fundamental para a manutenção da estabilidade dos processos, a determinação de quais espécies ou grupos funcionais teriam um impacto significativo, em quais processos e em quais ecossistemas, permanece uma questão em aberto (Loreau *et al.*, 2001).

OBJETIVOS

Este estudo tem por objetivo caracterizar as possíveis diferenças na composição, riqueza de espécies, riqueza funcional e abundância de plantas que colonizaram o sub - bosque de florestas e monoculturas arbóreas e investigar como a diversidade de espécies e a diversidade de grupos funcionais podem influenciar no acúmulo de biomassa no sub - bosque desses ambientes.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Área de estudo

A Floresta Nacional de São Francisco de Paula está localizada na região dos Campos de Cima da Serra, no extremo nordeste do Estado do Rio Grande do Sul (29º 23' e 29º 27'

S e 50° 23' e 50° 25' O), distante 139 Km de Porto Alegre e 27 Km de município de São Francisco de Paula. Apresenta uma área de 1.606,70 hectares inserida em uma região de planalto, entre as faixas alimétricas de 600 a 920 metros de altitude, apresentado uma declividade média entre os 10° e 25°. A temperatura média anual é de 18,5°C, com precipitação média anual de 2468 mm bem distribuída ao longo do ano.

Em relação às áreas deste estudo, as plantações de *Araucaria angustifolia* originalmente constituíram áreas de mata nativa, cuja derrubada ocorreu para utilização das terras como lavoura. Os reflorestamentos datam de 1948, 1951 e 1959, sendo assim os mais antigos da FLONA-SFP. A área de plantio de *Pinus taeda*, plantados em 1977, originalmente foi uma área com mata nativa derrubada para ser utilizada como lavoura até 1966. As áreas de *Pinus elliotti*, datam de 1963 e 1965, uma delas utilizada como aceiro e a outra como potreiro. As áreas com Eucalipto que originalmente foram áreas de mata nativa, foram utilizadas como lavoura até 1973 e 1989. A plantação mais recente, de 1991, originalmente era campo e assim permaneceu até o plantio.

2.2 Delineamento amostral

Foram selecionados 12 sítios de estudo, sendo três sítios para cada um dos seguintes habitats: Floresta Ombrófila Mista, referida ao longo do texto como Floresta Nativa (FO1, FO2, FO3); Plantação de *Araucaria angustifolia* (PA1, PA2, PA3); Plantação de *Pinus* sp. (PP1, PP2, PP3); Plantação de *Eucalyptus* sp. (PE1, PE2, PE3). Em cada um destes sítios foi demarcada permanentemente uma área de um hectare com canos de PVC e abertas duas trilhas de acesso a fim de facilitar o deslocamento dentro da área e minimizar o impacto por pisoteamento. Dentro de cada sítio de 1 ha, foram demarcados 5 quadrados de 9m², dentro destes, foram delimitadas parcelas de 1m³, totalizando 12 áreas de 1 ha, com 60 parcelas de 8m² e 60 parcelas de 1m³.

Nas parcelas de 8m² foram realizados levantamentos de riqueza e abundância de todas as plantas acima de 25 cm até 1,5 m. As plantas abaixo de 25 cm foram amostradas somente quando identificadas como indivíduos adultos. Foram registrados dados de riqueza, abundância e grupos funcionais de espécies definidos segundo as seguintes formas de vida (arbustos, árvores, gramíneas, herbáceas, pteridófitas e trepadeiras). Nas parcelas de 1m³, todas as plantas enraizadas foram retiradas por corte raso e separadas em grupos funcionais de acordo com a forma de vida em: (arbusto, arbórea, herbácea, gramínea, trepadeira, epífita, briófitas e pteridófitas).

O material retirado foi acondicionado em sacos de papel e seco em estufa por 48h a uma temperatura de 60°C. Para calcular a biomassa, foi feita a pesagem das plantas secas, sem raízes e de acordo com o grupo funcional e parcela onde foi coletado.

2.3 Análise dos dados

A riqueza e abundância de plantas de sub - bosque foram comparadas entre habitats por ANOVA e teste *a posteriori* de Tukey. Para verificar o nível de similaridade de composição florística das espécies de sub - bosque foi realizada uma análise de Cluster com distância euclidiana e método de ligação ward baseada na abundância dos indivíduos. As

medidas de biomassa, riqueza e abundância por grupo funcional foram comparadas entre os quatro habitats e os oito tipos de grupos funcionais por um modelo misto de ANOVA. Para verificar possíveis relações entre o estoque de biomassa no sub - bosque e a diversidade de plantas foi realizada uma modelagem estatística do tipo "stepwise", onde a biomassa foi utilizada como variável Y e a riqueza de espécies, o número de grupos funcionais (riqueza funcional) e o habitat como variáveis X. As variáveis foram colocadas em um modelo completo e retiradas paulatinamente quando não significativas para definição de um modelo mínimo onde todas as variáveis presentes seriam significativas. Para todas as análises, foi utilizado o programa SYSTAT 10.2 e adotado como valor significativo um de 0,05.

RESULTADOS

Foi encontrado um total de 142 espécies e 52 famílias de plantas no sub - bosque dos quatro habitats. Na Floresta Nativa foram encontradas 70 espécies e 35 famílias; nas Plantações de Araucária foram encontradas 66 espécies e 33 famílias; nas Plantações de Pinus 64 espécies e 35 famílias e nas Plantações de Eucalipto foram encontradas 51 espécies e 29 famílias.

Não houve diferenças significativas na riqueza ($F = 1,56$, $gl = 3;8$, $P = 0,27$) e abundância de indivíduos ($F = 3,56$, $gl = 3,8$, $P = 0,06$) de espécies entre os quatro habitats.

As análises relacionadas à riqueza de espécies nos diferentes grupos funcionais evidenciaram uma interação significativa entre os fatores grupo funcional e habitat ($F = 5$, $gl = 15;40$, $P < 0,001$) Em todos os habitats as árvores apresentaram maior riqueza de espécies do que os outros cinco grupos funcionais, mas na Floresta Nativa estas diferenças foram mais evidentes.

As análises relacionadas à abundância de indivíduos nos diferentes grupos funcionais também evidenciaram uma interação significativa entre os fatores grupo funcional e habitat ($F = 2,07$, $gl = 15;40$, $P = 0,034$). Nas áreas de Floresta Nativa, os grupos funcionais mais abundantes foram as gramíneas e as herbáceas; nas Plantações de Araucária, embora os grupos se assemelhem em termos de abundância, esta é maior para o grupo das herbáceas; nas Plantações de Pinus, as pteridófitas apresentam mais abundância, enquanto que nas Plantações de Eucalipto as gramíneas formaram o grupo mais abundante.

As análises de agrupamento não demonstraram diferenças claras de similaridade entre os quatro habitats, nem quando comparadas em relação às espécies, nem quando comparadas em relação aos grupos funcionais.

Em relação à biomassa por grupo funcional, em todos os ambientes, os regenerantes de espécies arbóreas apresentaram maior porcentagem de estoque de biomassa no sub - bosque, seguidas por arbustos, trepadeiras e pteridófitas.

Quando analisada em relação aos diferentes grupos funcionais, o estoque de biomassa mostra - se significativamente influenciado pela interação entre as variáveis habitat e grupo funcional ($F = 2,45$, $gl = 21;56$ $P = 0,004$). Na Floresta Nativa, os regenerantes de espécies arbóreas tiveram uma porcentagem mais expressiva de biomassa em relação aos

outros grupos; nas Plantações de Araucária, as árvores, arbustos e trepadeiras foram os grupos com maior biomassa; nas plantações de Pinus não foram detectadas diferenças relevantes entre os grupos funcionais e em Plantações de Eucalipto estas diferenças foram ainda menores.

Os resultados do modelo GLM “stepwise” que analisou a biomassa em função da riqueza de espécies, número de grupos funcionais e habitat, revelou que apenas a variável riqueza funcional apresentou resultado significativo e se manteve no modelo (F: 4,457, gl: 1;58, P = 0,04). Este resultado demonstra que a biomassa acumulada no sub - bosque pode aumentar com o aumento do número de grupos funcionais presentes na comunidade. Este modelo mínimo, no entanto, apresentou um R² de apenas 7%.

4-Discussão

Os resultados deste estudo não demonstraram diferenças extremas na composição, abundância e riqueza total de espécies vegetais encontradas no sub - bosque dos quatro diferentes habitats estudados. Esse padrão pode estar relacionado com as práticas leves de manejo das monoculturas arbóreas da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, que possuem ciclo de corte longo, apresentando idade de desenvolvimento avançado - de 25 a 40 anos - diferente das monoculturas arbóreas tradicionais, cujo corte é programado para ocorrer em torno de sete anos (Fonseca *et al.*, 2009). Além disso, todas as áreas de monoculturas arbóreas são circundadas por áreas de floresta nativa, o que favorece a chegada de propágulos e a colonização por plantas nativas do sub - bosque florestal.

Esse trabalho evidencia que plantações arbóreas, nativas ou exóticas podem colaborar para a biodiversidade de plantas da paisagem provavelmente porque, uma vez colonizados, esses ambientes promovem a regeneração do sub - bosque através da melhoria das condições micro - climáticas, aumento da deposição de serrapilheira, aumento da ciclagem de nutrientes e a criação de poleiros naturais (Hartley 2002; Ostertag *et al.*, , 2008). Desta forma, as condições de manejo existentes nas áreas de estudo permitem que espécies vegetais consigam não apenas colonizar, mas também encontrar condições favoráveis para seu desenvolvimento. Conseqüentemente, estas monoculturas arbóreas ecologicamente manejadas poderiam promover uma maior conservação da biodiversidade na matriz da paisagem por apresentarem um sub - bosque mais rico e abundante em espécies quando comparadas às monoculturas tradicionais (Fonseca *et al.*, , 2009).

No que se refere ao estoque de biomassa, o grupo funcional árvore contribuiu grandemente para seu aumento em áreas de Floresta Nativa e Plantações de Araucária. Nas áreas de Plantações de Pinus e Eucalipto embora os regenerantes de árvores compoñham o grupo com maior biomassa estocada no sub - bosque, estas diferenças são atenuadas, uma vez que os outros grupos funcionais tenham aumentado este estoque. Em todos os habitats, epífitas, briófitas, herbáceas e gramíneas estocaram pouco da biomassa presente nas quatro áreas.

Outro padrão observado nos resultados deste trabalho, é que quanto maior a biomassa estocada, maior é a riqueza de grupos funcionais. Reich *et al.*, , (2001) demonstraram que ecossistemas com menor diversidade podem estocar menos

biomassa do que ecossistemas mais diversos, sugerindo que a redução da diversidade que vem ocorrendo globalmente poderia diminuir a capacidade dos ecossistemas de capturarem carbono sob condições de crescentes concentrações de CO₂ e deposição de N. Nossos resultados demonstram um padrão semelhante ao encontrado por Zheng *et al.* (2007), no qual o estoque de carbono do sub - bosque foi significativamente mais alto na floresta nativa do que em outros tipos de monoculturas arbóreas. O mecanismo que gera esse padrão estaria menos relacionado à riqueza de espécies e mais relacionado ao número de grupos funcionais presentes na parcela, uma vez que em ecossistemas terrestres, as diferenças em composição de grupos funcionais podem influenciar fortemente a biomassa estocada acima do solo (Hooper & Vitousek 1997; Bunker *et al.*, , 2005).

CONCLUSÃO

Com a crescente demanda por consumo de produtos provenientes da madeira, e a crescente conversão de áreas de floresta nativa para monoculturas, torna - se fundamental a permanência de florestas circundantes para que ocorra a colonização e o estabelecimento de espécies vegetais na matriz da paisagem. É importante observar que por apresentarem - se muito mais semelhantes às florestas nativas, as monoculturas da espécie nativa *Araucaria angustifolia* seriam uma melhor alternativa para a manutenção da biodiversidade e da captura de carbono do que monoculturas de espécies exóticas como Pinus e Eucalipto.

Monoculturas arbóreas com manejo “ecologicamente correto” poderiam não só conservar uma grande porção da biodiversidade de espécies florestais de sub - bosque como também incrementar a captura de carbono na matriz da paisagem já que o sub - bosque de plantações é considerado um componente importante nas estimativas de carbono da vegetação de florestas (Zhou *et al.*, 2008). A aplicação desse tipo de manejo seria extremamente importante em paisagens que abrigam fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, uma vez que esta se encontra extremamente ameaçada (Myers *et al.*, , 2000). Por isso a importância de um manejo que vise a produtividade e a exploração sustentável de recursos aliado a conservação da biodiversidade.

Agradecimentos

(Floresta Nacional de São Francisco de Paula, CNPq, Centro Universitário Metodista IPA)

REFERÊNCIAS

- Bret - Hart, M. *et al.*, , 2008. Plant functional types do not predict biomass responses to removal and fertilization in Alaskan tussock tundra. *Journal of Ecology* 96: 713 - 726.
- Bunker, D. *et al.*, , 2005. Species loss and aboveground Carbon storage in a Tropical Forest. *Science* 310: 1029-1031.
- Chave, J. *et al.*, , 2004. Error propagation and scaling for tropical forest biomass estimates. *Philosophical Transactions of The Royal Society* 359: 409 - 420.

- Davis, M. P. *et al.*, , 2002. Elevated atmospheric CO₂ affects structure of a model regenerating longleaf pine community. *Journal of Ecology* 90: 130 - 140.
- Fonseca, C. R. *et al.*, , 2009. Towards an ecologically sustainable forestry in the Atlantic Forest. *Biological Conservation* 142: 1209-1219.
- Hartley, M. J. 2002. Rationale and methods for conserving biodiversity in plantation forests. *Forest Ecology and Management* 155: 81 - 95.
- Hooper, D. U., Vitousek, P. M. 1997. The effects of plant composition and diversity on ecosystem processes. *Science* 277: 1302-1305.
- Loreau, M. 2000. Biodiversity an ecosystem functioning: recent theoretical advances. *Oikos* 91: 3-17.
- Loreau, M. *et al.*, , 2001. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science* 294: 804-808.
- Marchiori, J.N.C. *Fitogeografia do Rio Grande do Sul: enfoque histórico e sistemas de classificação*. Porto Alegre: Ed. EST, 2002.
- Myers, N. *et al.*, , 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Ostertag, R., Giardina, C. P., Cordell, S. 2008. Understory colonization of Eucalyptus plantation in Hawaii in relation to light and nutrient levels. *Restoration Ecology* 16: 475-485.
- Reich, P. B. *et al.*, , 2001. Plant diversity enhances ecosystem responses to elevated CO₂ and nitrogen deposition. *Nature* 410: 809-812.
- Vitousek, P, M. 1994. Beyond Global Warming: Ecology and Global Change. *Ecology*. Vol. 75. nº 7, 19861 - 1876.
- Zheng, H. *et al.*, , 2007. Variation of carbon storage by different reforestation types in the hilly red soil region of southern China. *Forest Ecology and Management* 255: 1113-1121
- Zhou, C. *et al.*, , 2008. Impacts of a large - scale reforestation program on carbon storage dynamics in Guangdong, China. *Forest Ecology and Management* 255: 847-854.