

Regeneração natural de espécies madeireiras na floresta secundária da Mata Atlântica

Geferson Elias Piazza¹ Daisy Christiane Zambiasi¹ Jean Correia¹ Alfredo Celso Fantini^{1*}

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Rodovia Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, CEP 88034-000, Florianópolis – SC.

*Author for correspondence: alfredo.fantini@ufsc.br

Received: 12 August 2016 / Accepted: 30 April 2017 / Published: 30 June 2017

Resumo

As florestas secundárias da Mata Atlântica são ecossistemas de alta produtividade compostos por espécies que produzem boas madeiras. Seu aproveitamento econômico poderia gerar renda para agricultores, revertendo a tendência de desmatamentos na região. Mas são escassas as pesquisas que têm um olhar sobre o seu potencial para produção sustentável de madeiras nesses ecossistemas. Neste estudo, objetivou-se determinar a composição das espécies regenerantes e sua relação com a estrutura florestal, e descrever o seu potencial para recompor o estoque de espécies madeiráveis em caso de colheita de árvores maduras. Em uma floresta em estágio avançado de sucessão, foram inventariadas 272 unidades amostrais de 4 m², distribuídas em 17 parcelas permanentes de 40 m x 40 m, onde foram medidos todos os regenerantes (DAP < 5 cm e altura total ≥ 1,30 m). Os resultados obtidos revelaram que há representativo número de regenerantes de espécies com potencial madeireiro, e que apresentam uma distribuição espacial predominantemente aleatória. Não foi observada relação entre a densidade de regenerantes com indivíduos arbóreos e área basal da floresta.

Palavras-chave: Floresta Atlântica, Sucessão secundária, Sub-bosque, Madeira nativa.

Abstract

The secondary forests of the Brazilian Mata Atlântica are highly productive ecosystems composed of species that produce good timber. Their economic exploitation could generate income for farmers, reversing the trend of deforestation in the region. However, research concerning their potential for sustainable timber production remains scarce in these ecosystems. This study aimed at determining the composition of regenerating species and their relation to forest structure, as well as to describe their potential to restore the stock of timber species following the harvesting of mature trees. In a late successional forest, 272 sample units of 4 m² were inventoried, distributed into 17 permanent plots of 40 m x 40 m, where all saplings (DBH < 5 cm and total height ≥ 1.30 m) were measured. The results revealed the existence of a representative number of regenerating species with timber potential, which have a predominantly random spatial distribution. No relationship was found between the density of saplings with individual trees and basal area of the forest.

Key words: Atlantic forest, Second growth forest, Understorey, Native timber species.

Introdução

Como afirmou Lugo (2009), “vivemos a era das florestas secundárias”. A frase se refere à grande proporção desses ecossistemas em relação às florestas remanescentes no mundo, principalmente nos trópicos. Na última década, tem havido significativa revalorização das florestas

secundárias, que passaram a ser reconhecidas pelo seu papel na produção de serviços ecossistêmicos, incluindo a conservação da biodiversidade (Mukul e Herbohn 2016; Chazdon 2014). Também tem sido destacada a relevância dos seus ecossistemas para a produção de bens consumíveis, gerando renda para milhões de agricultores e outros proprietários de áreas florestadas. O potencial para produção de madeira nas florestas secundárias também já é amplamente reconhecido em muitos países (Akindele e Onyekwelu 2011; Moser et al. 2015; Barrance et al. 2009; Guariguata 1999), mas no Brasil predomina uma visão quase que exclusivamente preservacionista sobre esses ecossistemas.

As florestas secundárias são compostas por vegetação lenhosa que, após grande perturbação natural ou antropogênica da floresta original, se desenvolvem por processos de estágios sucessionais, diferenciando-se no tempo quanto a sua composição florística e estrutura (Akindale e Onyekwelu 2011; Smith et al. 1997), processos esses muito frequentes nas formações florestais da Mata Atlântica, como a floresta ombrófila densa (Sevegnani et al. 2013; Siminski e Fantini 2010). Nessa região, as florestas secundárias têm origem majoritariamente na roça de toco, sistema de uso da terra também chamado de coivara e caracterizado pela alternância entre cultivos agrícolas da terra por curto período de tempo e longos períodos de pouso.

Klein (1978) foi pioneiro na descrição do processo de sucessão secundária que sucede ao uso agrícola da terra na região, e destacou a clara distinção de estágios sucessionais, muito marcados pelo pequeno número de espécies dominantes. Outros autores (Siminski et al. 2011a; 2011b) incorporaram informações quantitativas a essa descrição, permitindo apreciar o potencial de aproveitamento econômico das florestas secundárias. O aparecimento de espécies com potencial para produção de madeira serrada, por exemplo, ocorre nos estágios iniciais de regeneração, mas estão maduras para aproveitamento quando a floresta secundária tem em torno de 30 a 35 anos (Fantini e Siminski, 2011), ou seja, no final do estágio que os autores denominam de “arbóreo pioneiro”. Nessa fase da sucessão tem início uma forte substituição de espécies secundárias por espécies climáticas, menos tolerantes à luz, e de crescimento mais lento, processo que Oliver (1981) chamou de reiniciação do sub-bosque. Assim, do ponto de vista das possibilidades de manejo para produção de madeira, as opções estão entre colheitas de baixa intensidade, favorecendo espécies mais tolerantes, e colheitas intensas, para repor árvores de espécies de crescimento rápido, principalmente das espécies colhidas (Fantini et al. 2016).

Portanto, a presença de regeneração natural de espécies com potencial madeireiro, o conhecimento quanto à sua exigência em luminosidade ou tolerância à sombra, e a distribuição de regenerantes das espécies de interesse na floresta são informações ecológicas que determinam formas

e intensidades do manejo desses ecossistemas, bem como suas práticas silviculturais (ITTO 2002; Lamprecht 1989). Para produção madeireira, a escassez de regenerantes de espécies comerciais, por exemplo, é limitante para gestores florestais e aponta para a necessidade de melhor compreensão da sua ecologia, assim como mais experiências em práticas silviculturais (Guariguata e Pinard 1998). Compreender a composição e a estrutura da regeneração em florestas secundárias constitui não somente uma ferramenta prática em decisões silviculturais, mas também favorece a formulação de hipóteses para o manejo e colheitas em florestas destinadas à produção de madeiras (Terán e Maranón 2001; Fredericksen e Mostacedo 2000).

A literatura sobre a ecologia de florestas secundárias da Mata Atlântica trata predominantemente dos processos ecológicos e de aspectos da sua conservação. São escassos, todavia, estudos sobre a regeneração natural desses ecossistemas com ênfase no aproveitamento das espécies. Este artigo traz contribuição para suprir essa lacuna. O estudo busca avaliar o potencial do processo de regeneração natural de florestas secundárias da Mata Atlântica para recompor o estoque de madeiras após uma eventual colheita. A hipótese aqui colocada é de que há número suficiente de regenerantes, embora de espécies diferentes daquelas colhidas numa primeira intervenção na floresta.

Material e Métodos

Local de estudo

O estudo foi realizado no município de Guarimirim (26°32'01" S e 49°2'30" O), região Norte do Estado de Santa Catarina, em uma floresta de propriedade privada de 41,9 hectares, inserida em um dos maiores relictos florestais da região, com aproximadamente 10.000 hectares. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é definido como Cfa-mesotérmico úmido sem estação seca (Alvarez et al. 2013). A altitude média da área do estudo é de 330 metros a.n.m. e o relevo predominante é de encostas com declividade entre 30% e 40%. As principais classes de solo encontradas na região são o argissolo e o cambissolo (Embrapa 2004). A vegetação original era a floresta ombrófila densa submontana (IBGE 2012).

A área do estudo era usada como pastagem até o ano de 1978. Nesse ano, a pastagem foi abandonada e foi realizado plantio de mudas de espécies nativas típicas da floresta secundária, principalmente *Hieronyma alchorneoides*, *Miconia cinnamomifolia*, e *Nectandra* spp. Entretanto, o plantio foi realizado em espaçamento irregular e não houve registro do número exato de mudas plantadas por hectare. Provavelmente, a densidade de plantio foi mais baixa que a recomendada em plantios comerciais. A única prática silvicultural realizada foi a roçada para eliminação de plantas espontâneas, que ocorreu até o quinto ano após o plantio. Assim, durante os 38 anos de desenvolvimento do ecossistema, o processo de regeneração natural e sucessão florestal impôs à floresta aparente semelhança estrutural de uma formação secundária regenerada naturalmente. Devido ao histórico de manejo e características da vegetação, o presente estudo considerou a área como uma floresta secundária.

A vegetação presente encontra-se predominantemente em estágio avançado de sucessão secundária, com aproximadamente 36 anos de idade. A floresta é caracterizada por uma grande diversidade de espécies arbóreas, destacando-se espécies e gêneros como *Hieronyma alchorneoides* Allemão, *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin, *Nectandra membranaceae* (Sw.) Griseb., *Euterpe edulis* Mart., *Matayba intermedia* Radlk., *Virola bicuhyba* (Schott) Warb., *Miconia cabucu* Hoehne, *Cedrela fissilis* Vell., *Citharexylum myrianthum* Cham., *Cabralea canjerana*

(Vell.) Mart., *Guapira opposita* (Vell.) Reitz, *Sloanea guianensis* (Aubl.) Benth., *Bathysa australis* (A.St.-Hil.) K.Schum., *Casearia sylvestris* Sw., *Alchornea triplinervia* (Sprang.) M. Arg., *Annona neoserica* H.Rainer, *Clusia criuva* Cambess., *Myrcia* spp., e *Ficus* spp. (Schuch 2010; Schmitz 2013).

Coleta de dados

Foram considerados regenerantes os indivíduos de espécies lenhosas com altura total (Ht) \geq 1,3 metros e diâmetro à altura do peito (DAP) $<$ 5 centímetros. O inventário foi realizado em 2014 e os indivíduos amostrados foram agrupados nas categorias *com potencial madeireiro* (CP) e *sem potencial madeireiro* (SP), conforme a aptidão das espécies para produção de madeira serrada. A classificação da aptidão das espécies levou em consideração informações de usos e potencial madeireiros já consagrados em bibliografia (Carvalho 2008, 2006 e 2003; Reitz et al. 1978), no Inventário Florestal Florístico de Santa Catarina (Vibrans et al. 2013), e em informações fornecidas pelo madeireiro proprietário da floresta estudada.

Na área do estudo foram implantadas 17 parcelas permanentes, de 40 metros x 40 metros, distribuídas aleatoriamente. Para a coleta dos dados de regenerantes, em cada parcela foram alocadas sistematicamente 16 subparcelas de 2 metros x 2 metros, totalizando 272 unidades amostrais. Os indivíduos foram identificados a campo ao nível de espécie de acordo com o sistema Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV 2016). Quando necessário, a identificação foi feita por meio de comparações com exsicatas nos herbários da Universidade Federal de Santa Catarina e da Universidade Regional de Blumenau.

Análise dos dados

A densidade de regenerantes, aqui entendida como o número de indivíduos por hectare (ind/ha), foi obtida pela contagem dos indivíduos inventariados. A partir dos valores obtidos, a densidade e intervalo de confiança (IC 95%) ao um nível de probabilidade (p) de 0,05 foram obtidos por meio de 50.000 reamostragens com reposição do conjunto de valores observados, utilizando algoritmos escritos no programa estatístico "R" (R Core Team 2016).

Foi calculado o Índice de Morisita para determinar o padrão de distribuição espacial dos indivíduos para cada espécie com potencial madeireiro que tinham pelo menos quatro indivíduos observados no inventário. De acordo com Barros e Machado (1984), é um índice pouco influenciado pelo tamanho da unidade amostral e apresenta ótimas qualidades para obtenção do grau de dispersão. A significância estatística do Índice de Morisita foi verificada utilizando o teste de qui-quadrado. Para valores significativos de probabilidade ($p < 0,05$), o padrão de distribuição foi considerado agregado quando o valor calculado do Índice de Morisita (Id) resultou maior que 1, ou tendendo a uniforme quando o Id resultou menor que 1. Para valores não significativos de probabilidade, a distribuição dos indivíduos foi considerada como aleatória.

Foi utilizada a Correlação de Pearson (r) para avaliar a existência de correlação entre o número de regenerantes e variáveis da estrutura da floresta: área basal (m^2/ha) e densidade (ind/ha) de árvores (DAP \geq 5 cm). As variáveis da estrutura da floresta foram obtidas por Schuch (2010) e Schmitz (2013) em inventários realizados nas mesmas parcelas do presente estudo.

Resultados e discussões

A densidade dos regenerantes de espécies com potencial madeireiro foi de 857 ind/ha, representando 13% do total de indivíduos inventariados (Tabela 1). Dentre as espécies com

potencial madeireiro, as cinco mais abundantes foram *Virola bicuhyba*, com 101 ind/ha, *Trichilia lepidota* Mart., com 83 ind/ha, além de *Myrcia splendens* (Sw.) DC., *Cabralea canjerana* e *Cupania oblongifolia* Mart., cada uma com 74 ind/ha. Juntas, somaram 406 ind/ha, correspondentes a 47% do total de indivíduos de espécies madeireiras.

Tabela 1 – Densidade absoluta e intervalo de confiança e grupos ecológicos de regenerantes (Ht > 1,3 m e DAP < 5 cm) com e sem potencial madeireiro em floresta secundária avançada

| Espécie | Densidade (ind/ha) | IC 95% (ind/ha) | GE ¹ |
|--|--------------------|-----------------|-----------------|
| <i>Virola bicuhyba</i> | 101 | 55-156 | ST |
| <i>Trichilia lepidota</i> | 83 | 37-175 | C |
| <i>Myrcia splendens</i> | 74 | 28-138 | SI |
| <i>Cabralea canjerana</i> | 74 | 28-138 | ST |
| <i>Cupania oblongifolia</i> | 74 | 37-110 | C |
| <i>Myrcia pubipetala</i> | 55 | 18-92 | SI |
| <i>Nectandra membranacea</i> | 46 | 9-92 | SI |
| <i>Matayba intermedia</i> | 46 | 9-92 | SI |
| <i>Sloanea guianensis</i> | 37 | 9-74 | C |
| <i>Miconia cabucu</i> | 28 | 0-74 | P |
| <i>Aniba firmula</i> | 28 | 0-74 | C |
| <i>Andira fraxinifolia</i> | 28 | 0-74 | ST |
| <i>Nectandra oppositifolia</i> | 18 | 0-55 | SI |
| <i>Hieronyma alchorneoides</i> | 18 | 0-55 | SI |
| <i>Cedrela fissilis</i> | 18 | 0-55 | SI |
| Outras espécies com potencial madeireiro | 129 | 55-193 | |
| Todas as espécies com potencial madeireiro | 857 | 283-1679 | |
| Espécies sem potencial madeireiro | 5.669 | 4.559-6.783 | |

Grupo Ecológico¹ - P=pioneira; SI=secundária inicial; ST=secundária tardia; C=clímax.

Além dos regenerantes listados na Tabela 1, outras espécies com potencial madeireiro foram encontradas na área de estudo, como *Roupala brasiliensis* Klotzsch, *Ocotea mandioccana* A. Quinet, *Copaifera trapezifolia* Hayne, *Magnolia ovata* (A. St.-Hil) Spreng., *Miconia cinnamomifolia*, *Piptocarpha axillaris* (Less.) Baker, *Xylopia brasiliensis* Spreng. e *Aspidosperma australe* Müll. Arg..

Uma análise do ponto de vista do potencial para colheitas futuras de árvores maduras de valor comercial revela que a densidade encontrada de regenerantes da categoria analisada (857 ind/ha) pode ser considerada suficiente, principalmente para as mais abundantes (Tabela 1). Nessa densidade, cada indivíduo ocupa aproximadamente 12 m², ou seja, estão distribuídos numa distância média de 3,5 m entre si. Evidentemente, a dinâmica florestal, principalmente a competição intra ou interespecífica e a herbivoria, bem como alterações detrimenais nas condições ambientais no interior da floresta, irão impor uma taxa de sobrevivência a esses indivíduos (Souza et al. 2013; Fredericksen e Mostacedo 2000). Entretanto, há expectativa de que a taxa de

recrutamento dos regenerantes aqui avaliados, todos com altura igual ou maior a 1,3 metros, seja alta. Além disso, há que se considerar que o surgimento e recrutamento de novos regenerantes é um processo contínuo e deverá se intensificar com a abertura de clareiras que acontecerá com o manejo da floresta. A continuidade dos estudos poderá definir a densidade ótima de regenerantes na classe de tamanho avaliada, que deverá ser suficiente para produzir 100 indivíduos adultos de espécies de interesse madeireiro disponíveis por hectare. Conforme Terán e Maraño (2001) e Lamprecht (1989), esse é o número ótimo para manter a floresta em regime de colheitas sucessivas.

As espécies sem potencial madeireiro representaram 87% (5.669 ind/ha) dos indivíduos inventariados (Tabela 1). Nesse grupo, as espécies mais abundantes foram *Psychotria suterella* Müll. Arg., *Psychotria nuda* (Cham. & Schltdl.) Wawra e *Mollinedia* spp., do sub-bosque da floresta, e *Euterpe edulis*, do estrato médio floresta. Meyer et al. (2013) e Schorn e Galvão (2006) encontraram essas espécies também com elevada densidade em estudos no mesmo ecossistema. O gênero *Psychotria* representou 42% da densidade dos indivíduos amostrados, revelando-se o mais importante para a estrutura da floresta em relação aos regenerantes presentes no sub-bosque. A abundância desse gênero se deve a um conjunto de características morfológicas e potencial de adaptação aos ambientes encontrados no ecossistema floresta ombrófila densa (Fermino Junior et al. 2004; Fredericksen e Mostacedo 2000).

A elevada densidade de indivíduos regenerantes sem potencial madeireiro sugere que o manejo da floresta para produção de madeira possa requerer o seu controle por meio de tratamentos silviculturais de indivíduos jovens. A interação dessas espécies pode reduzir ou até eliminar as espécies de interesse (Fredericksen e Mostacedo 2000), pois o crescimento de plântulas e indivíduos jovens em florestas secundárias está diretamente relacionado com disponibilidade de luz e água (Duz et al. 2004). Entretanto, o impacto e a efetividade desses tratamentos são pouco conhecidos no manejo de florestas secundárias. Por um lado, é muito provável que na floresta secundária não manejada as plantas desse gênero estejam competindo fortemente com regenerantes de espécies de interesse e seriam, portanto, indesejáveis para a sua produtividade. Por outro lado, na floresta manejada, principalmente em condições de abertura de grandes clareiras, indivíduos dessas espécies podem fornecer um microclima favorável aos indivíduos de espécies de interesse comercial (Ackerly e Bazzaz 1995). Pesquisas voltadas para elucidar essa questão são, portanto, oportunas.

Além disso, no manejo florestal visando a sustentabilidade num sentido mais amplo, a biodiversidade é um elemento importante. Assim, a presença de grande número de espécies não madeireiras pode representar importante característica da floresta. O próprio gênero *Psychotria* ilustra essa questão: apesar de representar um potencial fator biótico negativo para o manejo econômico das florestas secundárias, suas espécies produzem abundante quantidade de alimento para a fauna, e por isso constituem importante recurso na cadeia alimentar do ecossistema, atraindo dispersores de semente, inclusive de espécies de interesse (Barbosa et al. 2012).

É importante analisar os regenerantes com potencial madeireiro presentes no sub-bosque quanto à exigência de luminosidade ou tolerância à sombra, já que em uma colheita florestal, ocorrerá abertura de clareiras e, dessa forma, as espécies pioneiras e secundárias iniciais serão beneficiadas. Assim, a germinação de espécies pioneiras, antes ausentes na floresta não manejada, pode aumentar a

densidade de indivíduos e inclusive dominar a categoria regenerantes.

A presença de espécies de todos os grupos ecológicos dentre aquelas com maior densidade sugere a capacidade de estabelecimento em florestas secundárias. A exemplo da área deste estudo, as tipologias florestais na formação ombrófila densa são altamente diversas quanto nichos ecológicos. Eles são produto de uma série de fatores abióticos climáticos, edáficos, e topográficos (Crk 2009) e bióticos, como o banco de sementes no solo, dispersão de sementes, rebrotação, árvores remanescentes, intensidades e usos anteriores das florestas e do solo, presença de floresta com árvores matrizes no entorno e clareiras naturais (Chazdon 2012), que favorecem as espécies oportunistas e generalistas.

Com relação à distribuição espacial das espécies com potencial madeireiro foi verificado um padrão de distribuição predominantemente aleatório. Nenhuma espécie avaliada apresentou distribuição agregada ou uniforme (Tabela 2). Assim, com base na densidade dos regenerantes com potencial madeireiro e sua distribuição espacial na floresta, conclui-se que os indivíduos inventariados no estudo apresentaram respostas positivas aos mecanismos de dispersão e germinação de sementes, e seu estabelecimento dentro da floresta.

Tabela 2 - Padrão espacial e índice de Morisita para nove espécies de regenerantes (Ht > 1,3 m e DAP < 5 cm) com potencial madeireiro

| Espécie | Padrão Espacial | Índice de Morisita e valor-p ¹ |
|------------------------------|-----------------|---|
| <i>Virola bicuhyba</i> | Aleatório | 0,9 (0,48) |
| <i>Trichilia lepidota</i> | Aleatório | 2,8 (0,16) |
| <i>Myrcia splendens</i> | Aleatório | 0,9 (0,59) |
| <i>Cabralea canjerana</i> | Aleatório | 0,0 (0,81) |
| <i>Cupania oblongifolia</i> | Aleatório | 0,0 (0,74) |
| <i>Myrcia pubipetala</i> | Aleatório | 1,8 (0,15) |
| <i>Nectandra membranacea</i> | Aleatório | 0,0 (0,67) |
| <i>Matayba intermedia</i> | Aleatório | 0,0 (0,91) |
| <i>Sloanea guianensis</i> | Aleatório | 0,0 (0,91) |

¹Probabilidade do teste do qui-quadrado; n ≥ 4.

O conhecimento da distribuição de espécies é um recurso importante na análise e elaboração de planos de manejo. Muitas espécies de florestas tropicais apresentam distintos padrões de distribuição espacial, o que pode facilitar ou dificultar a elaboração de atividades futuras em áreas de produção de madeiras (Souza e Soares 2013). A distribuição aleatória dos indivíduos regenerantes na floresta é desejável do ponto de vista do manejo para produção de madeira, pois permite melhor ocupação do espaço e dos recursos do meio (Acosta et al. 2006; Gebrehiwot 2003; Gómez 2011).

Não foi observada correlação entre os regenerantes e a estrutura da floresta (área basal e densidade de árvores) tanto para espécies com potencial madeireiro quanto para aquelas sem potencial (Figura 1 e Figura 2). Devido à grande variação que as florestas secundárias apresentam em sua estrutura, principalmente quanto à área basal e densidade de árvores, distintos padrões de regeneração podem ser encontrados nessas florestas (Guariguata e Ostertag 2001). Entretanto, mesmo com grande variação na estrutura da floresta estudada (Figura 1 e Figura 2) o poder de regeneração da floresta é alto (Tabela 1), o que também foi encontrado em estudos com regenerantes em florestas no mesmo ecossistema (Meyer et al. 2013; Schorn e Galvão 2006).

Não se pode descartar, também, que a área amostrada para os regenerantes neste estudo, principalmente em relação ao tamanho das parcelas individuais, tenha sido

insuficiente para detectar correlações entre a densidade de regenerantes e a estrutura da floresta. Nesse aspecto, novos estudos com maior esforço amostral são recomendados.

Tratamentos silviculturais para liberar a regeneração de espécies madeireiras podem aumentar sua densidade e melhorar a correlação entre os diferentes estratos da floresta, além de melhorar a qualidade e aumentar rentabilidade do manejo para produção de madeira dessas formações (Akindele e Onyekwelu 2011; Guariguata 1999). Todavia, o desenvolvimento de sistemas silviculturais que convertem regenerantes em árvores para aproveitamento futuro, mesmo que apresentem baixo custo financeiro e aumentem o crescimento das espécies de interesse, ainda é um desafio em florestas nativas para produção de madeiras (Peña-Claros et al. 2008; Pariona et al. 2003).

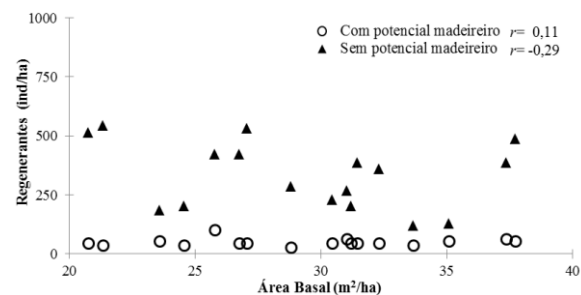


Figura 1 - Relação entre densidade de regenerantes (Ht > 1,3 m e DAP < 5 cm) com e sem potencial madeireiro e a Área Basal de árvores (DAP ≥ 5 cm) em uma floresta secundária avançada

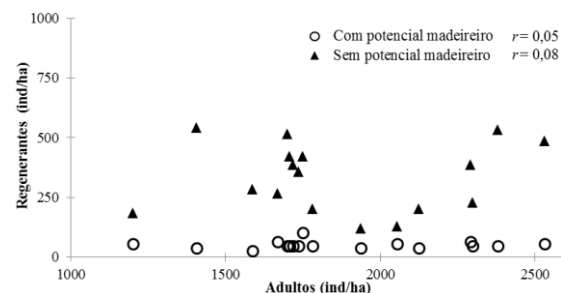


Figura 2 - Relação entre densidade de regenerantes (Ht > 1,3 m e DAP < 5 cm) com e sem potencial madeireiro e a densidade de árvores (DAP ≥ 5 cm) em uma floresta secundária avançada

O conhecimento da regeneração natural é fundamental para práticas silviculturais na produção de madeiras em florestas secundárias. A regeneração natural de espécies com potencial madeireiro se mostra como principal método na reposição dos estoques de madeiras nos próximos ciclos de colheita de madeiras (ITTO 2002). Além da dificuldade de produção ou aquisição de mudas com potencial madeireiro (Piotto 2007), o custo de aquisição e de plantio reduzem significativamente o sucesso econômico do manejo florestal, principalmente considerando o tempo relativamente longo das rotações. Por isso, seriam muito oportunos estudos sobre práticas silviculturais para promover a regeneração natural em florestas secundárias manejadas para a produção de madeira.

Conclusões

Os resultados deste estudo sugerem que há um número suficientemente grande de regenerantes de espécies com potencial madeireiro, que apresentam distribuição predominantemente aleatória, características favoráveis à reposição do estoque de madeira colhida em florestas manejadas. Entretanto, a maioria dos indivíduos que compõem o estrato regenerante pertence a espécies sem potencial madeireiro, o que sugere a oportunidade ou

mesmo necessidade de intervenção para favorecer as espécies de interesse quando o objetivo é aumentar a produtividade de madeira desses ecossistemas.

Os regenerantes estão bem distribuídos na floresta estudada, indicando bom potencial de regeneração da floresta secundária, e também sugerindo facilidade para a seleção de árvores por meio de práticas silviculturais como o refinamento visando melhoria do estoque para futuras colheitas. Entretanto, há que se considerar a exigência de luminosidade ou tolerância à sombra das espécies, uma vez que a intensidade de colheita determinará a colonização e estabelecimento de espécies pioneiras e secundárias iniciais. Não foi detectada correlação entre regenerantes e a estrutura florestal, mas a floresta apresentou boa capacidade de regeneração de espécies com potencial madeireiro em todas as condições de área basal e densidade de árvores.

Considerando-se a estimativa de que a extensão dos remanescentes da Mata Atlântica é de cerca de 16 milhões hectares (Fundação S.O.S. Mata Atlântica 2016) e que a maior parte dessa vegetação é formada por florestas secundárias, realizar o potencial desses ecossistemas para a produção de madeira pode trazer significativos benefícios aos proprietários de terras, a exemplo do que acontece em outros países. Nossa hipótese é de que, dada a diversidade de espécies existente, florestas secundárias de outras regiões da Mata Atlântica também sejam propícias ao manejo visando o aumento da produtividade de madeiras de boa qualidade. Entretanto, pesquisas são necessárias para determinar o impacto do regime de manejo na dinâmica dos ecossistemas, visando garantir a sustentabilidade da produção das espécies de interesse econômico e a manutenção dos serviços ecossistêmicos que essas florestas proveem.

Agradecimentos

A FAPESC deu suporte financeiro ao estudo de 2010 a 2014. A Capes concede bolsa de doutorado a G. E. Piazza e o CNPq concede bolsa de mestrado a D. C. Zambiasi e de produtividade a A. C. Fantini. J. Correia teve bolsa de mestrado do CNPq.

Referências

- Ackerly DD, Bazzaz FA (1995) Seedling crown orientation and interception of diffuse radiation in tropical forest gaps. *Ecology*, 76:1134-1146.
- Acosta VH, Araujo PA, Iturre MC (2006) *Caracteres estructurales de las masas*. Série Didáctica N° 22. Santiago del Estero: Universidad Nacional de Santiago del Estero. 35p.
- Akindele SO, Onyekwelu JC (2011) Silviculture in secondary forests. In: Günter S, Weber M, Stimm B, Mosandl R (ed). *Silviculture in the Tropics*. Berlin: Springer-Verlag. p.351-367.
- Alvarez CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6):711-728.
- APG IV (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181: 1-20.
- Barbosa JM, Eisenlohr PV, Rodrigues MA, Barbosa KC (2012) Ecologia da dispersão de sementes em florestas tropicais. In: Martins SV (ed) *Ecologia de florestas tropicais do Brasil*. Viçosa: Editora UFV. p.52-73.
- Barrance A, Schreckenberg K, Gordon J (2009) *Conservation through use: lessons from the Mesoamerican dry forest*. London: ODI. 124p.
- Barros PLC, Machado SA (1984) *Aplicação de índices de dispersão em espécies de florestas tropicais da Amazônia Brasileira*. (Série Científica, n.1). Curitiba: FUFPEF-UFPR. 42p.
- Carvalho PER (2008) *Espécies arbóreas brasileiras*. Vol.3. Colombo: Embrapa Florestas. 593p.
- Carvalho PER (2006) *Espécies Arbóreas Brasileiras*. Vol.2. Colombo: Embrapa Florestas. 627p.
- Carvalho PER (2003) *Espécies arbóreas brasileiras*. V.1. Colombo: Embrapa Florestas, 1039p.
- Chazdon RL (2012) Regeneração de florestas tropicais. *Boletim do Museu Emilio Goeldi. Ciências Naturais*, 7(3):195-218.
- Chazdon RL (2014) *Second growth: the promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation*. Chicago: Chicago Press. 449p.
- Crk T, Uriarte M, Corsi F, Flynn D (2009) Forest recovery in a tropical landscape: what is the relative importance of biophysical, socioeconomic, and landscape variables? *Landscape Ecology*, 24(5): 629-642.
- Duz SR, Siminski A, Santos M, Paulilo MT (2004) Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação na quantidade de luz. *Revista Brasileira de Botânica*, 27(3): 587-596.
- Embrapa (2004) *Solos do Estado de Santa Catarina*. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 46. Embrapa: Rio de Janeiro. 745 p.
- Fantini AC, Siminski A, Gaio MF (2016) Madeira de Florestas Secundárias em SC: nova fonte de renda para os agricultores. *Revista Agropecuária Catarinense*, 29(2):14-16.
- Fantini AC, Siminski A (2011) Espécies madeireiras nativas da Região Sul do Brasil. In: Coradin L, Siminski A, Reis A (ed) *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul*. Brasília: MMA. p. 403-413.
- Fermino Jr PCP, Paulilo MTS, Reis A, Santos M (2004) Espécies pioneiras e climáticas da floresta ombrófila densa: anatomia foliar comparada. *Insula*, 33:21-37.
- Fredericksen TS, Mostacedo B (2000) Regeneration of timber species following selection logging in a Bolivian tropical dry forest. *Forest Ecology and Management*, 131:47-55.
- Fundação SOS Mata Atlântica (2016) *Relatório Anual 2015*. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica. 86p.
- Gebrehiwot M (2003) *Assessment of natural regeneration diversity and distribution of forest tree species*. Dissertação, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation. 102 p.

- Gómez JWL (2011) Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana. *Acta Amazonica*, 41:135-142.
- Guariguata MR (1999) Early response of selected tree species to liberation thinning in a young secondary forest in Northeastern Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, 124:255-261.
- Guariguata MR, Ostertag R (2001) Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management*, 148:185-206.
- Guariguata MR, Pinard MA (1998) Ecological knowledge of regeneration from seed in Neotropical forest trees: implications for natural forest management. *Forest Ecology and Management* 112:87-99.
- IBGE (2012) Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 271p.
- ITTO (2002) *ITTO guidelines for the restoration, management and rehabilitation of degraded and secondary tropical forests*. Yokohama: International Tropical Timber Organization. Policy Development Series, n.13. 31p.
- Klein RM (1978) Ecologia da Flora e Vegetação do Vale do Itajaí. *Sellowia*, 32:164-369.
- Lamprecht HL (1989) *Silviculture in the tropics: tropical forest ecosystems and their species; possibilities and methods for their long-term utilization*. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. 296p.
- Lugo AE (2009) The emerging era of tropical forests. *Biotropica*, 41:589-591.
- Meyer L, Gasper AL, Sevegnani L, Shorn LA, Vibrans AC, Lingner DV, Verdi M, Santos AS, Dreveck S, Korte A (2013) Regeneração natural da Floresta Ombrófila Densa em Santa Catarina. In: Vibrans AC, Sevegnani L, Gasper AL, Lingner DV (ed) *Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina-Vol.4*. Blumenau: Edifurb. p.203-247.
- Moser VG, Finegan B, Bendana ZSR, Detlefsen G, Molina A (2015) *Potencial de manejo de bosques restaurados por sucesión natural secundaria en Guanacaste, Costa Rica: composición, diversidad y especies maderables*. Turrialba: Catie. 56p.
- Mukul SA, Herbohn J (2016) The impacts of shifting cultivation on secondary forests dynamics in tropics: a synthesis of the key findings and spatio temporal distribution of research. *Environmental Science & Policy*, 55:167-177.
- Oliver CD (1981) Forest development in North America following major disturbances. *Forest Ecology and Management*, 3:153-168.
- Pariona W, Fredericksen TS, Licona JC (2003) Natural regeneration and liberation of timber species in logging gaps in two Bolivian tropical forests. *Forest Ecology and Management*, 181:313-322.
- Peña-Claros M, Peters EM, Justiniano MJ, Bongers F, Blate GM, Fredericksen TS, Putz FE (2008) Regeneration of commercial tree species following silvicultural treatments in a moist tropical forest. *Forest Ecology and Management*, 255:1283-1293.
- Piotto D (2007) Growth of native tree species planted in open pasture, young secondary forest and mature forest in humid tropical Costa Rica. *Journal of Tropical Forest Science*, 19(2): 92-102.
- R Core Team (2016) *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.
- Reitz R, Klein RM, Reis A (1978) *Projeto madeira de Santa Catarina*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. 320p.
- Schmitz HM (2013) *Produção de madeira em florestas secundárias de Santa Catarina: ecologicamente viável e socialmente desejável*. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina. 102p.
- Schorn LA, Galvão F (2006) Dinâmica da regeneração natural em três estágios sucessionais de uma floresta ombrófila densa em Blumenau, SC. *Floresta*, 36(1):59-74 .
- Schuch C (2010) *Potencialidades da produção de madeira serrada a partir de três espécies da floresta secundária litorânea catarinense em condições de plantio e em área de floresta regenerada naturalmente*. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina. 60p.
- Sevegnani L, Uhlmann A, Gasper AL, Vibrans AC, Santos AS, Verdi M, Dreveck S, Korte A, Meyer L (2013) Estádios sucessionais na Floresta Ombrófila Densa em Santa Catarina. In: Vibrans AC, Sevegnani L, Gasper AL, Lingner DV (ed) *Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina-Vol.4*. Blumenau: Edifurb. p.311-322.
- Siminski A, Fantini AC (2010) A Mata Atlântica cede lugar a outros usos da terra em Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*, 23(2):51-59.
- Siminski A, Fantini AC, Guries RP, Ruschel AR, Reis MS (2011a) Secondary forest succession in the Mata Atlântica, Brazil: floristic and phytosociological trends. *ISRN Ecology*, 2011. doi:10.5402/2011/759893.
- Siminski A, Santos KL, Fantini AC, Reis MS (2011b) Recursos florestais nativos e a agricultura familiar em Santa Catarina - Brasil. *Bonplandia*, 20(2): 371-389.
- Smith J, Sabogal C, De Jong W, Kaimowitz D (1997) *Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina*. Jacarta: Cifor. 31p.
- Souza DG, Santos BA, Wirth RR, Leal IR, Tabarelli M (2013) Community-level patterns of insect herbivory in a fragmented Atlantic Forest landscape. *Environmental Entomology*, 42(3):430-437.
- Souza AL, Soares CPB (2013) *Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo*. Viçosa: Editora da UFV. 322p.

Terán JR, Marañón CM (2001) Regeneración de especies maderables en el bosque tucumano-boliviano. In: Mostacedo BETS, Frederichsen TS (ed) *Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales en Bolivia*. Santa Cruz: El País. 221p.

Vibrans AC, Sevegnani L, Gasper AL, Lingner DV (ed) (2013) *Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina-Vol.4*. Blumenau: Edifurb. 576p.