



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Efeito “placenta” de espécies arbóreas pioneiras sobre a emergência e crescimento inicial de espécies arbóreas secundárias

João Artur Moisés Gonzaga

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Santa Catarina, para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Ilyas Siddique

Florianópolis

Junho/2019

João Artur Moisés Gonzaga

Efeito “placenta” de espécies arbóreas pioneiras sobre a emergência e crescimento inicial de espécies arbóreas secundárias

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Santa Catarina, para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Ilyas Siddique

Florianópolis

Junho/2019

Sumário

RESUMO	4
ABSTRACT	4
INTRODUÇÃO	5
MATERIAL E MÉTODOS	7
Coleta de dados.....	10
Análises de dados	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
CONCLUSÃO	18
AGRADECIMENTOS	18
REFERÊNCIAS	18

Resumo

Os termos efeito “placenta” ou “placenta protetora” têm sido usados com certa frequência por agrofloresteiros e pode designar a função facilitadora que uma planta tem no favorecimento da emergência ou desenvolvimento de outra. Os aspectos do potencial facilitador de espécies arbóreas vêm sendo estudados principalmente em trabalhos que visam entender, e assim aprimorar, metodologias para a restauração ou recuperação de áreas degradadas. No presente estudo objetivou-se avaliar o favorecimento por parte das pioneiras *Erythrina speciosa*, *Guazuma ulmifolia*, *Schinus terebinthifolia* e *Citharexylum myrianthum* no estabelecimento inicial de espécies secundárias quando semeadas diretamente nos berços de plantio destas pioneiras. As principais variáveis avaliadas foram a riqueza de espécies, a abundância de indivíduos e a altura do indivíduo mais alto emergido sob a copa das pioneiras. O plantio e sementeira das espécies arbóreas ocorreu em um sistema agroflorestal com alta diversidade funcional. Constatou-se que as pioneiras favoreceram o estabelecimento inicial das espécies secundárias, sendo que as pioneiras mais altas tiveram maiores taxas de emergência e de crescimento em altura das secundárias emergidas sob suas copas. A pioneira *S. terebinthifolia* apresentou efeitos significativos no estabelecimento inicial das secundárias, contrariando outros estudos que mostram um caráter alelopático desta espécie.

Palavras-chave: Sementeira-direta, restauração, facilitação.

Abstract

The terms "placenta" or "protective placenta" have been used with a certain frequency by agrofloresteiros and can designate the facilitating function that a plant has in favor of the emergence or development of another. The aspects of the potential facilitator of arboreal species have been studied mainly in studies aimed at understanding, and thus improve, methodologies for restoration or recovery of degraded areas. This study aimed to evaluate the favor of the pioneers *Erythrina speciosa*, *Guazuma ulmifolia*, *Schinus terebinthifolia* and *Citharexylum myrianthum* in the initial establishment of secondary species when soed directly in the planting cribs of these pioneers. The main variables evaluated were the species richness, the abundance of individuals and the height of the highest individual emerged under the canopy of the pioneers. The planting and sowing of arboreal species occurred in an agroforestry system with high functional diversity. It was found that the pioneers favored the initial establishment of secondary species, and the highest

pioneers had higher rates of emergence and growth at height of the secondary emerged under their hearts. The Pioneer *S. terebinthifolia* had significant effects on the initial establishment of the secondary, contradicting other studies that show an allelopathic character of this species.

Key words: Sowing-direct, restore, facilitation.

Introdução

De tempos em tempos, os brasileiros se defrontam com a infeliz realidade de que seu país é responsável por uma das maiores taxas de desmatamento no mundo. Só na Amazônia, por exemplo, os dados oficiais indicam que mais de 6 mil quilômetros quadrados de vegetação nativa são destruídos por ano – o equivalente a cerca de 6 milhões de campos de futebol. Entre 2000 e 2013, a área de florestas intocadas no mundo diminuiu de tamanho em 7%. Muitas das áreas desmatadas sequer são incorporadas ao sistema produtivo - se transformam em áreas degradadas. O Mapa Global das Oportunidades de Restauração de Paisagens e Florestais, produzido pelo Instituto Mundial de Recursos (WRI) e parceiros como a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), mostra onde há áreas que tiveram cobertura natural no passado e que poderiam ser recuperadas. Segundo o mapa, há no mundo cerca de 2 bilhões de hectares de áreas degradadas ou desmatadas que poderiam ter sua função e produção (WRI Brasil, 2018).

Segundo dados do Departamento de Florestas do Ministério do Meio Ambiente (MMA), estima-se que o Brasil tem cerca de 140 milhões de hectares de áreas degradadas, área superior a duas vezes o tamanho da França, existindo áreas degradadas em todos os biomas e regiões do país (PLATONOW, 2012). No Brasil, há uma enorme oportunidade para restauração destas áreas. Em áreas moderadamente ocupadas pela população, é possível pensar em uma estratégia de restauração integrada com a produção. Sistemas Agroflorestais, por exemplo, preveem a reintrodução de espécies nativas em consórcio com atividade agrícola, promovendo aumento de biomassa e geração de renda para produtores. Além da geração de renda, esses sistemas podem ser utilizados com a finalidade de proteger o solo da ação dos processos erosivos (V FÓRUM BRASIL DE ÁREAS DEGRADADAS, 2018).

A recuperação de áreas degradadas está intimamente ligada à ciência da restauração ecológica. Restauração ecológica é o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído. Um ecossistema é considerado

recuperado – e restaurado – quando contém recursos bióticos e abióticos suficientes para continuar seu desenvolvimento sem auxílio ou subsídios adicionais (SER, 2004). A escolha de espécies para sistemas agroflorestais aplicados à recuperação ambiental deve observar aspectos como a disponibilidade de material vegetativo para diferentes regiões e paisagens (biomas), a capacidade de adaptação às condições adversas de cada local (ambiência) e o conhecimento do comportamento silvicultural das espécies em consórcio com outras plantas (domesticação). Além de visar o rápido estabelecimento de plantas com menor uso possível de insumos, objetiva-se que o processo natural de sucessão vegetal seja retomado pelo ambiente (AQUINO, 2005).

A prática de semeadura direta é muito utilizada para o enriquecimento de sistemas agroflorestais com espécies de uso múltiplo e frutíferas (ENGEL, 1999). Um método particular de utilização da semeadura direta é por meio da muvuca de sementes. Essa técnica consiste em misturar diversas sementes de espécies nativas, juntamente com algum substrato (como terra úmida, por exemplo) evitando-se, no momento do plantio, realizar uma separação entre pioneiras e não pioneiras e valorizando a riqueza de espécies. O plantio pode ser mecanizado ou manual (PIETRO-SOUZA, 2015).

Conhecer a ecologia das espécies florestais, assim como sua interação com o meio, torna-se imprescindível para o grau de eficácia da recuperação ou restauração de uma área degradada. A distribuição das espécies em grupos funcionais, de acordo com os atributos ecológicos e silviculturais, é importante para a determinação das espécies que possui características potencialmente facilitadoras de sucessão (MEIRA JUNIOR et al., 2015).

Neto et al. (2016) classifica as espécies e as interações entre si com base em seu estágio sucessional, sendo espécies colonizadoras as espécies com ciclo de vida curto e que no início desse processo sucessional apresentam efeito de “placenta protetora”, favorecendo as condições de microclima e solo para o desenvolvimento das espécies do próximo estágio sucessional, as pioneiras. Por sua vez, as pioneiras também servirão como placenta para o desenvolvimento de espécies secundárias e estas, para as espécies climáticas.

O uso de semeadura direta para restauração florestal é uma técnica que tem ganhado espaço nos diferentes estudos de restauração ecológica, principalmente pela possibilidade de se baratear o custo do plantio de árvores. A utilização de sementes para restauração florestal é uma alternativa para se aumentar a diversidade de espécies utilizadas, além de se

possibilitar a mecanização para o uso em grandes áreas (PELILIZZARO, 2016). O custo para aquisição de sementes para obter uma muda no campo a partir de semeadura direta, para a maioria das espécies, pode ser duas a três vezes menor que o preço de aquisição de uma muda em viveiro (ISERNHAGEN, 2010).

Silva (2015) sugere a semeadura direta como uma alternativa eficaz e barata para a restauração ecológica, mas diz que para que ela seja amplamente utilizada em restaurações de ecossistemas tropicais, se faz necessário conhecer as espécies e as características funcionais adequadas à técnica, assim como aprimorar técnicas que aumentem a germinação e a sobrevivência de plântulas. O sucesso da regeneração está relacionado à capacidade do ambiente em proporcionar um leito adequado para germinação de sementes (seedbed). A utilização de metodologias que visem à regeneração natural, deve ser bem estabelecida tecnicamente e adequadas à realidade local, pois, embora apresentem resultados iniciais promissores, podem deixar de ser efetivas com o passar do tempo (FRAGOSO et al, 2017).

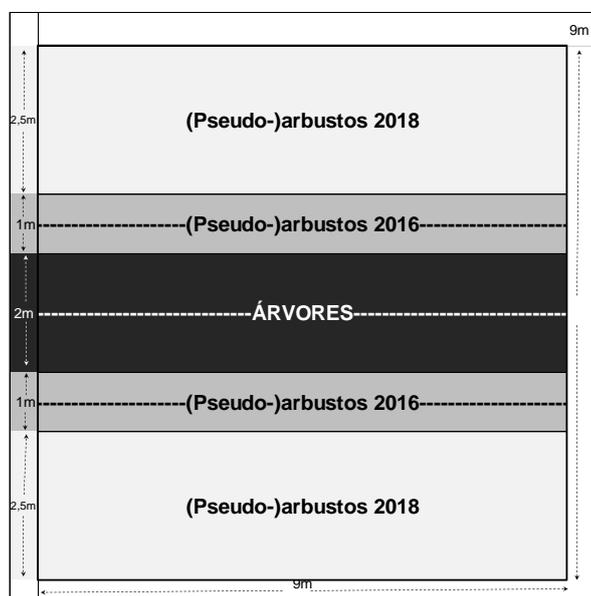
Assim sendo, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o favorecimento (efeito “placenta”) de árvores pioneiras sobre o estabelecimento inicial (emergência e crescimento) de árvores secundárias quando semeadas diretamente em seus berços. Buscou-se avaliar esta interação pioneira-secundária dentro de um sistema agroflorestal com alta diversidade funcional e em três situações com diferentes espécies consorciadas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Ressacada do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A fazenda está localizada em Florianópolis, Santa Catarina, coordenadas geográficas 27°41' de latitude sul e 48°32' de longitude oeste e altitude média de 3 metros em neossolo quartzarênico hidromórfico típico. O clima, segundo a classificação de Köppen, é o subtropical do tipo cfa. O trabalho foi conduzido dentro da área destinada ao Laboratório de Ecologia Aplicada (LEAp) da UFSC em um sistema agroflorestal implantado em outubro de 2016. O delineamento foi realizado em blocos casualizados, com seis blocos e três tratamentos denominados aqui como consórcios, totalizando 18 parcelas de 9mx9m aleatorizadas dentro dos blocos. O presente estudo iniciou-se em maio de 2018, com a semeadura direta das espécies arbóreas secundárias associado ao plantio de mudas de espécies arbóreas pioneiras, dentro deste sistema agroflorestal.

O sistema agroflorestal implantado contém as linhas de arbóreas (pioneiras e secundárias) consorciadas com espécies denominadas “pseudo-arbustos”, conforme mostra o croqui da **Figura 1**. A escolha das espécies para compor cada consórcio agroflorestal foi dada buscando a diversidade dos atributos funcionais e considerando-se a quantidade de nitrogênio foliar presente em cada espécie, sendo os conjuntos divididos da seguinte forma: Um primeiro consórcio agroflorestal com espécies de alto nitrogênio foliar (>20 g/kg); Um segundo consórcio com espécies de baixo N-foliar (<20 g/kg); e um terceiro consórcio que consorcia espécies de alto e baixo N-foliar.

Figura 1 - Croqui com visão geral do conjunto de espécies consorciadas nas condições de alto ou baixo N-foliar com tipos de hábitos de crescimento e seus respectivos espaçamentos entre linhas



A semeadura das espécies arbóreas secundárias ocorreu diretamente nos berços (local de semeadura e/ou plantio das espécies) das mudas de pioneiras que foram plantadas no mesmo momento da semeadura, em maio de 2018. As espécies pioneiras que já estavam sendo conduzidas desde 2016 não receberam semeadura direta de secundárias. Dentro de cada consórcio agroflorestal o número de sementes semeadas por berço de pioneira foi o mesmo, assim como as espécies secundárias escolhidas. Porém as espécies secundárias e quantidade de sementes semeadas entre cada consórcio foi diferente, haja vista que se levou em consideração a concentração de N-foliar das mesmas como critério de escolha para semeadura nos diferentes consórcios, conforme demonstra a **Tabela 1**. A quantidade de sementes semeadas por berço em cada consórcio se deu pela disponibilidade delas, sendo que para cada consórcio deixou-se um berço “vazio”, sem a presença de muda de pioneira,

para servir como testemunha controle, recebendo a semeadura do mesmo número de espécies secundárias em seu berço.

Tabela 1: Relação das espécies consorciadas, formas de crescimento, concentração de nitrogênio foliar (N-foliar), tipo de consórcio (A – Consórcio com espécies de alto N-foliar; B – Consórcio com espécies de baixo N-foliar; M – Consórcio que mescla as espécies presentes nos consórcios A e B), nome popular e científico, família, espaçamento entre linhas (m) e método de propagação

Forma de crescimento	N-foliar	Consórcio	Nome popular	Nome científico [sinônimos importantes]	Família	m entre plantas na linha	Método de propagação		
(pseudo) Arbustos	Baixo	B	cana-de-açúcar	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Poaceae	0,50	colmo	estabelecidas em fase juvenil a adulta	
		B e M	capim-elefante	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	Poaceae	0,50	colmo		
	Alto	A e M	gandu	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	Fabaceae-Papilionoideae	0,25	semente		
		A	bananeira	<i>Musa x paradisiaca</i> L.	Musaceae	2,00	muda micropropagada		
Árvores pioneiras plantadas out.2016	Baixo	B	araçá-amarelo	<i>Psidium cattleianum</i> Afzel. ex Sabine	Myrtaceae	0,67	muda		
		B e M	castanheira-da-praia	<i>Pachira glabra</i> Pasq. [syn. <i>Bombacopsis glabra</i>]	Malvaceae	0,67	muda		
	Alto	A e M	ingá-feijão	<i>Inga semialata</i> (Vell.) C.Mart. [syn. <i>Inga marginata</i> Willd.]	Fabaceae-Mimosoideae	0,67	muda		
		A	grandiuva	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Cannabaceae	0,67	muda		
Árvores pioneiras plantadas mai.2018	Baixo	B e M	tucaneira	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Verbenaceae	0,67	muda		
		B	aroeira-pimenteira	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Anarcadiaceae	0,67	muda		
	Alto	A	mutamba	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	0,67	muda		
		A e M	mulungu-do-litoral	<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	Fabaceae-Papilionoideae	0,67	muda		
Árvores secundárias semeadas diretamente nos berços das mudas de pioneiras plantadas em mai.2018	Baixo	B	indaiá, anajá, camarinha, palmito-de-chão	<i>Attalea dubia</i> (Mart.) Burret	Arecaceae	0,67	4 sementes	32 total de sementes /berço no tratamento B	
		B	guabirola-da-praia	<i>Campomanesia littoralis</i>	Myrtaceae	0,67	10 sementes		
		B	bacupari	<i>Garcinia brasiliensis</i> (syn. <i>G. gardneriana</i>)	Clusiaceae	0,67	1 semente		
		B	macadâmia	<i>Macadamia</i> sp. (<i>M. integrifolia</i> ou <i>M. tetraphylla</i>)	Proteaceae	0,67	1 semente		
		B	tarumã-da-praia	<i>Vitex megapotalamica</i> (Spreng.) Moldenke (= syn. <i>Vitex montevidensis</i> Cham., <i>Vitex bignonioides</i> Kunth)	Lamiaceae	0,67	6 sementes		
	Baixo	B+M	butiá-da-praia	<i>Butia capitata</i> Beccari var. <i>odorata</i> Beccari	Arecaceae	0,67	3 sementes	40 total de sementes /berço no tratamento M	
		B+M	pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>	Myrtaceae	0,67	1 semente		
		B+M	uvaia	<i>Eugenia pyriformis</i>	Myrtaceae	0,67	1 semente		
		B+M	cambucá	<i>Plinia edulis</i>	Myrtaceae	0,67	2 sementes		
	Alto	B+M	bagá-de-macaco	<i>Posoqueria latifolia</i>	Rubiaceae	0,67	3 sementes		
		A+M	ariticum-de-porco	<i>Annona rugulosa</i> (Schtdl.) H.rainer	Annonaceae	0,67	2 sementes		
		A+M	juçara, palmito	<i>Euterpe edulis</i>	Arecaceae	0,67	20 sementes		
		A+M	genipapo	<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae	0,67	4 sementes		
		A+M	açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i>	Tiliaceae	0,67	2 sementes		
		A+M	pau-ripa, guaiçara	<i>Luetezburgia guaisara</i> Toledo	Fabaceae-Papilionoideae	0,67	2 sementes		
		A	biribá	<i>Annona mucosa</i> Jacq.	Annonaceae	0,67	2 sementes		
		A	porangaba, chá-de-bugre, café-de-bugre	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Boraginaceae	0,67	1 semente		
		A	imbuia	<i>Ocotea porosa</i>	Lauraceae	0,67	3 sementes		
		A	quina, juvarana	<i>Quiina glaziovii</i>	Quinaceae	0,67	3 sementes		
A	jerivá, queen palm	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Arecaceae	0,67	10 sementes	49 total de sementes /berço no tratamento A			

As sementes utilizadas no projeto foram fornecidas pelo Laboratório de Ecologia Aplicada (LEAp) da UFSC e para cada espécie buscou-se coletar as sementes de uma única área considerando o número de árvores disponíveis nela. O número total de sementes e os tipos de espécies secundárias semeadas por berço para cada consórcio foram diferentes, conforme mostra a **Tabela 1**. As sementes foram semeadas em berços de raio de 15 cm a partir do ponto de plantio da muda de pioneira, ou do centro do berço, para os berços sem a presença de pioneira (vide **figura 2**). Desta maneira, a área dos berços em que ocorreu a

semeadura direta das espécies arbóreas secundárias apresentou circunferência com diâmetro total de 30 cm.

Figura 2 – Imagem de um berço da pioneira Tucaneira (*Citharexylum myrianthum*) com emergência da secundária Pau-ripa (*Luetzelburgia guaissara*). Demonstração do berço: local em que ocorreu a semeadura das secundárias com raio de 15 cm a partir da pioneira/centro do berço.



Coleta de dados

Foram realizadas e consideradas duas coletas de dados referentes as espécies arbóreas pioneiras. O primeiro censo foi realizado três meses após a semeadura direta e o segundo censo sete meses após a semeadura direta das secundárias e plantio das mudas das arbóreas pioneiras. Nestes dois censos foram coletados dados referentes a altura e o diâmetro da altura da base (DAB) da árvore de pioneira, sendo utilizados uma trena e um paquímetro como instrumento para mensuração dos dados, respectivamente. A altura da espécie de pioneira foi considerada e medida a partir da base da planta até o tecido fotossintético mais alto. Para medição de DAB foi medido o tronco da árvore a uma altura de 1 cm do solo. Foram estabelecidos alguns manejos no decorrer da condução do experimento de limpeza dos berços das pioneiras, dentro da circunferência em que ocorreu a semeadura, de forma que os berços não estivessem abafados com espontâneas para melhor emergência e desenvolvimento das plântulas das secundárias. As mudas de pioneiras que morreram durante a condução do experimento foram replantadas após constatada a sua morte, que neste caso foi considerada quando a planta não apresentava mais tecido fotossintético ativo.

As coletas de dados referentes ao desenvolvimento das espécies secundárias foram realizadas em três momentos a contar da semeadura direta. O primeiro censo ocorreu três meses após a semeadura direta, o segundo após cinco meses e o terceiro censo sete meses após a semeadura direta nos berços das pioneiras. Utilizou-se como respostas aos preditores estudados a quantidade de espécies emergidas por berço (riqueza de espécies), a porcentagem de plântulas de cada espécie secundária emergidas por berço (abundância de indivíduos) e a altura do indivíduo mais alto por espécie emergida. Os principais preditores de estudo do experimento foram o tipo de espécie pioneira e a altura da espécie pioneira. Para se mensurar a altura das plântulas emergidas utilizou-se trena ou fita métrica, sendo a altura medida a partir da base da plântula até o tecido fotossintético mais alto. Para identificação de algumas das espécies emergidas utilizou-se o Guia de Plântulas e Sementes da Mata Atlântica do Estado de São Paulo (FRIGIERI, 2016).

Análises de dados

As análises dos dados foram realizadas tendo as pioneiras como objeto de comparação. Por haver uma diferença na composição das espécies e no número de sementes semeadas dentro de cada consórcio, não houve uma comparação entre eles, sendo realizadas comparações apenas entre pioneiras presentes em um mesmo consórcio. Antes de se realizar as análises estatísticas fez-se as médias das parcelas para cada variável resposta estudada por berço semeado, haja vista que o número de indivíduos de cada pioneira por consórcio não era o mesmo.

As análises estatísticas foram realizadas com a utilização do software R versão 3.5.2 (R CORE TEAM, 2018). Inicialmente realizou-se a análise dos dados e a verificação dos pressupostos através de análise exploratória dos resíduos em gráficos com base na função lme do pacote lme4 (DOUGLAS BATES et al., 2015), que também foi utilizada como base para análise dos preditores categóricos e contínuos. Para os preditores contínuos realizou-se uma regressão linear e a graficação dos dados foi feita por meio do pacote ggplot2 (H. WICKHAM, 2016) após realizada análise de variância utilizando modelos mistos com efeito aleatório dos blocos. Utilizou-se permutações através do pacote predictmeans (DONGWEN LUO et al, 2018) para separação das médias dos preditores categóricos, que apresentaram violação dos pressupostos de homogeneidade e normalidade dos dados avaliados. Após análise dos dados referentes aos três censos das espécies secundárias, optou-se por apresentar

e discutir os resultados da terceira coleta, sete meses após a semeadura, que apresentou maior número de espécies secundárias emergidas.

Resultados e Discussão

No conjunto das dez espécies secundárias de alto N-foliar semeadas, oito espécies emergiram, sendo que apenas para as espécies *Luehea divaricata* e *Quiina glaziovii* não foi constatada emergência. Das dez espécies secundárias de baixo N-foliar, apenas duas emergiram (*Posoqueria latifolia* e *Eugenia pyriformis*), sendo que das análises estatísticas realizadas para ambas as espécies, apenas a espécie *P. latifolia* apresentou efeitos significativos para os preditores das pioneiras testados. No consórcio que recebeu cinco espécies secundárias de alto N-foliar e cinco de baixo N-foliar, sete emergiram, sendo que as pioneiras apresentaram efeito significativo apenas para o estabelecimento da secundária *Euterpe edulis*.

Das 20 espécies secundárias semeadas, cinco mostraram melhor estabelecimento ($\text{Estab}_{\text{secund}}$) sob pioneiras mais altas, conforme mostrado por modelos lineares mistos com a fórmula genérica:

$$\text{Estab}_{\text{secund}} = \alpha + \beta \text{Alt}_{\text{pion}} + \gamma + \varepsilon$$

Onde:

$\text{Estab}_{\text{secund}}$ = estabelecimento (emergência e/ou crescimento)

Alt_{pion} = altura da pioneira (m)

α = Intercepto

β = parâmetros estimados do efeito de Alt_{pion}

γ = efeito aleatório do bloco

ε = erro aleatório

De todos os efeitos significativos constatados do preditor altura da pioneira, sobre as variáveis respostas analisadas, nenhum foi negativo, ou seja, as pioneiras mais altas facilitaram a emergência e/ou crescimento em altura das secundárias semeadas. Constatou-se efeito significativo da altura da pioneira sobre a riqueza de espécies secundárias emergidas em dois dos três consórcios avaliados, ou seja, as pioneiras mais altas tiveram maior número de espécies emergidas em seus berços. O mesmo se repetiu para a porcentagem de

emergência de quatro espécies secundárias, que tiveram maiores números de indivíduos emergidos sob a copa de pioneiras mais altas, conforme demonstra os gráficos das **Figuras 3 e 4**.

Figura 3 – Efeito da altura das pioneiras (Alt_{pion}) erytrina (*Erythrina speciosa*) e mutamba (*Guazuma ulmifolia*) sobre o número de espécies secundárias emergidas e a porcentagem de emergência das espécies secundárias por berço no consórcio agroflorestal de alto N-foliar e das pioneiras aroeira (*Schinus terebinthifolia*) e tucaneira (*Citharexylum myrianthum*) no consórcio agroflorestal de baixo N-foliar. Testemunha=secundárias semeadas sem presença de pioneira. Zona cinzenta: intervalo de confiança do modelo linear. Tabelas mostram variáveis preditoras significativas e separação das médias com letras de comparação ($p < 10^{-1}$; $< 0,05^*$; $< 0,01^{**}$; $< 0,001^{***}$); $Alt(pion)$ =altura pioneira(m); V=média das repetições; β =parâmetros estimados do efeito de Alt_{pion} ; Err=erro padrão da regressão ou estimativa; GL=graus de liberdade; t=T-valor.

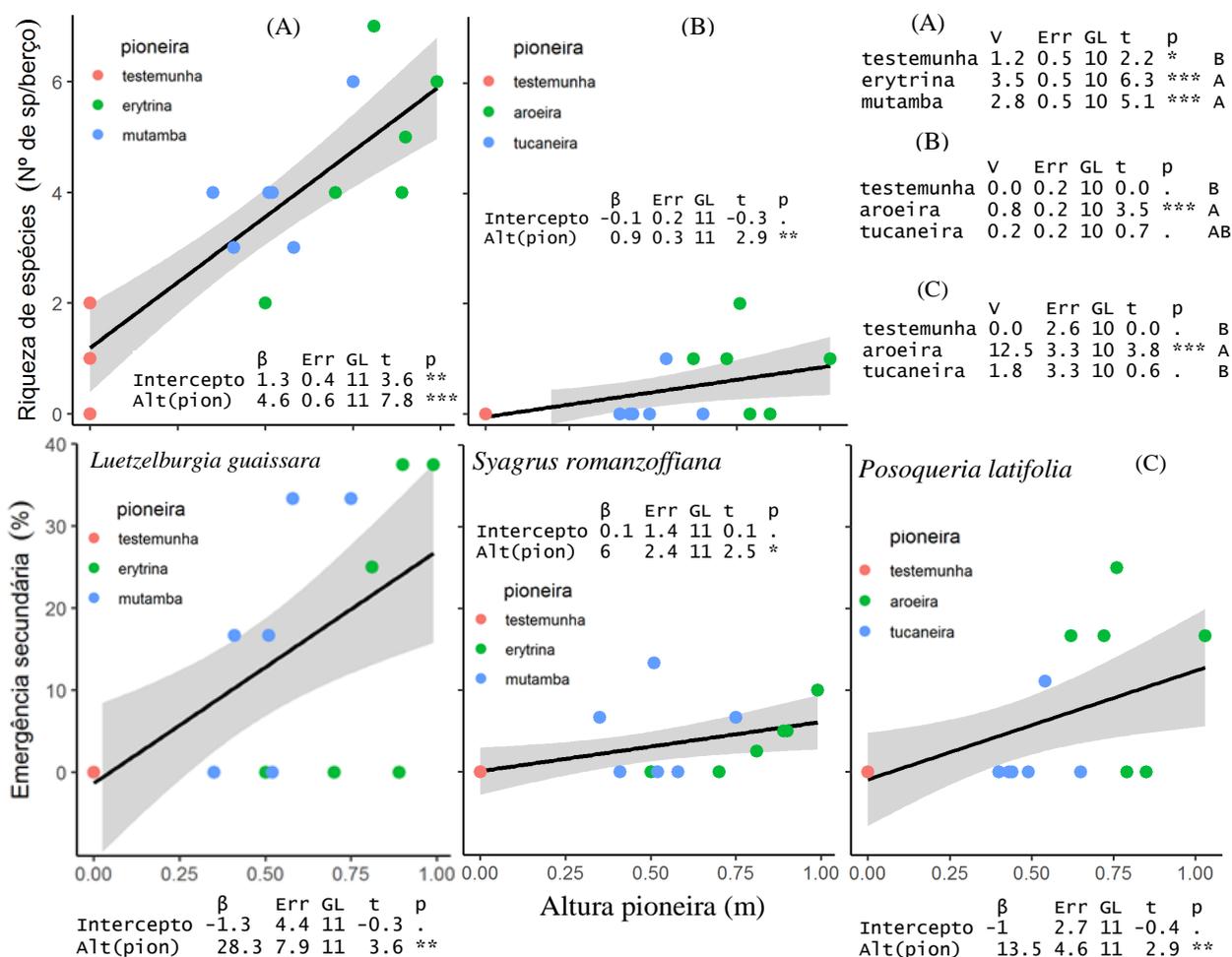
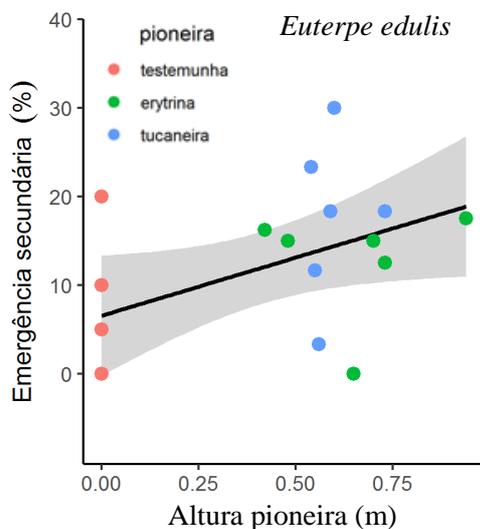


Figura 4 - Efeito da altura das pioneiras (Alt_{pion}) erytrina (*Erythrina speciosa*) e tucaneira (*Citharexylum myrianthum*) sobre a porcentagem de emergência por berço da secundária *Euterpe edulis* no consórcio agroflorestal com espécies de alto e baixo N-foliar. Testemunha=secundárias semeadas sem presença de pioneira. Zona cinzenta: intervalo de confiança do modelo linear. Tabelas mostram variáveis preditoras significativas e separação das médias com letras de comparação ($p < 10^{-1}$; $< 0,05^*$; $< 0,01^{**}$; $< 0,001^{***}$); $Alt(pion)$ =altura pioneira(m); V=média das repetições; β

=parâmetros estimados do efeito de Alt_{pion} ; Err=erro padrão da regressão ou estimativa; GL=graus de liberdade; t=T-valor.



	β	Err	GL	t	p
Intercepto	6.5	3.3	11	2.0	.
Alt(pion)	13.2	5.3	11	2.5	*

	V	Err	GL	t	p
testemunha	5.8	3.2	10	1.8	. B
erytrina	6.9	3.6	10	1.9	. AB
tucaneira	11.7	3.6	10	3.2	** A

Apesar do preditor altura da pioneira ter apresentado um efeito significativo em relação a riqueza e porcentagem de espécies emergidas, não se pode afirmar se esse resultado se deu somente pelo efeito da altura da pioneira ou por conta do efeito da espécie de pioneira em questão. Haja vista que o intervalo das médias das alturas para cada espécie de pioneira foi pequeno e que também houve efeitos significativos para o preditor tipo de espécie pioneira.

De todo modo, há um efeito positivo destas espécies pioneiras sobre o estabelecimento das espécies secundárias emergidas, demonstrando um potencial facilitador. Os resultados mostram que as espécies secundárias Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), Pau-ripa (*Luetzelburgia guaissara*), Baga de Macaco (*Posoqueria latifolia*) e Juçara (*Euterpe edulis*) tiveram um maior número de indivíduos emergidos sob a copa de árvores pioneiras mais altas. Tais resultados corroboram com o averiguado por Campos (2010), que analisando três espécies pioneiras de uma área remanescente da mata atlântica, verificou que as pioneiras apresentaram maior abundância e riqueza de novos indivíduos sob suas copas quando comparadas às parcelas de áreas abertas, sem a presença de pioneira.

Os resultados demonstram qualidades facilitadores por parte da espécie aroeira (*S. terebinthifolia*) na emergência do conjunto de espécies secundárias de baixo N-foliar, o que contradiz resultados encontrados por outros autores, como Sano (2015), que estudando o efeito alelopático da espécie aroeira (*S. terebinthifolia*) no estabelecimento de espécies arbóreas, constatou que tanto a abundância quanto a riqueza de espécies de plântulas foram

menores sob a copa de *S. terebinthifolia*; e Melo (2015), que estudando um plantio de espécies arbóreas para restauração de mata ciliar, constatou que a riqueza de espécies regenerantes sob a copa de *S. terebinthifolia* não superaram a amostra controle.

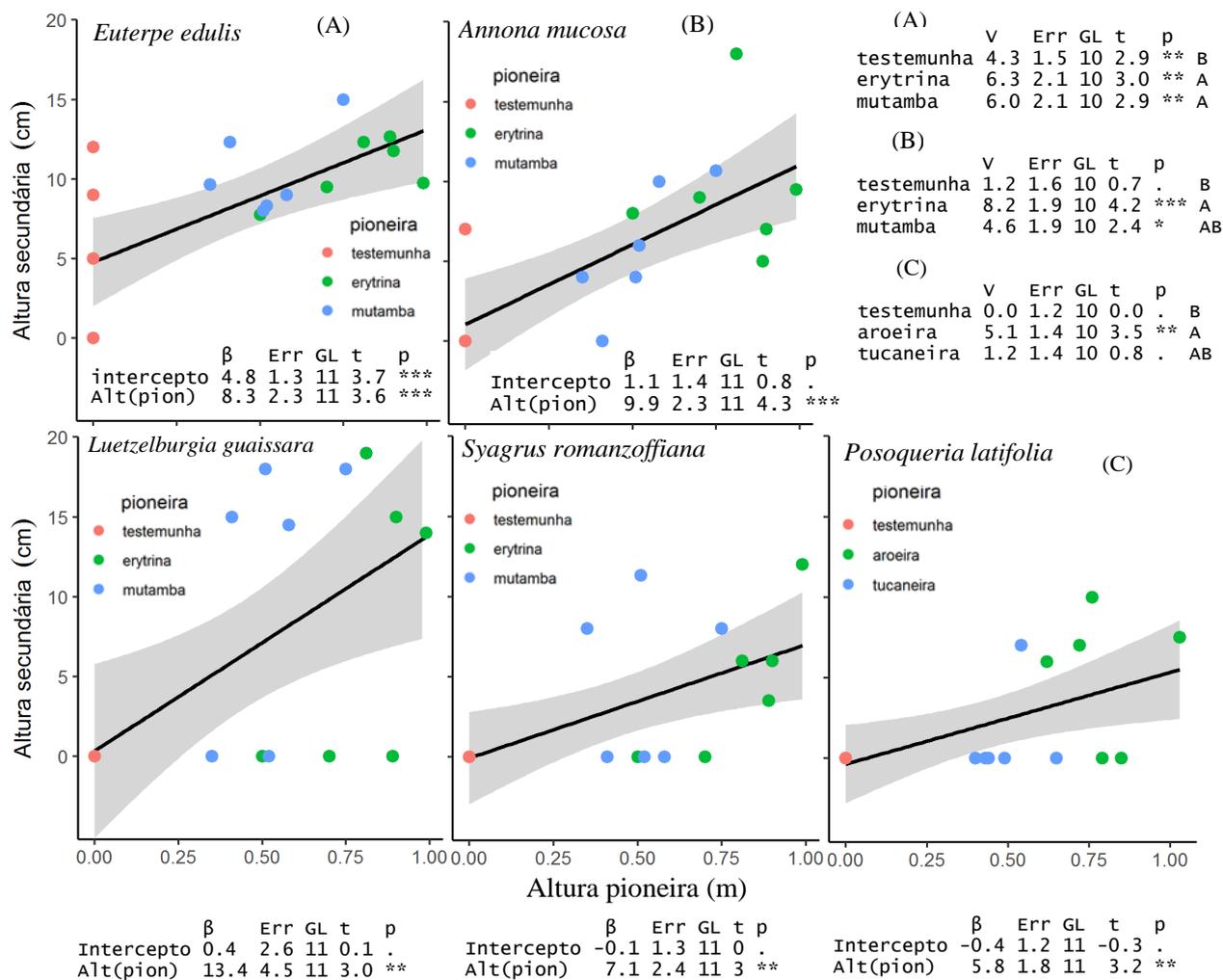
Segundo o Instituto de Pesquisas Ecológicas (2019), a espécie aroeira (*S. terebinthifolia*) apresenta arquitetura de copa do tipo globosa. Sugere-se que a arquitetura de copa desta pioneira, assim como a maior altura de seus indivíduos durante a condução do experimento, pode ter favorecido o sombreamento e a consequente emergência dos indivíduos da espécie secundária *P. latifolia*, que é uma espécie classificada como esciófita (SEUBERT et al 2017), adaptada as condições de sombreamento. Estudos a respeito dos atributos de espécies arbóreas e a facilitação da regeneração natural em plantio heterogêneo de mata ciliar mostram que, para restauração de matas ciliares em região de Cerrado, espécies de copa ampla e de crescimento rápido tendem a desencadear mais rapidamente os processos de regeneração natural sob suas copas (MELO, 2015).

É válido ressaltar que neste trabalho não foi possível comparar as pioneiras dos diferentes consórcios realizados, devido que os tipos e o número de sementes das espécies secundárias semeadas por berço não foi o mesmo entre os consórcios. Souza (2018), estudando a restauração de florestas tropicais, verificou que apesar da semeadura direta reduzir custos, não é por si só uma alternativa promissora para se restaurar florestas, recomendando a realização da semeadura direta em associação com o plantio de mudas de espécies pioneiras. De acordo com Callaway (1995 apud NERY, 2016), as interações positivas podem determinar padrões espaciais da comunidade, permitir a coexistência, aumentar a diversidade e a produtividade, dirigir a dinâmica da comunidade, influenciar padrões de distribuição e abundância de espécies adultas.

Foram constatados também efeitos significativos e positivos da altura das pioneiras sobre a altura do indivíduo mais alto de cinco espécies secundárias emergidas, demonstrando que estas espécies apresentaram maior crescimento sob a copa de pioneiras mais altas, conforme mostra a **figura 5**.

Figura 5 - Efeito da altura das pioneiras (Alt_{pion}) erytrina (*Erythrina speciosa*) e mutamba (*Guazuma ulmifolia*) sobre a altura do indivíduo mais alto por berço das secundárias emergidas no consórcio agroflorestal de alto N-foliar e das pioneiras aroeira (*Schinus terebinthifolia*) e tucaneira (*Citharexylum myrianthum*) no consórcio agroflorestal de baixo N-foliar. Testemunha=secundárias semeadas sem presença de pioneira. Zona cinzenta: intervalo de confiança do modelo linear. Tabelas mostram variáveis preditoras significativas e separação das médias com letras de comparação ($p < 10^{-1}$; $< 0,05^*$; $< 0,01^{**}$; $< 0,001^{***}$); Alt_{pion} =altura pioneira(m); V =média das repetições; β

=parâmetros estimados do efeito de Alt_{pion} ; Err=erro padrão da regressão ou estimativa; GL=graus de liberdade; t=T-valor.



Novamente, os gráficos acima demonstram que, as espécies secundárias Juçara (*Euterpe edulis*), Biribá (*Annona mucosa*), Pau-ripa (*Luetzelburgia guaissara*), Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e Baga de Macaco (*Posoqueria latifolia*) tiveram também um maior crescimento em altura sob a copa de pioneiras mais altas. É interessante citar que as espécies secundárias podem apresentar diferentes classificações quanto ao nível de tolerância a sombra, podendo ser intolerantes a sombra (heliófitas) ou espécies tolerantes a sombra (esciófitas) (ALMEIDA, 2016). A literatura pesquisada demonstra que as espécies acima citadas apresentam classificações diferentes quanto a esse nível de tolerância a sombra, havendo espécies classificadas como heliófitas, como por exemplo a espécie Pau-ripa (*Luetzelburgia guaissara*) (LORENZI, 2008), e espécies esciófita, que é o caso de *Euterpe edulis* (MOREIRA, 2013).

O fato destas espécies com diferentes graus de tolerância a sombra, terem sido igualmente beneficiadas em seu crescimento sob copas de pioneiras mais altas, pode estar demonstrando um comportamento parecido com o citado por Camello (2019), que diz que a implantação de sistemas agroflorestais, principalmente em locais de bastante interferência antrópica, pode levar à alteração do comportamento das espécies. Muitas espécies podem ter seu comportamento sucessional bastante flexível, podendo ocupar diferentes grupos ecológicos em função das variações das condições ambientais.

As espécies Juçara (*Euterpe edulis*) e Pau-ripa (*Luetzelburgia guaiassara*) tiveram um diferente desempenho em seu estabelecimento sob a copa da pioneira Erythrina (*Erythrina speciosa*) nos dois diferentes consórcios em que esta pioneira estava inserida, sendo que só no consórcio com espécies de alto N-foliar estas secundárias foram favorecidas significativamente pela pioneira. Fragoso et al (2017), cita que os baixos níveis de nutrientes do solo, bem como aspectos físicos, como compactação, erosão e baixos níveis de matéria orgânica, podem limitar ainda mais o estabelecimento de espécies arbóreas.

As pioneiras presentes no consórcio com espécies de alto N-foliar apresentaram riqueza considerável no número de secundárias emergidas sob suas copas, o que pode estar atrelado composição deste consórcio e a presença de determinadas espécies nele. A presença dos indivíduos de bananeira e feijão-guandu, juntamente com a linha de plantio das espécies pioneiras e secundárias (**figura 1**), formou uma barreira protetora sobre as pioneiras proporcionando um microclima diferente do observado nos demais tratamentos. Tal conjuntura constatada neste consórcio pode ter acrescido no favorecimento recebido por parte das secundárias.

Em determinadas situações, uma planta pode interagir positivamente, favorecendo a vida de outra, ao reduzir o impacto de herbívoros, minimizar impactos extremos do clima, fornecer recursos através da decomposição da serapilheira, atrair polinizadores e formar redes micorrizicas (BROOKER et al.,2008). O principal eixo para a evolução e a diferenciação dos biomas terrestres tem sido o gradiente de ecossistemas com solos pobres e alta incidência luminosa sobre suas superfícies, para solos com maior disponibilidade de nutrientes, mas com menos luminosidade (CAMELLO, 2019).

Conclusão

Constatou-se um alto potencial desta metodologia como possível técnica de recuperação e restauração de áreas degradadas. Averiguou-se que as espécies secundárias tiveram seu estabelecimento inicial favorecido sob a copa de árvores pioneiras, sendo facilitadas em emergência e no crescimento inicial em altura. Observou-se que as espécies secundárias Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), Pau-ripa (*Luetzelburgia guaissara*), Baga de Macaco (*Posoqueria latifolia*) e Juçara (*Euterpe edulis*) tiveram maior porcentagem de emergência sob a copa de pioneiras mais altas, assim como, juntamente com a espécie Biribá (*Annona mucosa*), também apresentaram maior crescimento em altura sob a copa de pioneiras mais altas. Apesar da baixa emergência de secundárias sob a copa da pioneira aroeira (*S. terebinthifolia*), esta pioneira foi a que apresentou mais efeitos significativos no estabelecimento do conjunto das espécies secundárias de baixo N-foliar semeado, o que contraria outros trabalhos. Desta forma, recomenda-se que seja realizado novos estudos utilizando a espécie aroeira (*S. terebinthifolia*) para que seja afirmada a eficiência de seu aspecto facilitador, assim como que seja realizada a replicação desta metodologia em diferentes condições edafoclimáticas, buscando a averiguação do real potencial promissor desta técnica na recuperação e restauração de áreas degradadas.

Agradecimentos

Agradeço por todo o apoio recebido dos integrantes do Laboratório de Ecologia Aplicada (LEAp) da UFSC e pela eximia dedicação ao experimento do SAF científico da Fazenda Experimental da Ressacada antes da minha chegada ao LEAp, o que permitiu que a realização deste projeto fosse possível. Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do experimento através da Chamada Universal de pesquisa Nº 409638/2016-1.

Referências

- ALMEIDA, DS. Alguns princípios de sucessão natural aplicados ao processo de recuperação. In: Recuperação ambiental da Mata Atlântica[online].3rd ed. rev. and enl. Ilhéus, BA: Editus, 2016, pp. 48-75. ISBN 978-85-7455-440-2. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.
- AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. (Ed.). Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005
- BERNACCI, L. C.; MARTINS, F. R. & SANTOS, F. A. M. 2006. Dinâmica populacional da palmeira nativa jerivá, *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman, em um fragmento

florestal no sudeste do Brasil. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/jeriva/Index.htm . Acesso em: 30/05/2019.

BROOKER, R.W.; MAESTRE, F.T.; CALLAWAY, R.M.; LORTIE, C.L.; CAVIERES, L.A.; KUNSTLER, G.; LIANCOURT, P.; TIELBÖRGER, K.; TRAVIS, J.M.J.; ANTHELME, F.; et al. 2008. Facilitation in plant communities: the past, the present, and the future. *Journal of Ecology* 96: 18- 37 34.

CAMPOS, RICARDO PAMPLONA. Espécies Lenhosas Pioneiras Apresentam Diferentes Potenciais de Facilitação da Regeneração Natural em Pastagens Abandonadas? 2010. 45 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010

DOUGLAS BATES, et al (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48. doi:10.18637/jss.v067.i01.

DONGWEN LUO, SIVA GANESH AND JOHN KOOLAARD (2018). predictmeans: Calculate Predicted Means for Linear Models. R package version 1.0.1. <https://CRAN.R-project.org/package=predictmeans>

ENGEL, VERA LEX. Sistemas Agroflorestais: Conceitos e Aplicações. Botucatu: Unesp/botucatu, 1999. 15 p.

FRAGOSO, ROSIMERI DE OLIVEIRA; et al. Barreiras ao estabelecimento da regeneração natural em áreas de pastagens abandonadas *Ciência Florestal*, vol. 27, núm. 4, outubro-dezembro, 2017, pp. 1451-1464 Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, Brasil

FRIGIERI, FELIPE FURTADO. Guia de plântulas e sementes da Mata Atlântica do estado de São Paulo – Piracicaba: IPEF, 2016. 99p

H. WICKHAM. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York, 2016.

INSTITUTO MUNDIAL DE RECURSOS (WRI Brasil). Sobre espaço para reflorestar o Brasil. Estes mapas mostram onde. 2018. Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/pt/blog/2018/06/sobra-espaco-para-reflorestar-o-brasil-estes-mapas-mostram-onde>>. Acesso em: 29 maio 2019.

INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS (Brasil) (Org.). *Schinus terebinthifolius* Raddi. Disponível em: <<http://flora.ipe.org.br/sp/137>>. Acesso em: 31 maio 2019.

ISERNHAGEN, Ingo. Uso de semeadura direta de espécies arbóreas nativas para restauração florestal de áreas agrícolas, sudeste do Brasil. 2010. 105 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Biológicas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, Sp, 2010.

LORENZI, HARRI. Árvores Brasileiras Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil Vol.01. 5ª edição. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda. 2008.)

MEIRA JUNIOR, M.S. de; PEREIRA, I.M.; MACHADO, E.L.M.; MOTA, S.L.L.; OTONI, T.J.O. Espécies potenciais para recuperação de áreas de floresta estacional semidecidual com exploração de minério de ferro na Serra do Espinhaço. *Biosci. J.*,

Uberlândia, v.31, n.1, p.283-295, Jan./Feb. 2015. Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/23414>>. Acesso em: 02/06/2019

MELO et al. – Atributos de espécies arbóreas e a facilitação da regeneração natural em plantio heterogêneo de mata ciliar. Sci. For., Piracicaba, v. 43, n. 106, jun. 2015

MOREIRA, ANDRÉA BITTENCOURT. Mensuração da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Mart.) como subsídio para o manejo da produção de frutos. 2013. 131 f. Dissertação (Mestrado) – Mestre em Ciências, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, Sp, 2013.

NETO, NELSON EDUARDO CORRÊA ET AL. Agroflorestando o mundo de facão a trator: Gerando práxis agroflorestando o mundo de facão a trator: Barra do Turvo, Sp: Cooperafloresta, 2016. p. 91

PELLIZZARO, Keiko Fueta. Restauração ecológica por meio de semeadura direta no cerrado: avaliando espécies de diferentes formas de vida e densidades de plantio. 2016. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, Df, 2016.

PIETRO-SOUZA, William; SILVA, Normandes Matos da. Plantio manual de muvuca de sementes no contexto da restauração ecológica de áreas de preservação permanente degradadas. Revista Brasileira de Agroecologia, [S.l.], v. 9, n. 3, feb. 2015. ISSN 1980-9735. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/15350>>. Acesso em: 01 July 2019.

POTAPOV, PETER, LARS LAESTADIUS E SUSAN Minnemeyer. 2011. "Mapa global das oportunidades de restauração da paisagem florestal". Instituto de Recursos Mundiais: Washington, DC. Online em www.wri.org/forest-restoration-atlas. Acessado através do Resource Watch, (data). www.resourcewatch.org .

PLATONOW, Vladimir. Brasil tem o equivalente a duas França em áreas degradadas, diz Ministério do Meio Ambiente. 2012. Disponível em: <<http://ipevs.org.br/blog/?tag=areas-degradadas>>. Acesso em: 29 maio 2019.

R CORE TEAM (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.

SANO, Bruno. Efeito alelopático da aroeira *Schinus terebinthifolius* (Anacardeaceae) no estabelecimento de espécies arbóreas: Prática da pesquisa em ecologia da Mata Atlântica. 2015. 4 f. Curso de Pós-graduação em Ecologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SEUBER, Rafaela Cristina et al. REGENERAÇÃO NATURAL EM DIFERENTES PERÍODOS DE ABANDONO DE ÁREAS APÓS EXTRAÇÃO DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, EM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO ÁLICO, EM BRUSQUE, SANTA CATARINA. Santa Maria, Rs: Ciência Florestal, 2017. 19 p.

SILVA, RAISSA RIBEIRO PEREIRA. Semeadura direta de árvores do cerrado: testando técnicas agroecológicas para o aperfeiçoamento do método, 2015. x, 77 f. : il. ; Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, 2015.

SOUZA, C.S.M; et al Alelopatia do extrato aquoso de folhas de aroeira na germinação de sementes de alface. Revista Verde, v.2, n.2, p.96-100, 2007.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION (SER) INTERNATIONAL, Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. 2004. Princípios da SER International sobre a restauração ecológica. Disponível em www.ser.org. Acesso em: 29 de maio 2019.

SOUZA, DIEGO CERVEIRA DE; ENGEL, VERA LEX. Direct seeding reduces costs, but it is not promising for restoring tropical seasonal forests. Elsevier: Ecological Engineering. Botucatu, Brazil, p. 35-44. 24 fev. 2018.

V FORÚM BRASIL DE ÁREAS DEGRADADAS, 2018, Viçosa, Mg. A utilização de sistemas agroflorestais como prática conservacionista de matas ciliares. Viçosa, Mg: O Editor, 2018. 3 p.