

**SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DE MUDAS RESGATADAS EM
FUNÇÃO DO TEMPO DE TRANSPLANTIO E NÍVEIS DE SOMBREAMENTO**

LUCIANA MONTEIRO BIRRO OLIVEIRA

2014

i

LUCIANA MONTEIRO BIRRO OLIVEIRA

**SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DE MUDAS RESGATADAS EM
FUNÇÃO DO TEMPO DE TRANSPLANTIO E NÍVEIS DE SOMBREAMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, área de Concentração, Conservação e Restauração de Ecossistemas Florestais, para obtenção de título de mestre.

Orientador

Prof. Dr. Israel Marinho Pereira

DIAMANTINA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

**SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DE MUDAS RESGATADAS
EM FUNÇÃO DO TEMPO DE TRANSPLANTIO E NÍVEIS DE
SOMBREAMENTO**

Luciana Monteiro Birro Oliveira

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciência Florestal, nível de
Mestrado, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre.

APROVADO EM 21 / 02 / 2014

Profa. Dra. Glauciana da Mata Ataíde – IFSEMG

Prof. Dr. Marcelo Luiz de Laia – UFVJM

Profa. Dra. Miranda Titon – UFVJM

Prof. Dr. Israel Marinho Pereira – UFVJM

Presidente

DIAMANTINA

2014

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária Nathália Machado Laponez Maia – CRB6/3002

Oliveira, Luciana Monteiro Birro.
Sobrevivência e crescimento de mudas resgatadas em função
do tempo de transplântio e níveis de sombreamento / Luciana
Monteiro Birro Oliveira. – 2014.
60 f. : il., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Israel Marinho Pereira
Coorientadora: Prof^a Dr^a Miranda Titon.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em
Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade
Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG,
2014.

1. Mata Atlântica. 2. *Richeria grandis*. 3. *Tapirira guianensis*.
4. *Protium heptaphyllum*. 5. *Eremanthus crotonoides*. I. Pereira,
Israel Marinho. II. Titon, Miranda. III. Universidade Federal dos
Vales do Jequitinhonha e Mucuri. IV. Título.

CDD 634.9562

Elaborada com os dados fornecidos pela autora.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus a oportunidade de fazer o mestrado e por ter colocado pessoas tão especiais no meu caminho durante esses dois anos.

Ao meu pai, Luciano, minha mãe, Aparecida e aos meus irmãos, Tiago e Rafael, pelo apoio, conselhos e confiança em mim. Ao Tymão pelo companheirismo, amizade e paciência. Amo muito vocês!

Ao professor Dr. Israel Marinho Pereira pela orientação e ensinamentos que fizeram de mim uma pessoa mais madura.

Aos professores Dra. Glauciana da Mata Ataíde, Dr. Marcelo Luiz de Laia e Dra. Miranda Titon membros da banca examinadora, pelas correções e sugestões.

Ao professor Dr. Marcio Leles Romarco de Oliveira pela grande ajuda.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal pelos ensinamentos.

A CAPES pelo apoio financeiro.

A empresa Anglo American pelo financiamento da pesquisa.

Ao Rodrigo e Rebecca que se mostraram amigos para toda hora e fizeram dos meus dias mais suaves e alegres, sem vocês tudo teria sido mais difícil.

Aos amigos e colegas, Gilson, Marcone, Leandro, Lidiomar, Priscila, Thiago, Torresmo, Flávia, Paulo Henrique, Gleyce, Mariana, Luiz Felipe, Gleica, Débora e Cassiano pela ajuda e amizade.

Á Sara, Livia Araújo e Rebecca por terem sido minha família em Diamantina.

A Neponésia, Messias, Mariana, Gabriel e Francisco por terem me acolhido em sua família.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram e torceram por mim.

Muito Obrigada!!!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Nível de significância para o crescimento e sobrevivência das mudas de quatro espécies resgatadas na área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro - MG, em função dos níveis de sombreamento e tempos de transplântio	32
Tabela 2: Médias de crescimento e de sobrevivência aos 210 dias em função dos níveis de sombreamento para quatro espécies resgatadas em áreas de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG	33
Tabela 3: Médias de crescimento e de sobrevivência aos 210 dias em função dos tempos de transplântio para quatro espécies resgatadas em áreas de mineração em Conceição do Mato Dentro – MG	35
Tabela 4: Médias de sobrevivência aos 210 dias em função da interação entre os níveis de sombreamento e os tempos de transplântio para mudas de <i>R. grandis</i> resgatadas em áreas de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG	36
Tabela 5: Médias de sobrevivência aos 210 dias em função da interação entre os níveis de sombreamento e os tempos de transplântio para mudas de <i>T. guianensis</i> resgatadas em áreas de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG	37
Tabela 6: Médias de sobrevivência aos 210 dias em função da interação entre os níveis de sombreamento e os tempos de transplântio para mudas de <i>E. crotonoides</i> resgatadas em áreas de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG	37
Tabela 7: Médias de sobrevivência aos 210 dias em função da interação entre os níveis de sombreamento e os tempos de transplântio para mudas de <i>P. heptaphyllum</i> resgatadas em áreas de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG.....	38
Tabela 8: Níveis de significância das clorofilas a, b e total em cada tratamento e nas suas interações para as quatro espécies resgatadas na área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG. Em que: TM= tempo de medição; S= sombreamento; TT= tempo de transplântio	38
Tabela 9: Níveis de sombreamento em função dos valores das clorofilas a, b e total medidas nas mudas resgatadas na área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro - MG	40
Tabela 10: Tempos de transplântio em função dos valores das clorofilas a, b e total medidas nas mudas resgatadas na área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro - MG	41
Tabela 11: Nível de significância para o comprimento, massa seca e massa úmida das quatro espécies resgatadas na área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG. Em que: CR = Comprimento raiz (cm); CPA= Comprimento parte aérea (cm); MUT= Massa úmida total (g); MPAU = Massa úmida parte aérea (g); MRU = Massa	

úmida raiz (g); MST= Massa seca total (g); MSPA= Massa seca parte aérea (g); e MSR= Massa seca raiz 42

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Muda de *Richeria grandis* resgatada em área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG. 18
- Figura 2: Muda de *Tapirira guianensis* resgatada em área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG. 19
- Figura 3: Muda de *Eremanthus crotonoides* resgatada em área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG. 20
- Figura 4: Muda de *Protium heptaphyllum* resgatada em área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG. 21
- Figura 5: Etapas do resgate de mudas de área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro - MG. A= retirada manual da muda do solo puxando-a pelo coleto; B = acondicionamento das mudas em jornal umedecido; e C =acondicionamento do jornal umedecido dentro do saco plástico lacrado. 30
- Figura 6: Níveis de sombreamento na casa de vegetação. Da esquerda para a direita estão os sombreamentos de 30, 50, 70 e 0%. 31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	2
2	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
3	CAPÍTULO 1: REVISÃO DE LITERATURA.....	6
3.1	Recursos minerais	6
3.1.1	Áreas degradadas pela mineração: características e intensidade	7
3.1.2	Aspectos Legais	8
3.2	Definição da técnica de resgate de plantas e tratamentos necessários.....	8
3.3	Aspectos ecofisiológicos das mudas	13
3.4	Espécies estudadas	18
3.4.1	<i>Richeria grandis</i>	18
3.4.2	<i>Tapirira guianensis</i>	19
3.4.3	<i>Eremanthus crotonoides</i>	20
3.4.4	<i>Protium heptaphyllum</i>	21
3.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
4	CAPÍTULO 2: Sobrevivência e crescimento de mudas resgatadas em função do tempo de transplante e níveis de sombreamento	26
4.1	RESUMO.....	26
4.2	ABSTRACT.....	27
4.3	INTRODUÇÃO	27
4.4	MATERIAL E MÉTODOS	29
4.5	RESULTADOS	32
4.6	DISCUSSÃO	43
4.7	CONCLUSÃO	51
4.8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1 INTRODUÇÃO GERAL

Dentre as principais atividades causadoras de impactos ambientais negativos de grande magnitude aos ecossistemas destaca-se a mineração (ARAÚJO *et al.*, 2005). Dentre estes impactos estão a poluição sonora, a mudança na paisagem com perda da vegetação e do solo, a fuga da fauna e alteração no regime hidrológico (FARIAS; COELHO, 2002). Existem também os impactos no âmbito social, destacando-se a depreciação de imóveis circunvizinhos, o transtorno ao tráfego urbano e os conflitos com a comunidade (BITAR, 1997; FARIAS; COELHO, 2002).

Como forma de minimizar os impactos gerados pelas mineradoras, a Constituição Federal, de 1988, responsabiliza a mineradora a recuperar as áreas degradadas ocasionadas por suas atividades após o fim da extração do minério. Segundo o IBAMA (1990) a degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e a vazão do regime hídrico forem alteradas.

Segundo a Resolução CONAMA 09/90, a atividade mineraria deve obter inicialmente a licença prévia (LP), que é referente ao planejamento e viabilidade do empreendimento. Posteriormente, a licença de instalação (LI), que é o desenvolvimento da mina, instalação do complexo mineiro e implantação dos projetos de controle ambiental. Por último, a licença de operação (LO), na qual se inicia a lavra, o beneficiamento e o acompanhamento de sistemas de controle ambiental. Durante a fase de instalação, uma das primeiras etapas é a supressão da vegetação e a retirada da camada orgânica do solo onde serão estabelecidas as instalações da empresa e a (s) área(s) de lavra (REGENSBURGER, 2004).

O material resultante deste processo, até início de 2000, não havia uma destinação ambientalmente correta, frente à elevada diversidade de plântulas existentes no sub-bosque das áreas destinadas à supressão. Pensando nesta perda de material foi que, a partir de 2001, o Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais passou a exigir, através da Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), a utilização da técnica de resgate de flora e de *top soil* em licenciamentos para a mineração (SANTOS, 2010). Desde então, passou-se a utilizar a prática de resgate das plântulas na produção de mudas para uso na recuperação de áreas degradadas. Este procedimento também tem sido exigido pelos órgãos ambientais nos licenciamentos de grandes empreendimentos hidrelétricos.

De acordo com Corrêa (2007) na recuperação de áreas degradadas pela mineração, a regeneração natural não é suficiente para atingir uma riqueza de espécies satisfatória e nem mesmo a cobertura do solo, mesmo nas áreas com fontes de propágulos nas proximidades. Sendo assim, a intervenção antrópica com a realização do plantio de mudas de espécies adaptadas às condições do ambiente degradado é necessária.

Desta maneira, fica evidente a necessidade do plantio de mudas na recomposição da vegetação em áreas a serem recuperadas, principalmente para introduzir novos materiais genéticos e também para aumentar a riqueza de espécies. A utilização de mudas de espécies nativas para recuperar áreas degradadas apresenta-se como uma boa alternativa (POESTER *et al.*, 2009). Os principais obstáculos de se obter estas mudas são a dificuldade de estabelecer as árvores matrizes, a coleta e beneficiamento de sementes, a dormência das sementes, a baixa taxa de germinação e de crescimento para algumas espécies, entre outros fatores (CARNEIRO, 1995).

Um dos grandes desafios na recuperação de áreas degradadas é a obtenção de mudas de qualidade e quantidade necessária para suprir o aumento na sua demanda (DELGADO, 2012), pois na maioria dos viveiros florestais há uma baixa diversidade de espécies (POESTER *et al.*, 2009; PEREIRA JUNIOR *et al.*, 2012). Segundo os mesmos autores, os problemas de disponibilidade de sementes de qualidade e técnicas apropriadas para a produção de mudas também podem ser fatores limitantes para o aumento da diversidade de espécies nos viveiros. Esta baixa disponibilidade de espécies nos viveiros pode estar ocorrendo em todo o país. Pequenos viveiros associados com agricultura familiar apresentam uma grande diversidade de espécies e uma capacidade de produzir mudas não convencionais e raras, que são chave para a conservação de espécies (POESTER *et al.*, 2009).

Assim, o uso de mudas produzidas a partir do resgate de plântulas é uma técnica promissora, pois permite utilizar o material genético adaptado à região, através do resgate de mudas de remanescentes vizinhos e, também, o salvamento das plântulas antes da degradação (NAVE, 2005). Essa técnica de produção de mudas tem sido uma das principais condicionantes do processo de licenciamento ambiental devido à sua importância ecológica. Porém as pesquisas a respeito desta técnica ainda são incipientes (NAVE, 2005; VIANI, 2005; BECHARA, 2006; CALEGARI, 2009; SANTOS, 2010; CALEGARI *et al.*, 2011; VIANI *et al.*, 2012; PAULA *et al.*, 2013). Contudo, devido aos bons resultados encontrados nestes estudos, a técnica se mostra bastante promissora.

Mediante o exposto, fica evidente a importância de se buscar novos caminhos e metodologias que garantam salvar parte do germoplasma. Neste sentido, com o presente estudo pretende-se avaliar o potencial de plântulas resgatadas de quatro espécies arbóreas da Mata Atlântica em função do tempo de transplante e níveis de sombreamento na sobrevivência, crescimento e níveis de clorofilas a, b e total.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, F. S.; MARTINS, S. V.; MEIRA NETO, J. A. A.; LANI, J. L.; PIRIS, I. E. Florística da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.983-992, 2005.

BECHARA, F. C. **Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga**. 2006. 249p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. 1997. 193p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

CALEGARI, L. **Estudo sobre banco de semente do solo, resgate de plântulas e dinâmica da paisagem para fins de restauração florestal, Carandaí, MG**. 2009. 170p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2009.

CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; BUSATO, L. C.; SILVA, E. COUTINHO JUNIOR, R.; GLERIANI, J. M. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas em viveiro via resgate de plantas jovens. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.1, p.41-50, 2011.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 451 p., 1995.

CORRÊA, R. S. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no cerrado**. Manual para Revegetação. Brasília: Universa, 2007, 173 p.

DELGADO, L. G. M. **Produção de mudas nativas sob diferentes manejos hídricos**. 2012. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP. Botucatu, 2012.

FARIAS, C. E. G.; COELHO, J. M. **Mineração e Meio Ambiente no Brasil. Relatório preparado para o CGEE**, 39 p., Outubro, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. 1990. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília: 95 p.

NAVE, A. G. **Banco de sementes autóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na Fazenda Intermontes, município de Ribeirão Grande, SP**. 2005. 230p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2005.

- PAULA, S. R. P.; PAIVA, A. V.; MARANHO, A. S. Transposição de plântulas de *Alchornea castaneifolia* (Willd.) A. Juss. da regeneração natural como estratégia de produção de mudas em viveiro. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 2, p. 323-330, 2013.
- PEREIRA JUNIOR, A. M.; SANTOS, J. J. ; QUEIROZ, S. E. E. **Diversidade de espécies nativas arbóreas produzidas em viveiros**. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2., 2012. Goiânia - Goiás. *Anais...* Goiás, 2012.
- POESTER, G. C.; COSSIO, R. R.; KUBO, R. R. Avaliação da Diversidade de Espécies Arbóreas Nativas Produzidas em Viveiros do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p.3722-3725, 2009.
- REGENSBURGER, B. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração de argila através da regularização topográfica, da adição de insumos e serrapilheira, e de atratores da fauna**. 2004. 99p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2004.
- SANTOS, L. M. **Restauração de campos ferruginosos mediante resgate de flora e de top soil no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais**. 2010. 181 p. Tese (Doutorado Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2010.
- VIANI, R. A. G. **O uso da regeneração natural (Floresta Estacional Semidecidual e talhões de *Eucalyptus*) como estratégia de produção de mudas e resgate da diversidade vegetal na restauração florestal**. 2005. 203 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Instituto de Biologia da UNICAMP, Campinas, 2005.
- VIANI, R. A. G.; BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R. Corte foliar e tempo de transplantio para o uso de plântulas do sub-bosque na restauração florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.2, p.331-339, 2012.

3 CAPÍTULO 1: REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Recursos minerais

Recursos minerais podem ser definidos como substâncias de ocorrência natural extraídas do solo e que podem ser utilizadas para diversas finalidades, como: (a) bens de consumo, como papel, ferramentas, fios, peças automotivas, entre outros; (b) produção de energia utilizando carvão vegetal e petróleo; e (c) matéria prima para siderúrgicas e metalúrgicas (CALIXTO, 2005). Segundo este mesmo autor, os minerais podem ser extraídos por dois métodos de mineração, subterrânea e superficial, também chamada de céu aberto. A metodologia a ser usada depende de qual mineral será extraído.

Durante a Conferência Rio+10, realizada em 2002, em Johannesburgo, os representantes dos países concluíram que as atividades minerárias são de suma importância para o desenvolvimento econômico e social mundial (FARIAS; COELHO, 2002). No entanto, também foi considerado neste evento que as mineradoras devem contribuir com um ambiente sustentável através de: esforços em considerar os impactos e os benefícios ambientais, econômicos, à saúde e sociais dos minerais e da mineração em todo o seu ciclo de vida; incluir comunidades locais, indígenas e mulheres no desenvolvimento da mineração em todo o seu ciclo de vida, incluindo os processos de recuperação após o encerramento das atividades; e fomentar as práticas sustentáveis de mineração por meio de apoio financeiro, técnico e capacitação organizacional aos países em desenvolvimento e àqueles com economias em transição.

O Brasil detém um dos maiores patrimônios minerais do mundo e é um dos maiores produtores e exportadores de minérios, sendo o minério de ferro o produto que gera as maiores rendas nas exportações brasileiras (IBRAM, 2012). Um dos benefícios gerados pela mineração é a elevação do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) nas cidades exploradas, haja vista que o IDH destas cidades chega a ser maior do que o IDH dos estados a que pertencem. Além disto, em 2011 o setor de mineração empregou em torno de 2,1 milhões de trabalhadores diretos (IBRAM, 2011). O aumento no IDH e os empregos gerados pela mineração é algo positivo frente à quantidade de impactos negativos que a mineração causa à sociedade e ao meio ambiente.

3.1.1 Áreas degradadas pela mineração: características e intensidade

Ao se falar de área degradada por mineração pensa-se em uma área territorial extensa. No entanto, a área de extração do minério nem sempre é tão vasta (REBOUÇAS, 1997). A deslocação de material superficial pela chuva pode, contudo, afetar a bacia na qual a mina pertence, poluindo-a e afetando a população (REGENSBURGER, 2004). Mesmo no caso das minerações pouco extensas, geralmente a intensidade da degradação é muito elevada, pois, além de remover a vegetação, se remove também o solo e ainda geram impactos na população (REBOUÇAS, 1997). A intensidade de degradação depende da metodologia utilizada, da quantidade de material que será retirado e das características da área, como por exemplo, topografia.

Segundo o Código da Mineração, artigo 53, o concessionário de várias lavras de um mesmo titular e da mesma substância mineral, denominado Grupamento Mineiro, poderá realizar suas atividades em uma ou algumas das concessões agrupadas desde que a intensidade da lavra seja compatível com a importância da reserva das jazidas agrupadas.

Quando a intervenção no ambiente é tal que o ambiente não consegue se restabelecer sozinho em um dado tempo e a intervenção humana é essencial, diz-se que este ambiente é considerado degradado; e quando o ambiente ainda possui resiliência, ou seja, ele é capaz de se restabelecer sozinho, este ambiente é dito perturbado e a ação humana é opcional, pois serve apenas para acelerar o processo (CORRÊA, 2007). Este autor ressalta ainda que, em alguns casos, ao mitigar os impactos ambientais negativos de um empreendimento, já se existe a possibilidade de que a área possa se recuperar com maior facilidade. A degradação pode ocorrer no meio físico, químico e/ou biológico, o que vai depender da característica e da intensidade da atividade geradora da degradação.

Cada atividade gera uma degradação diferente, sendo a duração e a intensidade diretamente correlacionadas, de forma que para diferentes danos se fazem necessários diferentes tratamentos. Desta forma, a primeira etapa para se recuperar uma área é identificar e quantificar a degradação. Para isto, pode-se utilizar de indicadores de degradação, os quais medem de forma quantitativa e qualitativa a degradação e, com base nos resultados, é possível traçar um plano de recuperação (BITAR, 1997). Para cada meio (físico, químico e biológico) pode-se estabelecer indicadores de degradação, por exemplo, no solo é possível utilizar a biomassa microbiana (PEÑA, 2002).

3.1.2 Aspectos Legais

Devido à extrema dificuldade do estabelecimento da regeneração natural em locais onde houve a mineração (CORRÊA, 2007), foi necessário criar legislações que certifiquem a recuperação destas áreas. Entre as várias legislações que tratam deste assunto pode-se destacar o Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, que dispõe sobre o plano de recuperação de área degradada pela mineração, e que estabelece a necessidade de se apresentar o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para que a atividade de mineração seja aprovada pelo órgão competente.

Segundo a Instrução Normativa nº 6, de 7 de abril de 2009, a metodologia de recuperação florestal deverá ser discutida com o IBAMA, observando as melhores práticas existentes, as características ambientais locais e que pelo menos 50% da área deverá ser recuperada com espécies nativas. No entanto, a maioria dos viveiros de produção de mudas de espécies arbóreas nativas ainda produz mudas de uma quantidade restrita de espécies, o que tem dificultado o cumprimento legal (PEREIRA JUNIOR *et al.*, 2012).

A partir de 2001 os órgãos ambientais licenciadores passaram a exigir o resgate de propágulos (sementes, plântulas e plantas adultas) nas áreas licenciadas para supressão da vegetação. Pretende-se com isto proporcionar maior diversidade de espécies nos programas de recuperação de áreas degradadas em empreendimentos minerários após fechamento de lavras. Além disto, é uma forma de complementar as mudas nativas produzidas em viveiro. Outra exigência é que estas mudas sejam levadas para áreas que necessitam ser recuperadas (CALEGARI, 2009).

O resgate de germoplasma em muitos casos é colocado ao empreendedor como condicionante ao licenciamento de suas atividades. A partir destas condicionantes busca-se realizar pesquisas para melhor desenvolver a técnica e as metodologias do resgate, com objetivo de restaurar a vegetação nativa da área minerada (SANTOS, 2010; PEREIRA JUNIOR *et al.*, 2012).

3.2 Definição da técnica de resgate de plantas e tratamentos necessários

O resgate pode ser definido como a retirada de plântulas jovens e/ou adultas de espécies arbustivo-arbóreas nativas que regeneram na floresta (NAVE, 2005). As plântulas resgatadas normalmente são levadas primeiramente para os viveiros, para que

possam desenvolver-se e recuperar-se do estresse causado pelo resgate antes do seu plantio definitivo (NAVE, 2005; CALEGARI, 2009). O resgate de plantas no sub-bosque de áreas destinadas à supressão é uma forma de suprir problemas relacionados à baixa diversidade de mudas de espécies arbóreas nativas encontradas nos viveiros florestais (CALEGARI, 2009). Além disso, possibilitar o uso de espécies com problemas relacionados à quebra de dormência e à sazonalidade da produção de sementes (NAVE, 2005). O resgate de plântulas possibilita também o uso de espécies com baixa germinação, o que torna esta técnica ainda mais promissora.

A técnica de resgate também tem como benefício ser economicamente viável, já que algumas etapas não precisam ser realizadas como, por exemplo, coleta, beneficiamento e armazenamento de sementes (CALEGARI, 2009). Além disto, o resgate insere novos materiais genéticos na área, aumentando dessa forma a diversidade genética do local (VIANI, 2005; SANTOS, 2010).

Para se alcançar o sucesso no resgate de plântulas é fundamental que estas tenham alta taxa de sobrevivência, sendo para isto fundamental desenvolver técnicas adequadas para produção das mudas. Tratando-se de plântulas os cuidados necessários são grandes, pois elas possuem raízes frágeis, já que ainda estão na fase inicial de desenvolvimento, além de terem passado pelo estresse do resgate. Diversos fatores estão envolvidos na sobrevivência e na adaptabilidade das plântulas como, por exemplo, as características fisiológicas da própria espécie, época do ano no qual o resgate foi realizado, tamanho da plântula transplantada (VIANI, 2005), redução foliar, tempo de transplantio (VIANI *et al.*, 2012), tipo de substrato (PAULA *et al.*, 2013), dentre outros.

Os resultados das pesquisas realizadas até o momento ainda são incipientes e apontam a necessidade de se estudar melhor os tratamentos a serem aplicados em plântulas resgatadas, com o objetivo de obter uma boa qualidade de mudas e uma alta taxa de sobrevivência (ALFENAS, 2004; SILVA, 2012; VIANI *et al.*, 2012).

Silva (2007), ao avaliar a sobrevivência e o crescimento em altura e diâmetro de mudas resgatadas no cerrado e plantadas em área degradada por mineração, constatou que as espécies estudadas apresentaram altas taxas de sobrevivência e incrementos. Este fato evidencia que a técnica é promissora para uso em plantio de recuperação. Tal resultado foi constatado pela taxa de sobrevivência de 60% das mudas, sendo considerado satisfatório pelo autor.

Um aspecto muito importante na técnica de resgate é o tempo de transplantio, considerado como o tempo que transcorre entre a retirada da muda do solo e o seu

plantio em algum recipiente contendo solo ou substrato. Apesar de ser uma etapa importante na produção de muda via resgate, estudos que visam elucidar questões relacionadas ao tempo ideal e limite para realização de transplântio ainda são escassos. Este fato aliado à exigência imposta pelos órgãos ambientais aos empreendimentos durante a fase de licenciamento e à elevada diversidade florística de espécies arbóreas no Brasil, faz com que estudos dessa natureza sejam cada vez mais necessários.

Viani *et al.* (2012) avaliaram o tempo de transplântio, imediato e 24 horas após o resgate, para as espécies *Esenbeckia leiocarpa*, *Eugenia ligustrina* e *Maytenus salicifolia* resgatadas em área de remanescente de Mata Atlântica. Concluiu-se que não é necessário o transplântio imediato das mudas, pois a espera de 24 horas não alterou as taxas de sobrevivência. Estes autores avaliaram ainda o crescimento e sobrevivência das plântulas com e sem redução foliar, o que também não apresentou diferença significativa. Estas constatações provavelmente ocorreram devido às características morfológicas e fisiológicas das espécies, que lhes conferem uma grande capacidade de adaptação.

A luminosidade é um dos principais fatores determinantes na sobrevivência e no crescimento das mudas, já que podem afetar diretamente as características morfológicas e fisiológicas das plantas. Fornece, ainda, sinais que regulam seu desenvolvimento por meio de receptores de luz sensíveis a diferentes intensidades luminosas, e é fonte de energia (ATROCH *et al.*, 2001; SCALON *et al.*, 2003; LARCHER, 2006; REGO; POSSAMAI, 2006; SILVA *et al.*, 2007). No entanto, às vezes, a radiação pode ser um fator estressante para a planta, fazendo com que ocorra um efeito foto-destrutivo, dependendo do momento, da duração, da direção e da composição da radiação (LARCHER, 2006). Este autor ressalta que 45% da radiação proveniente do sol se encontram dentro da faixa que a planta utiliza para a fotossíntese, denominada radiação fotossinteticamente ativa. Sendo assim, modificações nos níveis de luminosidade aos quais uma espécie está adaptada podem condicionar diferentes respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (ATROCH *et al.*, 2001).

A dificuldade de se estabelecer a melhor intensidade luminosa para as mudas está no fato de que esta varia de acordo com as espécies, apesar de haver grupos de espécies ou até mesmo dentro de uma família onde esta intensidade pode ser similar (PAIVA; POGGIANI, 2000). Observando o grupo das plantas de sol (heliófitas) e das plantas de sombra (umbrófitas), por exemplo, é de se esperar que o primeiro grupo tolere melhor altas incidências de luz comparativamente com o segundo, devido à

diferenciação ecológica que ocorreu no processo de seleção e da capacidade de adaptação (LARCHER, 2006).

Algumas características podem ser observadas e mensuradas para avaliar a adaptabilidade da plântula à luminosidade como, por exemplo, a altura, pois em condição de sombreamento a planta tende a crescer mais rapidamente, como forma de desviar-se do sombreamento (CARVALHO *et al.*, 2006).

Diversos estudos têm sido feitos com o objetivo de estabelecer o sombreamento ideal ou o mais próximo possível para diversas espécies. Ortega *et al.* (2006), ao estudar *Psidium cattleianum*, não encontraram diferença significativa na taxa de sobrevivência quando submeteu as mudas a diferentes sombreamentos, enquanto que pesquisa com níveis sombreamento de *Syagrus coronata* encontrou diferença no crescimento quando as mudas foram submetidas a 30% de sombreamento (CARVALHO *et al.*, 2006).

Poletto *et al.* (2010), ao avaliar níveis de sombreamento (0, 26, 41, 84 e 95% de sombra) em mudas de *Ilex paraguariensis* obtiveram melhor crescimento e desenvolvimento nos maiores níveis de sombreamento, o que corrobora com o fato desta espécie ser clímax.

Souza *et al.* (2010) avaliaram respostas fotossintéticas de quatro espécies tropicais arbóreas. Como espécies pioneiras utilizaram *Bauhinia forficata* e *Guazuma ulmifolia*, e como espécies não pioneiras utilizaram *Hymenaea courbaril* e *Esenbeckia leiocarpa*, todas crescidas sob condições de clareira e de sub-bosque em uma floresta semi-decídua. Os dados de clorofila indicaram que os grupos mostraram capacidade similar de aclimação do aparato fotoquímico independente do ambiente luminoso. As espécies pioneiras apresentaram maior capacidade fotossintética do que as não-pioneiras na clareira. Entretanto, sob condições de sub-bosque não foi observada relação direta com o grupo funcional das espécies. Ambos os grupos possuem plasticidade fenotípica similar, além de serem capazes de modificar as características fotoquímicas e bioquímicas da fotossíntese.

Caron *et al.* (2010) avaliaram o crescimento de *Schizolobium parahyba* nos sombreamentos de 0, 30, 50 e 70%. Os resultados demonstram que em qualquer um dos ambientes testados serão produzidas mudas de qualidade atingindo-se altura e diâmetro de caule compatível para o transplante. Já Azevedo *et al.* (2010), ao testarem os mesmos níveis de sombreamentos para mudas da espécie *Simarouba amara*, obtiveram uma maior qualidade de muda para plantios e com maior equilíbrio de crescimento no sombreamento de 50%.

Mudas de *Bombacopsis glabra* obtidas via seminal e submetida a diferentes sombreamentos apresentaram 100% de sobrevivência para todos os tratamentos, e somente para a altura houve diferença significativa, sendo a maior no sombreamento de 50%, seguido do de 30% e por fim a pleno sol. A pleno sol, porém foi onde houve maior produção de matéria seca da parte aérea (SCALON *et al.*, 2003). Para mudas de *Theobroma grandiflorum* o sombreamento de 50% também é indicado (SILVA *et al.*, 2007). Santos *et al.* (2014) constataram que os sombreamentos de 30 e 50% foram os que produziram mudas de *Ochroma pyramidale* (pau-de-balsa) de melhor qualidade.

Ferreira *et al.* (2012) avaliaram o desenvolvimento de mudas obtidas através de sementes coletadas em matrizes na caatinga, das espécies *Piptadenia stipulacea* e *Anadenanthera colubrina* sob sombreamento de 0, 50, 70 e 90%. Os autores observaram que as espécies apresentam diferentes exigências de luz durante o crescimento inicial, pois, os melhores resultados de *P. stipulacea* foram a pleno sol e para *A. colubrina* em níveis intermediários de sombra (70%).

Pacheco *et al.* (2013) avaliaram o crescimento inicial de *Dalbergia nigra* e *Chorisia speciosa* sob condições de 0, 22, 50, 70, 84 e 91% de sombra. A espécie *Dalbergia nigra* se comportou como tolerante à sombra, se aproximando de espécies secundárias tardias a clímax; enquanto *Chorisia speciosa* apresentou características de espécies heliófitas, aproximando-se de plantas pioneiras a secundárias iniciais.

Além dos tratamentos descritos acima (tempo de transplântio e sombreamento), outros tratamentos estão sendo testados para aumentar a sobrevivência de mudas resgatadas. Entre eles se encontram classe de altura, redução foliar, época do ano e tipos de substratos (NAVE, 2005; CALEGARI *et al.*, 2011; SILVA, 2012; VIANI *et al.*, 2012; PAULA *et al.*, 2013).

Nave (2005) testou o resgate de mudas de 4 a 60 cm de altura no inverno (julho) e no verão (dezembro) e obteve uma sobrevivência de 70,9% para as mudas de 4 a 20 cm de altura resgatadas no verão e de 44,1% para as mudas da mesma classe de altura resgatadas no inverno. A diferença na taxa de sobrevivência entre as épocas do ano pode ser explicada pela mudança no metabolismo da planta. Além disto, houve geada durante o inverno, o que pode ter diminuído a sobrevivência. A mortalidade em função do aumento da altura pode ser devido ao maior dano radicular em plantas de maior porte, o que dificulta a absorção de água. Calegari *et al.* (2011) observaram que mudas com altura superior a 40 cm possuem menor sobrevivência quando resgatadas.

Silva (2012), em pesquisa com plântulas resgatadas de *Aspidosperma cylindrocarpon* (peroba) nas classes de altura de 5 a 15 cm e 20 a 35 cm e com redução foliar (0% - sem redução, 50 e 100% do total das folhas), concluiu que as duas classes de altura podem ser utilizadas, devido à alta taxa de sobrevivência, emissão de folhas e crescimento. A não redução foliar é a alternativa mais viável para produção de mudas de peroba, via resgate de plântulas, já que a altura e o diâmetro não foram afetados pelos níveis de redução foliar. Este autor avaliou também classes de altura (2,5 a 20 cm e 25 a 55 cm) e os mesmos níveis de redução foliar para *Lychnophora pohlii* (arnica), onde se observou que o resgate da arnica deve ser realizado na classe de altura de 2,5 a 20 cm, devido à sua maior taxa de sobrevivência, crescimento em altura e diâmetro, não sendo necessário realizar redução foliar para produção de mudas desta espécie.

Paula *et al.* (2013) testaram diferentes classes de altura e substratos em mudas resgatadas de *Alchornea castaneifolia* às margens do Rio Acre e, segundo a pesquisa, recomenda-se a transposição de plântulas na classe de 10 a 15 cm de altura em substrato areia, provavelmente pelo fato de haver ocorrências desta espécie em bancos de areia.

3.3 Aspectos ecofisiológicos das mudas

Cada espécie necessita de um nível de sombreamento para se desenvolver bem, principalmente quando se pensa em grupos ecológicos. Segundo Swaine; Whitmore (1988), os grupos ecológicos foram criados para agrupar as espécies que possuem características semelhantes dentro da sucessão ecológica, e estes podem ser divididos em dois grandes grupos: pioneiras e clímax. As espécies pertencentes ao grupo das pioneiras necessitam de luminosidade para germinar, geralmente aparecem após a abertura de clareira, e suas plântulas necessitam também de luz para se desenvolverem. O grupo das clímax germinam sob baixa luminosidade, como no dossel da floresta, e suas plântulas podem permanecer sob o dossel durante anos. Muitos trabalhos mencionam as espécies secundárias, que seriam aquelas intermediárias entre as pioneiras e as clímax.

Existem diversas razões para que uma espécie tolere melhor a luminosidade do que outra, mas a principal é a capacidade de ajustar sua fisiologia para se adaptar às condições em que se encontra (SCALON *et al.*, 2003; DUTRA *et al.*, 2012). Como por exemplo, o fechamento estomático, presença de cutículas nas folhas, folhas grossas,

aumento ou diminuição do conteúdo de clorofila e carotenóides, dentre outros (ATROCH *et al.*, 2001; SCALON *et al.*, 2003).

Para a planta se adaptar à condição de luminosidade na qual é imposta, ela pode modificar algumas estruturas. Estas modificações podem ser de três naturezas: (a) adaptação modulativa, ocorre rapidamente e quando a situação de estresse acaba, retorna ao normal (reversível) como, por exemplo, movimento das folhas, abertura e fechamento das flores, deslocamento do cloroplasto, etc; (b) adaptação modificativa, que corresponde a adaptações irreversíveis como, por exemplo, sistema de ramos, várias camadas de células do mesofilo nas folhas, folhas ricas em cloroplasto, etc; e (c) adaptação evolutiva em relação às condições de radiação, que faz parte do genótipo e, com isto, determina os locais preferenciais para diferentes espécies (LARCHER, 2006).

Barros *et al.* (2012) avaliaram a plasticidade de *Dalbergia nigra* (Mata Atlântica) e *Dalbergia miscolobium* (Cerrado) sob 25% de luz e a pleno sol. A espécie *D. miscolobium* obteve menor crescimento da parte aérea em ambas as condições de luz, o que sugere baixa capacidade competitiva no ambiente de floresta, o que poderia explicar a sua capacidade limitada de expandir sobre áreas de Mata Atlântica. As espécies estudadas exibiram estratégias de fotoproteção sob alta luminosidade e uma melhor captura de luz em condições de sombreamento. Embora ambas as espécies mostrassem considerável plasticidade fenotípica, *D. miscolobium* se destacou sobre *D. nigra*. A alta plasticidade pode ser um dos fatores que explicam a ocorrência desta espécie em variadas condições ambientais e que também refletem sua adaptação à alta luminosidade. A espécie *D. nigra* também teve considerável plasticidade e um bom crescimento, tanto na sombra quanto em pleno sol, mas a sua ausência em áreas de cerrado sugere que outros fatores além da luz limitam a sua ocorrência em outros habitats.

O sombreamento pode alterar o crescimento e o particionamento da biomassa. A partição rápida e eficiente dos fotoassimilados para os tecidos é um dos fatores que contribui para a sobrevivência da planta numa situação de estresse luminoso (SILVA *et al.*, 2007).

Van Hees *et al.*(2003) ao estudarem *Betula pendula*, *Quercus robur* e *Fagus sylvatica* obtiveram que o sombreamento reduziu o crescimento das mudas e também modificou a relação entre a raiz e a parte aérea. Schall *et al.*(2012) pesquisaram diferentes disponibilidades luminosas para avaliar o crescimento e o particionamento de biomassa de *Picea abies* e *Fagus sylvatica*. Os autores constataram que, para ambas as

espécies, o crescimento e a alocação de biomassa para os componentes da planta acima e abaixo do solo foram afetados pela disponibilidade de luz. Para *Picea abies*, um aumento na alocação de biomassa em folhas, caule e ramos em detrimento das raízes finas e grossas com a diminuição da disponibilidade de luz. Para *Fagus sylvatica*, apenas a alocação de biomassa no caule aumentou e a alocação de biomassa de raízes finas diminuiu na presença de pouca luz.

Estudos com *Talisia subalbans* sob diferentes sombreamentos (pleno sol, 30, 50 e 70% de sombra) demonstraram que plantas sob pleno sol apresentaram maior acúmulo de massa seca total, parte aérea e sistema radicular e que, para a relação raiz/parte aérea, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Mudas cultivadas a pleno sol e a 30% de sombreamento apresentaram maiores valores de altura, diâmetro do colo e área foliar, no entanto não foram observadas diferenças na condutância estomática e fotossíntese entre os níveis de sombreamento. Os teores de clorofila a, b e total foram superiores em plantas a 70% de sombreamento. Estes resultados são explicados pelo fato da *Talisia subalbans* ser uma espécie pioneira (NERY *et al.*, 2011).

Aguiar *et al.* (2011) avaliaram o crescimento de mudas de *Caesalpinia echinata* (pau-brasil), espécie do grupo das secundárias, submetidas aos níveis de 0, 20, 40, 60 e 80% de sombra e obtiveram que os maiores valores para altura foram obtidos em plantas cultivadas sob 20, 40 e 60% de sombra. Plantas sob pleno sol e sob 20% de sombreamento apresentaram maiores diâmetros do colo e menores relações entre altura e diâmetro do colo, o que revela maior equilíbrio no crescimento. O maior número de folhas foi obtido em plantas sob pleno sol. Desta forma, conclui-se que esta espécie se desenvolve melhor em maior luminosidade.

Teixeira *et al.* (2013) avaliaram o crescimento e o particionamento de biomassa de *Swietenia macrophylla* (mogno) sob diferentes níveis de sombreamento (pleno sol, 20, 35 e 50% sombra). Os autores concluíram que a luminosidade afeta o crescimento de *Swietenia macrophylla*, sendo a pleno sol o menos eficiente para o desenvolvimento dessa espécie, assim, ao utilizar 20 e 50% de sombreamento o mogno apresenta melhor crescimento. Os dados de fitomassa seca de caule não diferiram estatisticamente entre os tratamentos, já as raízes e folhas apresentaram um maior acúmulo de fitomassa seca com 20 e 50% de sombreamento.

Lopes *et al.* (2013) avaliaram a influência de diferentes níveis de sombreamento (pleno sol, 30 e 60% de sombreamento) sobre o desenvolvimento de mudas das espécies arbóreas de mangue *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle* e *Laguncularia*

racemosa. O crescimento e desenvolvimento das mudas de *R. mangle* ocorreram independente do nível de luminosidade, porém a relação massa seca da parte aérea/ massa seca das raízes mostrou diferença estatística entre as médias, sendo o 60% de sombreamento a média superior. Já para *A. germinans* a formação das mudas a pleno sol e a 30% de sombra propiciou a melhor condição para o desenvolvimento, devido ao melhor desempenho em massa seca total e relação massa seca da parte aérea e massa seca da raiz. A condição de pleno sol favoreceu o crescimento das mudas de *L. racemosa*, gerando os maiores valores de massa seca da parte aérea/ massa seca das raízes, mas a espécie foi tolerante ao sombreamento de 30% e 60%.

Segundo Evans; Poorter (2001) mudanças na área foliar específica (massa seca de folhas por unidade de área) e no particionamento de nitrogênio entre as proteínas dentro das folhas ocorrem nas plantas no decorrer dos seus crescimentos. A taxa fotossintética por unidade de área foliar medida sob irradiância durante o crescimento das mudas das espécies *Eucalyptus gonicalyx*, *Eucalyptus macrorhyncha*, *Nerium oleander*, *Radyera farragei*, *Datura stramonium*, *Echium plantagineum*, *Nicotiana tabacum*, *Physalis peruvianum*, *Plantago major* e *Raphanus sativus* foram, em média, três vezes maior para as plantas cultivadas à plena luz do que para aquelas cultivadas sob sombreamento, porém as plantas de sombreamento tinham o dobro da área foliar. As concentrações de nitrogênio por unidade de massa foliar foram constantes entre os dois tratamentos de luz, mas as plantas cultivadas em condições de pouca luz particionaram uma fração maior de nitrogênio foliar para a coleta de luz.

A fotossíntese diária por unidade de massa seca foliar em condições de pouca luz foi mais sensível às mudanças na área foliar do que à partição de nitrogênio. Sob alta luz, a sensibilidade ao particionamento de nitrogênio aumentou, mas as mudanças na área foliar foram mais importantes. Estes estudos evidenciam as diferenças de plasticidade entre as espécies para cada tipo de tratamento.

O particionamento de biomassa pode também ser influenciado pela ontogenia, sendo a plasticidade da muda alterada em resposta à limitação de recursos com o aumento da idade e/ou tempo de exposição aos recursos limitados (SCHALL *et al.*, 2012).

Um dos fatores inerentes ao crescimento e adaptabilidade das plantas é a presença de clorofila. A intensidade luminosa esta diretamente ligada à produção de clorofila a e b (JESUS; MARENCO, 2008). As clorofilas a e b são pigmentos fotossintéticos responsáveis pela captação da radiação solar, juntamente com os

carotenóides (SCALON *et al.*, 2003). A abundância de clorofila e a proporção de clorofila a e b variam de acordo com a intensidade de luz à qual a planta está exposta e com a espécie (SCALON *et al.*, 2003; SANT'ANNA, 2009). Plantas sombreadas geralmente apresentam maior concentração de clorofila a e b do que plantas sob boas condições luminosas (ENGEL; POGGIANI, 1991) devido à sua necessidade de melhorar a taxa fotossintética.

Dutra *et al.*(2012) recomendaram para a produção de mudas de *Copaifera langsdorffii* (copaíba) o sombreamento de 50%, pois este possibilitou a produção dos maiores teores de clorofila *b* e clorofila total.

A clorofila é constantemente sintetizada e destruída na presença da luz, sendo que em intensidades luminosas maiores a destruição das clorofilas ocorre mais rapidamente, por isto as folhas de sombra, devido às suas características anatômicas e fisiológicas, são capazes de utilizar de maneira eficiente menores intensidades luminosas (ATROCH *et al.*, 2001). Em intensidades altas de luz, a fotossíntese pode ser inibida por dois processos diferentes: fotoinibição, que é um processo reversível e foto-oxidação, que é um processo irreversível, onde os pigmentos são, em muitos casos, destruídos (STREIT *et al.*, 2005).

A absorção de luz pela clorofila ocorre basicamente no comprimento de onda do vermelho, pois no infravermelho esta absorção é considerada desprezível (JESUS; MARENCO, 2008). Desta forma, os valores obtidos da leitura do comprimento de onda do vermelho servem de base para o cálculo do teor relativo de clorofila, enquanto os obtidos do infravermelho servem de correção pela absorção de fótons em 650 nm por moléculas do tecido foliar desprovidas de clorofila, diferença na espessura e teor de água na folha (SALLA *et al.*, 2007; JESUS; MARENCO, 2008).

Atualmente, existem vários aparelhos para mensurar a clorofila, dentre os quais destaca-se SPAD-502 que é utilizado para medir a quantidade de clorofila a, b e total presente na folha. Um dos grandes benefícios de se usar o SPAD-502 é o fato de ser portátil e de fornecer valores de clorofila pelo método não destrutivo (SALLA *et al.*, 2007), ou seja, a folha não sofre nenhum dano após serem feitas as medições, podendo ser utilizada posteriormente em outras medições no mesmo limbo foliar (LAVRES JUNIOR, 2001). Além disso, estudos realizados em culturas agrícolas comprovaram que é possível verificar se as plantas estão sendo supridas corretamente com nitrogênio, já que este possui correlação positiva com os valores de clorofila (JESUS; MARENCO, 2008; LAVRES JUNIOR, 2001). Araújo *et al.* (2013) avaliaram o aparelho SPAD-502

para determinação de teores de pigmentos fotossintéticos em *Pennisetum purpureum* (capim elefante) e observaram que este proporciona uma rápida e eficiente estimativa da concentração de clorofila a, clorofila b e clorofila total em genótipos da espécie.

3.4 Espécies estudadas

3.4.1 *Richeria grandis*

Espécie da família Phyllanthaceae, entre os nomes populares estão santa-rita, santari, pau-de-santa-rita e bulandi-jaca. As árvores podem chegar de 10 a 20 metros de altura e suas folhas estão concentradas no ápice dos ramos. Ocorrência em todo o Brasil, exceto no Rio Grande do Sul, e em várias formações vegetais, mas de preferência em matas ciliares. Devido ao seu rápido crescimento, a *Richeria grandis* é indicada para recuperação de matas ciliares, sendo frequentemente encontrada nas matas periodicamente inundáveis de várzeas úmidas e beiras de rios e lagos (LORENZI, 2009). Na figura 1 verifica-se a imagem da muda de *R. grandis* resgatada.



Figura 1: Muda de *Richeria grandis* resgatada em área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG.

3.4.2 *Tapirira guianensis*

Esta espécie pertence à família Anacardiaceae e possui alguns nomes populares como pombeiro, pau-pombo, pau-de-pomba, cupiúva entre outros. Ocorrência em todo território nacional, principalmente em terrenos úmidos, onde seu desenvolvimento é maior. No entanto tolera bem terrenos secos, sendo então presente em quase todas as formações vegetais. Suas folhas são compostas, alternas e imparipinadas. A polinização é essencialmente por abelhas e pequenos insetos, enquanto a dispersão é feita principalmente zoocórica, por diversas espécies de animais, por exemplo, o macaco-bugio. Esta espécie faz parte do grupo ecológico das pioneiras. Suas árvores podem atingir de 8 a 14 metros de altura. A espécie é muito empregada na recuperação de áreas degradadas, principalmente em locais úmidos, devido à capacidade de tolerar estes ambientes e também pela procura dos seus frutos pela fauna (LORENZI, 2002; CARVALHO, 2006; SILVA JUNIOR; PEREIRA, 2009). Após a morte natural de uma árvore, os indivíduos desta espécie possuem capacidade de emitir brotações perpendiculares ao tronco-mãe (CARVALHO, 2006). Na figura 2 verifica-se a imagem da muda de *T. guianensis* resgatada.



Figura 2: Muda de *Tapirira guianensis* resgatada em área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG.

3.4.3 *Eremanthus crotonoides*

Eremanthus é um gênero botânico pertencente à família Asteracea. Este gênero é chamado popularmente de candeia. Suas folhas são simples, alternas, espiraladas e na face inferior apresentam uma pilosidade acinzentada/prateada; além disto, estas se acumulam no ápice dos ramos (SILVA JUNIOR, 2005). Algumas espécies como a *E. erythropappus* e *E. arboreus* são caducifólias e pioneiras, e possuem ocorrência em altitudes mais elevadas, estando presentes na vegetação do cerrado e campo rupestre. A espécie *Eremanthus glomerulatus* ocorre no campo sujo, campo cerrado, cerrado sentido restrito, cerradão e nas bordas de matas de galerias em diversos estados brasileiros (SILVA JUNIOR, 2005). Este gênero apresenta ampla dispersão, chegando a formar colônias em algumas regiões, preferencialmente em terrenos secos e bem drenados. Devido à sua capacidade de tolerar solos secos e ser tolerante ao sol, esta espécie pode ser utilizada em áreas a ser recuperadas (SILVA JUNIOR, 2005; LORENZI, 2009). Na figura 3 verifica-se a imagem da muda de *E. crotonoides* resgatada.



Figura 3: Muda de *Eremanthus crotonoides* resgatada em área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG.

3.4.4 *Protium heptaphyllum*

Espécie da família Burceraceae. Conhecida popularmente como breu, almecegueira, amescla, entre outros. A árvore pode atingir de 10 a 20 metros de altura, possui folhas compostas, imparipinadas e alternas. Espécie presente em todo o Brasil em locais arenosos, úmidos e secos, porém é também presente em áreas ciliares. É utilizada em recuperação de áreas degradadas devido à procura por diversas espécies de pássaros que se alimentam do arilo adocicado que envolve os frutos e por apresentar facilidade de ocupar áreas antropizadas. O vetor de polinização desta espécie é essencialmente por abelhas e pequenos insetos, já a dispersão é essencialmente zoocórica, por espécies de aves e também por formigas. Ocorre tanto em matas primárias como em formações secundárias, sendo comum em capoeiras na vegetação secundária (LORENZI, 2002; CARVALHO, 2006; SILVA JUNIOR; PEREIRA, 2009). O *Protium heptaphyllum* é caracterizado como espécie secundária inicial ou clímax exigente de luz. Essa espécie é recomendada em plantios a pleno sol, puros ou mistos (CARVALHO, 2006). Na figura 4 verifica-se a imagem da muda de *P. heptaphyllum* resgatada.



Figura 4: Muda de *Protium heptaphyllum* resgatada em área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; NASCIMENTO, T. D. R.; ROCCO, F. M. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.6, p. 729-734, 2011.
- ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: Editora UFV, 442 p. 2004.
- ARAÚJO, S. A. C.; VASQUEZ, H. M.; NETTO, A. T.; CAMPOSTRINI, E.; DEMINICIS, B. B.; LIMA, E. S. Indirect method for quantifying the content of photosynthetic pigments in genotypes of dwarf elephant Grass. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 35, n. 1, p. 43-47, 2013.
- ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forticata* Link submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.4, p. 853-862, 2001.
- AZEVEDO, I. M. G.; ALENCAR, R. M.; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazonica**, Manaus, v.40, n.1, p. 157-164, 2010.
- BARROS, F. V.; GOULART, M. F.; SA TELLES, S. B.; LOVATO, M. B.; VALLADARES, F.; LEMOS-FILHO, J. P. Phenotypic plasticity to light of two congeneric trees from contrasting habitats: Brazilian Atlantic Forest versus cerrado (savanna). **Plant Biology**, Alemanha, v. 14, n. 1, p. 208–215, 2012.
- BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. 1997. 193p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- CALEGARI, L. **Estudo sobre banco de semente do solo, resgate de plântulas e dinâmica da paisagem para fins de restauração florestal, Carandaí, MG**. 2009. 170p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2009.
- CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; BUSATO, L. C.; SILVA, E. COUTINHO JUNIOR, R.; GLERIANI, J. M. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas em viveiro via resgate de plantas jovens. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.1, p.41-50, 2011.
- CALIXTO, L. **Premissas para aplicação do modelo de gestão econômica do meio ambiente em empresas de mineração**. Congresso Internacional de Custos, 9., 2005, Florianópolis, SC. *Anais...* Florianópolis, 2005.
- CARON, B. O.; SOUZA, V. Q.; CANTARELLI, E. B.; MANFRON, P. A.; BEHLING, A.; ELOY, E. Crescimento em viveiro de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake. submetidas a níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 683-689, 2010.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileira**. 2ª Ed. Brasília: EMBRAPA. 626 p. 2006
- CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. D. S.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.351-357, 2006.

- CORRÊA, R. S. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no cerrado.** Manual para Revegetação. Brasília: Universa, 2007, 173 p.
- DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SANTANA, R. C. Parâmetros fisiológicos de mudas de copaíba sob diferentes substratos e condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.7, p.1212-1218, 2012.
- ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.3, n. 1, p. 39-45, 1991.
- EVANS, J. R.; POORTER, H. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v.24, n.8 p.755–767, 2001
- FARIAS, C. E. G.; COELHO, J. M. **Mineração e Meio Ambiente no Brasil. Relatório preparado para o CGEE**, 39 p., Outubro, 2002.
- FERREIRA, W. N.; ZANDAVALLI, R. B.; BEZERRA, A. M. E.; MEDEIROS FILHO, S. Crescimento inicial de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke (Mimosaceae) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altshul (Mimosaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta botânica Brasilica**, Feira de Santana, v.26, n. 2, p. 408-414, 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira**. 6ª edição. 2011. 28 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira**. 7ª edição. 2012. 68 p.
- JESUS, S. V.; MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 4, p.815 – 818, 2008.
- LAVRES JUNIOR, J. **Combinações de doses de nitrogênio e potássio para o campim-mombaça**. 2001. 103 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2001.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, São Paulo. Editora Rima, 531p. 2006.
- LOPES, E. C.; ARAUJO, E. C.; COSTA, R. S.; DAHER, R. F.; FERNANDES, M. E. B. Crescimento de mudas de mangue sob diferentes níveis de sombreamento na península de Ajuruteua, Bragança, Pará. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 43, n. 3, p. 291-296, 2013.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Vol. 1, 4 ed., Nova Odessa, SP: Instituto Planetarum, 2002.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Vol. 3, 1 ed., Nova Odessa, SP: Instituto Planetarum, 2009.
- NAVE, A. G. **Bando de sementes autóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na Fazenda Intermontes, município de Ribeirão Grande, SP**.

2005. 230 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2005.

NERY, F. C.; OLIVEIRA, H. M.; ALVARENGA, A. A.; DOUSSEAU, S.; CASTRO, E. M.; CAMPOS, A. C. A. L. Initial development and gas exchange of *Talisia subalbans* (Mart.) radlk. under different shading conditions. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.1, p.61-67, 2011.

ORTEGA, A. R.; ALMEIDA, L. S.; MAIA, N. ; ANGELO, A. C. Avaliação de crescimento de mudas de *Psidium cattleianum* Sabine a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Revista Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 300-308, 2006.

PACHECO, F. V.; PEREIRA, C. R.; SILVA, R. L. ; ALVARENGA, I. C. A. Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth. (Fabaceae) e *Chorisia speciosa* A.St.-Hil (malvaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.5, p.945-953, 2013.

PAIVA, A. V.; POGGIANI, F. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas plantadas no sub-bosque de um fragmento florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 57, p. 141-151, 2000.

PAULA, S. R. P.; PAIVA, A. V.; MARANHO, A. S. Transposição de plântulas de *Alchornea castaneifolia* (willd.) A. Juss. da regeneração natural como estratégia de produção de mudas em viveiro. **Revista Cerne**, Lavras, v. 19, n. 2, p. 323-330, 2013.

PEÑA, M. L. P. **Indicadores microbiológicos de solo na avaliação da recuperação de área degradada de floresta ombrófila densa das terras baixas no litoral paranaense – Brasil**. 2002. 88 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2002.

PEREIRA JUNIOR, A. M.; SANTOS, J. J.; QUEIROZ, S. E. E. **Diversidade de espécies nativas arbóreas produzidas em viveiros**. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2., 2012. Goiânia - Goiás. *Anais...* Goiás, 2012.

POLETTO, I.; MUNIZ, M. F. B.; CACONI, D. E.; MEZZOMO, R.; RODRIGUES, J. Influência da inoculação de *Fusarium* spp. e níveis de sombreamento no crescimento e desenvolvimento da erva-mate. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 513-521, 2010.

REBOUÇAS, A. C. **Panoramas da Degradação do ar, da água doce e da terra no Brasil**. SP: IEA/USP; RJ: Academia Brasileira de Ciências, 299 p. 1997.

REGENSBURGER, B. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração de argila através da regularização topográfica, da adição de insumos e serrapilheira, e de atratores da fauna**. 2004. 99p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2004.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 53, p. 179-194, 2006.

SALLA, L.; RODRIGUES, J. C.; MARENCO, R. A. Teores de clorofila em árvores tropicais determinados com o SPAD-502. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 159-161, 2007.

SANT'ANNA, H. L. S. **Aspectos fisiológicos de variedades de citros submetidas à deficiência hídrica progressiva**. 2009. 84p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, 2009.

- SANTOS, L. M. **Restauração de campos ferruginosos mediante resgate de flora e de top soil no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais**. 2010. 181 p. Tese (Doutorado Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2010.
- SANTOS, U. F.; XIMENES, F. S.; LUZ, P. B.; SEABRA JUNIOR, S.; PAIVA SOBRINHO, S. Níveis de sombreamento na produção de mudas de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 129-136, 2014.
- SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.
- SCHALL, P.; LÖDIGE, C.; BECK, M.; AMMER, C. Biomass allocation to roots and shoots is more sensitive to shade and drought in European beech than in Norway spruce seedlings. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 266, p. 246-253, 2012.
- SILVA, J. C. S. **Desenvolvimento inicial de espécies lenhosas, nativas e de uso múltiplo na recuperação de áreas degradadas de cerrado sentido restrito no Distrito Federal**. 2007. 135 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade de Brasília. Brasília, 2007.
- SILVA, R. R.; FREITAS, G. A.; SIEBENEICHLER, S. C.; MATA, J. F.; CHAGAS, J. R. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum. sob influência de sombreamento. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 3, p.365-370, 2007.
- SILVA JUNIOR, M. C. **100 Árvores do Cerrado: guia de campo**. Brasília: Rede de sementes do Cerrado, 278 p., 2005.
- SILVA JUNIOR, M. C.; PEREIRA. B. A. S. + **100 Árvores do Cerrado Matas de Galeria**. Brasília: Rede de sementes do Cerrado, 288 p., 2009.
- SILVA, N. F. **Avaliação de diferentes técnicas na recuperação de uma cascalheira em Diamantina, MG**. 2012. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina. 2012.
- SOUZA, G. M.; SATO, A. M.; RIBEIRO, R. V.; PRADO, C. H. B. A. Photosynthetic responses of four tropical tree species grown under gap and understory conditions in a semi-deciduous Forest. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.33, n.4, p.529-538, 2010.
- STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. (2005). As clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p. 748-755. 2005.
- SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetation**, Dordrecht, v. 75, n. 1-2, p. 81- 86, 1988.
- TEIXEIRA, W. F.; FAGAN, E. B.; SILVA, J. O.; SILVA, P. G.; SILVA, F. H.; SOUSA, M. C.; CANEDO, S. C. Atividade da enzima nitrato redutase e crescimento de *Swietenia macrophylla* King sob efeito de sombreamento. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 20, n.1, p.91-98, 2013.
- VAN HEES, A. F. M.; CLERKX, A. P. P. M. Shading and root–shoot relations in saplings of silver birch, pedunculate oak and beech. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 176, n. 1, p. 439-448, 2003.
- VIANI, R. A. G. **O uso da regeneração natural (Floresta Estacional Semidecidual e talhões de *Eucalyptus*) como estratégia de produção de mudas e resgate da**

diversidade vegetal na restauração florestal. 2005. 203 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Instituto de Biologia da UNICAMP, Campinas, 2005.

VIANI, R. A. G.; BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R. Corte foliar e tempo de transplântio para o uso de plântulas do sub-bosque na restauração florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.2, p.331-339, 2012.

4 CAPÍTULO 2: Sobrevivência e crescimento de mudas resgatadas em função do tempo de transplântio e níveis de sombreamento

4.1 RESUMO

A produção de mudas via resgate de plântulas é uma técnica pouco estudada e muito promissora, principalmente devido à manutenção da diversidade biológica e genética das comunidades existentes no ecossistema. Neste estudo avaliou-se a sobrevivência e crescimento de mudas das espécies *Richeria grandis*, *Tapirira guianensis*, *Eremanthus crotonoides* e *Protium heptaphyllum*, obtidas via resgate em áreas destinadas à supressão da vegetação em remanescentes de Mata Atlântica. O experimento foi implantado em casa de vegetação com o delineamento inteiramente casualizado num esquema de parcelas subdivididas. Foram testados quatro níveis de sombreamento (pleno sol, 30, 50 e 70% de sombra) e quatro tempos de transplântio (0, 12, 24 e 36 horas). Foram avaliadas aos 210 dias as variáveis sobrevivência, crescimento (altura, diâmetro, área da copa e número de folhas), massa seca e massa úmida e os teores de clorofila a, b e total. A espécie *E. crotonoide* apresentou maior sobrevivência no sombreamento de 50%, o restante das espécies o sombreamento de 70% foi o que resultou nas maiores taxas de sobrevivência. O sombreamento de 70% apresentou de maneira geral maior crescimento e níveis de clorofila para as quatro espécies, sendo, portanto o mais recomendado. O transplântio das mudas de *R. grandis* pode ser realizado em até 12 horas, enquanto para *T. guianensis*, *E. crotonoides* e *P. heptaphyllum* o mais indicado é que seja realizado em até 24 horas.

Palavras-chave: Mata Atlântica, *Richeria grandis*, *Tapirira guianensis*, *Eremanthus crotonoides* e *Protium heptaphyllum*

4.2 ABSTRACT

Seedling production via rescue of seedlings is an understudied and very promising technique, mainly due to the maintenance of biological and genetic diversity of existing communities in the ecosystem. In this study we assessed the survival and growth of seedlings of species *Richeria grandis*, *Tapirira guianensis*, *Eremanthus crotonoides* and *Protium heptaphyllum* obtained via redemption in areas intended for removal of vegetation in remnants of Atlantic Forest. The experiment was carried out in a completely randomized design with 4x4 split plot arrangement. Four levels of shading (full sun, 30, 50 and 70% shade) and four times transplanting (0, 12, 24 and 36 hours) were tested. Were evaluated at 210 days the variables survival, growth (height, diameter, crown area and number of leaves), dry weight and wet weight, and contents of chlorophyll a, b and total. The species *E. crotonoide* showed higher survival at 50% shading, the remaining species shading was 70% which resulted in higher survival rates. The shading of 70% was generally higher growth and chlorophyll levels for the four species, thus being the most recommended. The transplanting of seedlings of *R. grandis* can be accomplished within 12 hours, while for *T. guianensis*, *E.crotonoides* and *P. heptaphyllum* the most appropriate is to be realized within 24 hours.

Keywords: Atlantic Forest, *Richeria grandis*, *Tapirira guianensis*, *Eremanthus crotonoides* and *Protium heptaphyllum*

4.3 INTRODUÇÃO

A atividade de exploração mineral é uma das maiores causadoras de impactos negativos no meio ambiente, tanto sobre a água, ar, solo, fauna e flora (NAPOO *et al.*, 1999), e por isto as empresas são obrigadas por lei a recuperar estas áreas. A recuperação é lenta, e deve ser avaliada ainda no planejamento da atividade, levando-se em consideração as características do local, como por exemplo, topografia, solos e aspectos biológicos, haja vista que a duração do plano de recuperação depende destas características, além dos aspectos da mina (IBRAM, 1992).

A recuperação da área degradada por mineração é um grande obstáculo por ser um ambiente hostil à natureza. Através da regeneração natural levaria décadas para se recuperar, podendo ter resultados insatisfatório (CORRÊA, 2007), ou agravar a situação existente (BITAR, 1997), pois depende da auto-sustentação ecológica da área (IBRAM,

1992). Desta forma, é fundamental utilizar técnicas que auxiliem na recuperação, sendo necessário recorrer àquelas que melhor se enquadre na área que se deseja recuperar, considerando também o nível tecnológico disponível (BITAR, 1997).

Diversos estudos têm sido realizados com mudas de regeneração natural e árvores que crescem no sub-bosque (VALLADARES; PEARCY, 2002; VAN HEES; CLERKX, 2003), além de mudas obtidas via seminal (EVANS; POORTER, 2001; CHAVES; PAIVA, 2004; DELAGRANGE *et al.*, 2006), com o objetivo de entender como estas reagem ao estresse, como por exemplo, sombreamento, déficit hídrico e particionamento de biomassa. A produção de mudas via resgate de plântulas é uma técnica pouco estudada e muito promissora, principalmente devido à manutenção da diversidade biológica e genética das comunidades existentes no ecossistema (VIANI, 2005).

O resgate pode ser definido como a retirada de plântulas jovens e/ou adultas de espécies nativas que regeneram na floresta (NAVE, 2005). Estas mudas devem ser provenientes de locais onde haverá a supressão da vegetação, ou seja, onde haverá degradação (IBRAM, 1992; VIDAL, 2008). Posteriormente estas mudas devem ser utilizadas em áreas a serem recuperadas (VIDAL, 2008), principalmente em áreas próximas àquelas de onde vieram, devido à adaptação ao local.

Diversos fatores estão envolvidos na sobrevivência e na adaptabilidade das plântulas após o resgate como, por exemplo, as características fisiológicas da própria espécie, época do ano no qual o resgate foi realizado, tamanho da plântula, entre outros (VIANI, 2005). Com o intuito de aumentar a sobrevivência das mudas resgatadas nos viveiros, diversas práticas são realizadas, entre elas o controle do tempo de transplântio e níveis de sombreamento.

O tempo de transplântio consiste no tempo entre a retirada da muda do solo (resgate) e o seu plantio em algum recipiente contendo solo/substrato. Esta técnica objetiva estabelecer um tempo máximo em que a planta recém resgatada consegue sobreviver sem estar em contato com o solo. Algumas espécies são mais resistentes do que outras, ou seja, conseguem permanecer por mais horas com as raízes submersas em água ou em jornal umedecido. Desta forma, saber o tempo limite que a planta consegue sobreviver antes de ser transplantada para um recipiente pode ampliar o uso da técnica de resgate na de produção de mudas (VIANI *et al.*, 2012).

A resposta das plantas à luz é um fator importante para sua qualidade, desenvolvimento e sobrevivência, e cada espécie necessita de um nível específico de

sombreamento. Por isto, é importante o estudo das espécies para entender as condições ideais para cada uma (SCALON *et al.*, 2003; VAN HEES *et al.*, 2003; LARCHER, 2006; AGUIAR *et al.*, 2011; FERREIRA *et al.*, 2012; LOPES *et al.*, 2013; TEXEIRA *et al.*, 2013; SANTOS *et al.*, 2014). No geral, as mudas resgatadas, ao serem levadas diretamente para o campo, sem antes haver uma pré-adaptação, apresentam maior mortalidade e, por isto, o sombreamento é utilizado (VIANI, 2005).

Os trabalhos realizados até o momento apontam a necessidade de ainda se estudar melhor os tratamentos a serem aplicados em mudas resgatadas, com o objetivo de se obter uma boa qualidade de mudas e uma alta taxa de sobrevivência (ALFENAS, 2004; SILVA, 2012; VIANI *et al.*, 2012).

O resgate, por se tratar de uma técnica recente aliada à elevada diversidade de espécies existentes nos ecossistemas brasileiros, ainda dispõe de poucas informações a respeito dos procedimentos para a maioria das espécies. Desta forma, objetiva-se com este estudo verificar o nível de sombreamento e tempo de transplântio para quatro espécies arbóreas, a fim de utilizá-las em projetos de restauração de áreas degradadas. Com base no exposto, parte-se das seguintes hipóteses: a) O tempo decorrido entre o resgate e o transplântio influencia na taxa de sobrevivência e no crescimento das plântulas resgatadas; e b) as espécies respondem distintamente aos níveis de sombreamento após o transplântio.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

Mudas das espécies *Richeria grandis*, *Tapirira guianensis*, *Eremanthus crotonoides* e *Protium heptaphyllum* foram resgatadas em áreas liberadas para supressão da vegetação em remanescentes de Mata Atlântica destinada à implantação das áreas de lavra, barragem de rejeito e demais instalações da empresa de mineração Anglo American no município de Conceição do Mato Dentro, MG.

Em meados de dezembro de 2012 foram coletadas cerca de 1920 mudas aparentemente sadias e sem sinal de injúrias. A extração foi realizada manualmente, puxando a muda pelo caule o que, automaticamente, fez com que a planta ficasse com a raiz nua. Imediatamente após a coleta, as mudas foram acondicionadas em jornais umedecidos e, posteriormente, colocadas em sacos plásticos que foram lacrados para evitar perda de umidade (Figura 5).



Figura 5: Etapas do resgate de mudas de área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro - MG. A= retirada manual da muda do solo puxando-a pelo coleto; B = acondicionamento das mudas em jornal umedecido; e C = acondicionamento do jornal umedecido dentro do saco plástico lacrado.

As mudas resgatadas foram retiradas de dois locais. O primeiro local, onde foi coletada a espécie *E. crotonoides*, possui 692 metros de altitude, na coordenada aproximada de 7.914.371 metros norte e 666.706 metros leste, formato UTM, Datum Sirgas-2000 e Zona 23K. O segundo ponto, onde foram resgatadas as demais espécies, possui 654 metros de altitude, na coordenada aproximada de 7.913.729 metros norte e 666.800 metros leste, também no formato UTM, Datum Sirgas-2000 e Zona 23K.

As mudas foram levadas para o Centro Integrado de Propagação de Espécies Florestais (CIPEF) pertencente ao Departamento de Engenharia Florestal da UFVJM, onde permaneceram na casa de vegetação sob os sombreamentos de pleno sol, 30, 50 ou 70% do início do experimento até o final, aos 210 dias.

Os recipientes utilizados para o transplântio das mudas foram sacos plásticos de 10x15x0,20 cm (0,03 dm³), contendo substrato composto por 70% de terra de subsolo, 15% de esterco bovino curtido, 15% de Bioplant® e 7g/L de Osmocote® na proporção N-P-K de 15-9-12.

O experimento foi implantado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três repetições, no esquema de parcelas subdivididas (4x4). Na parcela principal foi estudado o efeito de quatro níveis de sombreamento (pleno sol, 30%, 50% e 70% de sombra) (Figura 6) e na subparcela, o efeito do tempo de transplântio (0, 12, 24 e 36 horas após o resgate). A unidade experimental foi constituída por dez mudas (réplicas). Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) durante os dias dos transplântio houve uma temperatura máxima de 27°C em Diamantina.



Figura 6: Níveis de sombreamento na casa de vegetação. Da esquerda para a direita estão os sombreamentos de 30, 50, 70 e 0%.

O crescimento das mudas foi obtido pela diferença entre a última avaliação, aos 210 dias, e a primeira, aos 30 dias. As mensurações realizadas foram: altura, utilizando régua graduada (cm), diâmetro do coleto por um paquímetro digital (mm), número de folhas e área da copa (cm²), obtida por duas medidas com régua graduada, Norte-Sul e Leste-Oeste. No primeiro mês de medição todas as espécies apresentavam folhas simples e, por isto, procedeu-se à contagem de cada folha como simples até o final das avaliações, mesmo para aquelas espécies que apresentaram folhas compostas posteriormente (*Tapirira guianensis* e *Protium heptaphyllum*). A sobrevivência (%) foi avaliada a partir do número de indivíduos mortos no final de cada avaliação mensal, que se baseou na ausência de folhas e presença de caules secos.

Procedeu-se aos 180 e 210 dias à avaliação da clorofila a, b e total, onde se utilizou o clorofilômetro portátil – SPAD-502 PLUS. Foram utilizadas como amostra 15 mudas de cada tratamento. Pelo menos seis folhas de cada muda amostrada foram medidas, repetindo-se a medição duas vezes em cada folha. Para análise dos dados foi feito a média das duas repetições. A análise de variância dos dados de clorofila foi feita por parcela sub-subdividida (4x4x2), onde foi estudado na parcela principal o efeito de quatro níveis de sombreamento (pleno sol, 30, 50 e 70% de sombreamento), na subparcela o efeito do tempo de transplante (0, 12, 24 e 36 horas após o resgate) e na sub-subparcela o efeito das duas medições (180 e 210 dias).

Ao final do experimento, aos 210 dias, foi quantificado o comprimento total da parte aérea e da raiz das mudas, assim como a massa úmida e seca destas mesmas

mudas. Utilizou-se como amostra três mudas de cada tratamento. Para proceder a obtenção dos dados de massa úmida e seca, as mudas foram retiradas dos sacos plásticos e destorroadas em água. A massa úmida foi obtida através da pesagem da muda assim que esta foi destorroadada. Para obtenção da massa seca, as mudas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas a estufa a 60°C até que suas massas permanecessem constantes, e então foram pesadas.

Os dados foram submetidos aos testes de pressuposições e, posteriormente, foi realizada a análise de variância (ANOVA) em programas estatísticos adequados. Para os dados significativos procedeu-se o teste de Tukey a 5% de significância.

4.5 RESULTADOS

Os resultados dos níveis de significância para o crescimento em altura, diâmetro do coleto, área da copa, número de folhas e de sobrevivência estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Nível de significância para o crescimento e sobrevivência das mudas de quatro espécies resgatadas na área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro - MG, em função dos níveis de sombreamento e tempos de transplântio

Sombreamento					
	Sobrevivência %	Altura cm	Diâmetro Coleto mm	Área Copa cm ²	Nº Folhas
<i>R. grandis</i>	0,00**	0,12	0,07	0,09	0,14
<i>T. guianenses</i>	0,00**	0,15	0,02**	0,18	0,02**
<i>E. crotonoides</i>	0,36	0,01**	0,01**	0,12	0,00**
<i>P. heptaphyllum</i>	0,45	0,05**	0,14	0,24	0,00**
Tempo de Transplântio					
	Sobrevivência %	Altura cm	Diâmetro Coleto mm	Área Copa cm ²	Nº Folhas
<i>R. grandis</i>	0,41	0,47	0,16	0,75	0,41
<i>T. guianenses</i>	0,07	0,02**	0,00**	0,00**	0,01**
<i>E. crotonoides</i>	0,00**	0,02**	0,13	0,05	0,00**
<i>P. heptaphyllum</i>	0,07	0,36	0,71	0,34	0,86
Sombreamento x Tempo de Transplântio					
	Sobrevivência %	Altura cm	Diâmetro Coleto mm	Área Copa cm ²	Nº Folhas
<i>R. grandis</i>	0,05**	0,21	0,39	0,29	0,88
<i>T. guianenses</i>	0,05**	0,43	0,18	0,12	0,01**
<i>E. crotonoides</i>	0,04**	0,14	0,94	0,40	0,00**
<i>P. heptaphyllum</i>	0,03**	0,57	0,61	0,62	0,77

Médias seguidas de ** possuem diferença significativa segundo o teste F a 5% de significância

No crescimento, a interação entre os níveis de sombreamento e os tempos de transplântio só foi significativa para o número de folhas, e para as espécies *T. guianensis* e *E. crotonoides* (Tabela 1). Para a primeira espécie, a interação indicou que o sombreamento de 0% interagindo com o tempo de transplântio de 24 horas foi o que ocasionou maior número de folhas (17,4), sendo que este mesmo sombreamento, interagindo com o tempo de 36 horas, foi o que obteve menor número de folhas (7,1). Já para *E. crotonoides*, a interação somente entre o sombreamento de 0% e o tempo de 36 horas diferenciou significativamente do restante, sendo esta a melhor interação, com 17,4 folhas, e a pior o sombreamento de 50% com o tempo de 12 horas, com 1,2 folhas.

Os resultados dos testes de média realizados para o crescimento e a sobrevivência das espécies nos níveis de sombreamento se encontram na Tabela 2.

Tabela 2: Médias de crescimento e de sobrevivência aos 210 dias em função dos níveis de sombreamento para quatro espécies resgatadas em áreas de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG

<i>Richeria grandis</i>										
Sombreamento (%)	Altura cm		Diâmetro mm		Área Copa cm ²		Nº Folha		Sobrevivência %	
0	6,2	A	2,3	A	191,0	A	6,2	A	15,0	C
30	8,3	A	3,2	A	252,6	A	6,8	A	43,3	B
50	8,1	A	2,6	A	250,2	A	7,6	A	48,3	B
70	5,8	A	2,1	A	167,1	A	7,5	A	64,1	A
<i>Tapirira guianensis</i>										
Sombreamento (%)	Altura cm		Diâmetro mm		Área Copa cm ²		Nº Folha		Sobrevivência %	
0	7,1	A	3,3	AB	445,9	A	9,9	B	49,1	B
30	8,2	A	3,9	A	600,0	A	12,0	AB	66,6	A
50	7,4	A	3,0	B	516,5	A	10,5	AB	63,3	AB
70	9,3	A	3,7	AB	493,7	A	13,5	A	74,1	A
<i>Eremanthus crotonoides</i>										
Sombreamento (%)	Altura cm		Diâmetro mm		Área Copa cm ²		Nº Folha		Sobrevivência %	
0	6,8	B	3,3	AB	243,4	A	1,7	B	94,1	A
30	8,4	AB	3,7	A	232,0	A	2,3	B	93,3	A
50	8,2	AB	3,0	B	260,4	A	2,3	B	97,5	A
70	10,1	A	3,5	A	344,8	A	6,1	A	96,6	A
<i>Protium heptaphyllum</i>										
Sombreamento (%)	Altura cm		Diâmetro mm		Área Copa cm ²		Nº Folha		Sobrevivência %	
0	2,2	AB	1,2	A	54,6	A	3,0	B	52,5	A
30	1,4	B	1,3	A	78,5	A	4,4	AB	64,1	A
50	3,2	A	1,2	A	82,8	A	3,3	B	63,3	A
70	2,0	AB	1,4	A	83,6	A	5,9	A	65,0	A

Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente segundo o teste Tukey a 5% de significância

Os valores de crescimento de *R. grandis* não apresentaram diferença estatística. No entanto, o sombreamento de 30% foi o que gerou a maior altura (8,3cm), diâmetro (3,2mm) e área da copa (252,6 cm²), e o de 70% as menores médias, com altura de 5,8 cm; diâmetro de 2,1mm e área da copa de 167,1cm². O número de folhas foi maior para o sombreamento de 70% (7,5) e menor para o sombreamento de 0% (6,2). A sobrevivência da *R. grandis* foi maior no sombreamento de 70% (64,1%) e menor em pleno sol (15%)

Para *T. guianensis* o sombreamento de 70% foi o que gerou maior altura (9,3 cm), número de folhas (13,5) e, juntamente com o de 30%, os maiores diâmetros, 3,7 e 3,9 mm, respectivamente. Para a área da copa o sombreamento de 30% foi o melhor (600 cm²). Já a menor altura (7,1 cm), área da copa (445 cm²) e número de folhas (9,9) foram devido ao sombreamento de 0%, e para o diâmetro foi o sombreamento de 50% (3,0 mm). A sobrevivência da *T. guianensis* foi maior no sombreamento de 70% (74,1%) e menor a pleno sol (33,3%).

Para a espécie *E. crotonoides* o sombreamento de 70% também foi o que gerou a maior altura (10,1 cm) e número de folhas (6,1). Para o diâmetro, médias superiores foram encontradas em 30% (3,7 mm) e 70% de sombreamento (3,5 mm). O sombreamento de 70% foi o que gerou ainda a maior área da copa (344,8 cm²) e o de 30% a menor (232 cm²). O sombreamento de 0% ocasionou menor altura (6,8 cm) e número de folhas (1,7), enquanto para o diâmetro foi o de 50% (3,0 mm). O sombreamento não apresentou diferença significativa para esta espécie. No entanto, o sombreamento de 50% foi a que gerou maior sobrevivência (97,5%) e o de 30% a menor (93,3%).

O *P. heptaphyllum* apresentou maior altura no sombreamento de 50% (3,2 cm) e a menor (1,4 cm) no de 30%. Para o diâmetro, os valores para todos os sombreamentos foram muitos próximos, variando apenas de 1,2 (0 e 50%) a 1,4 mm (70%). A área da copa (86,6 cm²) e o número de folhas (5,9) foram maiores no sombreamento de 70% e menores no sombreamento de 0%, 54,6 cm² e 3,0, respectivamente. A sobrevivência desta espécie foi maior no sombreamento de 70% (65,0%) e menor a pleno sol (52,5%).

Os resultados dos testes de média realizados para o crescimento e a sobrevivência das espécies nos tempos de transplantio se encontram na Tabela 3.

Tabela 3: Médias de crescimento e de sobrevivência aos 210 dias em função dos tempos de transplântio para quatro espécies resgatadas em áreas de mineração em Conceição do Mato Dentro – MG

<i>Richeria grandis</i>										
Tempo Transplântio (horas)	Altura cm		Diâmetro mm		Área Copa cm ²		N° Folha		Sobrevivência %	
0	8,0	A	3,0	A	232,2	A	7,5	A	45,8	A
12	6,6	A	2,3	A	221,6	A	7,7	A	45,8	A
24	6,3	A	2,2	A	190,6	A	6,2	A	36,6	A
36	7,5	A	2,7	A	216,7	A	6,6	A	42,5	A
<i>Tapirira guianensis</i>										
Tempo Transplântio (horas)	Altura cm		Diâmetro mm		Área Copa cm ²		N° Folha		Sobrevivência %	
0	7,9	AB	3,7	AB	555,0	AB	12,7	A	59,1	A
12	6,7	B	3,2	AB	461,2	B	10,7	AB	61,6	A
24	9,9	A	3,9	A	618,2	A	12,6	A	75,0	A
36	7,6	AB	3,0	B	421,6	B	9,8	B	57,5	A
<i>Eremanthus crotonoides</i>										
Tempo Transplântio (horas)	Altura cm		Diâmetro mm		Área Copa cm ²		N° Folha		Sobrevivência %	
0	7,0	B	3,1	A	233,2	A	2,2	B	97,5	A
12	8,4	AB	3,3	A	231,5	A	2,5	B	96,6	A
24	9,4	A	3,3	A	271,0	A	1,9	B	97,5	A
36	8,8	AB	3,6	A	344,9	A	5,9	A	90	B
<i>Protium heptaphyllum</i>										
Tempo Transplântio (horas)	Altura cm		Diâmetro mm		Área Copa cm ²		N° Folha		Sobrevivência %	
0	2,3	A	1,2	A	66,1	A	4,2	A	58,3	A
12	1,4	A	1,2	A	56,3	A	4,3	A	52,5	A
24	2,7	A	1,3	A	81,5	A	4,1	A	70,0	A
36	2,4	A	1,3	A	95,7	A	4,0	A	64,1	A

Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente segundo o teste Tukey a 5% de significância

O tempo de transplântio para *R. grandis* não apresentou diferença estatística nas variáveis analisadas, no entanto o tempo de 0 hora foi o que gerou a maior média de altura (8,0 cm), diâmetro (3,0 mm) e área da copa (232,2 cm²), enquanto para o número de folhas foi o tempo de 12 horas (7,7). Para todos os valores de crescimento, o tempo de 24 horas foi o que as mudas apresentaram menor altura (6,3 cm), diâmetro (2,2 mm), área da copa (190,6 cm²) e número de folhas (6,2). O tempo de transplântio não diferenciou significativa na sobrevivência, porém o tempo de 0 e 12 horas foram os que geraram as maiores sobrevivências (ambos 45,8%) e o de 24 horas a menor (36,6%).

A *T. guianensis* obteve suas maiores médias no tempo de transplântio de 24 horas, onde a altura foi de 9,9 cm, diâmetro de 3,9mm, área da copa de 618,2 cm² e 12,6

folhas. A menor média para altura (6,7 cm) foi no tempo de 12 horas; já para o diâmetro (3,0 mm), área da copa (421,6) e número de folhas (9,8) foi o tempo de 36 horas. A sobrevivência também não apresentou diferença significativa no tempo de transplântio para a *T. guianensis*. Porém, a maior sobrevivência ocorreu no tempo de 24 horas (75,0%) e a menor no tempo de 36 horas (57,5%).

E. crotonoides apresentou maior média de altura (9,4 cm) no tempo de transplântio de 24 horas, e de diâmetro no tempo de 36 horas (3,6 mm). A altura e o diâmetro foram menores no tempo de 0 hora, 7,0 cm e 3,1 mm, respectivamente. A área foliar (344,9 cm²) e número de folhas (5,9) foram maiores no tempo de 36 horas, e menores no tempo de 24 horas, com 231,5 cm² e 1,9 folhas, respectivamente. A sobrevivência para esta espécie foi maior nos tempos de 0 e 24 horas (ambos com 97,5%) e menor no tempo de 36 horas (90,0%).

P. heptaphyllum obteve maior média de altura (2,4cm) e área foliar (95,7 cm²) no tempo de transplântio de 36 horas; já o diâmetro apresentou maior média nos tempos de 36 e 24 horas (ambos com 1,3 mm). As menores médias de altura (1,4 cm) e de área da copa (56,3 cm²) foram com 12 horas, enquanto o diâmetro obteve 1,2 mm tanto para 12 horas quanto para 0 hora. A menor média para o número de folhas foi para o tempo de 36 horas, com 4 folhas. O *P. heptaphyllum* não apresentou diferença significativa no tempo de transplântio. No entanto, o tempo de 24 horas gerou a maior sobrevivência (70%) e o de 12 horas a menor (52,5%).

A interação entre os tratamentos para a sobrevivência foi significativa para todas as espécies (Tabela 4 a 7).

A *R. grandis* apresentou maior sobrevivência na interação entre o sombreamento de 70% com o tempo de transplântio de 0 hora (76,6%). Os menores resultados ocorreram a pleno sol com os tempos 0 e 12 horas (ambos com 10%) (Tabela 4).

Tabela 4: Médias de sobrevivência aos 210 dias em função da interação entre os níveis de sombreamento e os tempos de transplântio para mudas de *R. grandis* resgatadas em áreas de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG

Sombreamento (%)	Tempo de Transplântio (horas)			
	0	12	24	36
0	10,0 Da	10,0 Da	20,0 CDa	20,0 CDa
30	46,6 ABCDa	60,0 ABCa	26,6 BCDa	40,0 ABCDa
50	50,0 ABCDa	46,6 ABCDa	53,33 ABCDa	43,3 ABCDa
70	76,6 Aa	66,6 ABa	46,6 ABCDa	66,6 ABa

*médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

T. guianensis obteve maior sobrevivência no sombreamento de 30% com o tempo de 24 horas (90,0%) e a menor em pleno sol com o tempo de 36 horas (33,3%) (Tabela 5).

Tabela 5: Médias de sobrevivência aos 210 dias em função da interação entre os níveis de sombreamento e os tempos de transplântio para mudas de *T. guianensis* resgatadas em áreas de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG

Sombreamento (%)	Tempo de Transplântio (horas)			
	0	12	24	36
0	56,6 ABa	63,3 ABa	43,3 ABa	33,3 Ba
30	66,6 ABab	50,0 ABb	90,0 Aa	60,0 ABab
50	40,0 ABb	60,0 ABab	86,6 Aa	66,6 ABab
70	73,3 ABa	73,3 ABa	80,0 ABa	70,0 ABa

*médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para *E. crotonoides* diversas interações ocasionaram em 100% de sobrevivência, que foram o sombreamento de 0% com o tempo de 12 horas, sombreamento de 30% com o tempo de 0 horas, sombreamento de 50% com o tempo de 36 horas e o sombreamento de 70% com os tempo de transplântio de 0 e 24 horas. A menor sobrevivência ocorreu no sombreamento de 30% com o tempo de 36 horas (83,3%) (Tabela 6).

Tabela 6: Médias de sobrevivência aos 210 dias em função da interação entre os níveis de sombreamento e os tempos de transplântio para mudas de *E. crotonoides* resgatadas em áreas de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG

Sombreamento (%)	Tempo de Transplântio (horas)			
	0	12	24	36
0	93,3 ABab	100,0 Aa	96,6 ABab	86,6 ABb
30	100,0 Aa	93,3 ABab	96,6 ABa	83,3 Bb
50	96,6 ABa	96,6 ABa	96,6 ABa	100,0 Aa
70	100,0 Aa	96,6 ABa	100,0 Aa	90,0 ABa

*médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para o *P. heptaphyllum* a interação que gerou maior sobrevivência foi o sombreamento de 50% com o tempo de transplântio de 24 horas (90,0%). A menor sobrevivência ocorreu também no sombreamento de 50%, porém no tempo de 0 hora (36,6%) (Tabela 7).

Tabela 7: Médias de sobrevivência aos 210 dias em função da interação entre os níveis de sombreamento e os tempos de transplântio para mudas de *P. heptaphyllum* resgatadas em áreas de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG

Sombreamento (%)	Tempo de Transplântio (horas)			
	0	12	24	36
0	60,0 ABa	46,6 ABa	53,3 ABa	50,0 ABa
30	63,3 ABa	63,3 ABa	56,6 ABa	76,6 ABa
50	36,6 Ba	50,0 ABab	90,0 Abc	76,6 ABc
70	73,3 ABa	50,0 ABa	80,0 ABa	56,6 ABa

*médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na Tabela 8 estão apresentados os níveis de significância para clorofila a, b e total em função dos tratamentos de níveis de sombreamento, tempos de transplântio, para os tempos de medição e também as interações entre eles.

Tabela 8: Níveis de significância das clorofilas a, b e total em cada tratamento e nas suas interações para as quatro espécies resgatadas na área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG. Em que: TM= tempo de medição; S= sombreamento; TT= tempo de transplântio

Clorofila a							
	TM	S	TT	TM x S	TM x TT	S x TT	TM x S x TT
<i>R. grandis</i>	0,07	0,00**	0,00**	0,14	0,32	0,00**	0,13
<i>T. guianenses</i>	0,91	0,00**	0,00**	0,49	0,00**	0,00**	0,58
<i>E. crotonoides</i>	0,59	0,22	0,00**	0,22	0,25	0,01**	0,21
<i>P. heptaphyllum</i>	0,51	0,04**	0,00**	0,05**	0,00**	0,04**	0,29
Clorofila b							
	TM	S	TT	TM x S	TM x TT	S x TT	TM x S x TT
<i>R. grandis</i>	0,62	0,00**	0,00**	0,13	0,53	0,00**	0,05
<i>T. guianenses</i>	0,00**	0,00**	0,00**	0,95	0,12	0,00**	0,77
<i>E. crotonoides</i>	0,09	0,08	0,00**	0,01**	0,05	0,06	0,35
<i>P. heptaphyllum</i>	0,96	0,01**	0,00**	0,19	0,01**	0,00**	0,00**
Clorofila total							
	TM	S	TT	TM x S	TM x TT	S x TT	TM x S x TT
<i>R. grandis</i>	0,17	0,00**	0,00**	0,18	0,64	0,00**	0,12
<i>T. guianenses</i>	0,16	0,00**	0,00**	0,67	0,02**	0,04**	0,63
<i>E. crotonoides</i>	0,12	0,20	0,00**	0,10	0,17	0,06	0,48
<i>P. heptaphyllum</i>	0,85	0,02**	0,00**	0,35	0,00**	0,01**	0,23

Médias seguidas de ** possuem diferença significativa segundo o teste F a 5% de significância

A espécie *R. grandis* apresentou diferença significativa na interação entre o sombreamento e o tempo de transplantio para a clorofila a, b e total. O sombreamento de 30% com o tempo de 36 horas foi o que gerou os maiores teores de clorofila a e total (32,6). Para a clorofila b o maior teor ocorreu no sombreamento de 70% com o tempo de 24 horas (23,8).

A *T. guianensis* apresentou diferença na interação do tempo de medição com o tempo de transplantio para a clorofila a e total, sendo a segunda medição com o tempo de 36 horas a que gerou os maiores teores de clorofila a (32,2) e a primeira medição com o tempo de 0 hora para a clorofila total (41,3). A interação entre o sombreamento e o tempo de transplantio foi significativa para as três variáveis de clorofila, sendo o sombreamento de 70% com o tempo de 36 horas o que gerou os maiores teores de clorofila a (33,6) e total (43,9), e este mesmo sombreamento com o tempo de 24 horas o que ocasionou em maiores teores de clorofila b (27,6).

A espécie *E. crotonoides* apresentou diferença significativa entre o sombreamento e o tempo de transplantio para a clorofila a, sendo que a pleno sol com o tempo de 0 hora o que gerou os maiores teores (32,3). Além disto, a interação entre o tempo de medição com o sombreamento para a clorofila b também apresentou significância, onde a primeira medição com o sombreamento de 70% foi o que resultou em maiores teores de clorofila b (13,4).

O *P. heptaphyllum* apresentou significância entre as médias na interação do tempo de medição e sombreamento para a clorofila a, onde o segundo tempo com o sombreamento de 70% apresentou os maiores teores (28,6). O tempo de medição com o tempo de transplantio foi significativo para as clorofilas a, b e total. O primeiro tempo de medição com o tempo de transplantio de 0 hora gerou mais clorofila a (28,9) e clorofila total (37,4). Já o segundo tempo de medição com o tempo de 24 horas foi o gerou o maior teor de clorofila b (22,6). A interação entre o sombreamento e o tempo de transplantio foi estatisticamente significativa para as clorofilas, sendo o sombreamento de 70% com o tempo de 0 hora os maiores teores para clorofila a (28,9) e clorofila total (38,2). Para a clorofila b foi este mesmo sombreamento, porém com o tempo de 24 horas (24,8).

Na Tabela 9 estão os resultados do teste de média para os tratamentos com os níveis de sombreamento.

Tabela 9: Níveis de sombreamento em função dos valores das clorofilas a, b e total medidas nas mudas resgatadas na área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro - MG

<i>Richeria grandis</i>							
		Clorofila a		Clorofila b		Clorofila total	
Sombreamento (%)	0	25,8	B	9,5	C	32,9	B
	30	28,9	A	10,9	AB	36,8	A
	50	25,9	B	9,8	BC	33,2	B
	70	28,8	A	12,0	A	37,5	A
<i>Tapirira guianensis</i>							
		Clorofila a		Clorofila b		Clorofila total	
Sombreamento (%)	0	26,8	B	10,5	C	35,1	B
	30	28,1	B	11,4	BC	36,8	B
	50	28,9	AB	12,9	AB	38,5	AB
	70	31,6	A	14,3	A	42,1	A
<i>Eremanthus crotonoides</i>							
		Clorofila a		Clorofila b		Clorofila total	
Sombreamento (%)	0	28,9	A	12,6	A	37,8	A
	30	28,6	A	11,7	A	37,2	A
	50	29,4	A	12,9	A	38,5	A
	70	30,0	A	12,9	A	39,4	A
<i>Protium heptaphyllum</i>							
		Clorofila a		Clorofila b		Clorofila total	
Sombreamento (%)	0	26,5	AB	11,3	AB	34,8	AB
	30	25,3	AB	10,5	B	32,5	AB
	50	24,0	B	10,4	B	31,4	B
	70	27,2	A	12,3	A	35,9	A

Médias seguidas da mesma letra não diferem segundo teste de Tukey a 5% de significância

Todas as espécies estudadas o sombreamento de 70% foi o que gerou os maiores valores de clorofila a, b e total.

As espécies *R. grandis* e *T. guianensis* apresentaram uma resposta semelhante ao sombreamento. Para a clorofila a, a espécie *R. grandis* apresentou como maior média 28,9 para o sombreamento de 30% e 28,8 para o sombreamento de 70%. As menores médias para clorofila a (25,8), clorofila b (9,5) e total (32,9) foram no sombreamento de 0%. Comportamento semelhante ocorreu com o *T. guianensis* onde os maiores teores de clorofila a (31,6), clorofila b (14,3) e clorofila total (42,1) também ocorreram no sombreamento de 70%, e as menores médias também foram registradas a pleno sol com 26,8, 10,5 e 35,1, respectivamente.

A espécie *E. crotonoides* não apresentou diferença significativa para o sombreamento nos teores de clorofila, no entanto obteve as maiores médias no sombreamento de 70% para a clorofila a (30,0), clorofila b (12,9) e total (39,4) e as menores no sombreamento de 30%, 28,6 para a clorofila a, 11,7 para clorofila b e 37,2 para clorofila total.

O *P. heptaphyllum* obteve para a clorofila a (27,2), clorofila b (12,3) e total (35,9) as maiores médias no sombreamento de 70% e as menores 24,0, 10,4 e 31,4, respectivamente, no sombreamento de 50%.

Na Tabela 10 estão os resultados do teste de média para os tratamentos com os tempos de transplantio.

Tabela 10: Tempos de transplantio em função dos valores das clorofilas a, b e total medidas nas mudas resgatadas na área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro - MG

<i>Richeria grandis</i>							
		Clorofila a		Clorofila b		Clorofila total	
Tempo Transplantio (horas)	0	29,8	AB	8,1	B	37,9	A
	12	27,9	B	6,7	C	34,7	B
	24	21,7	C	20,0	A	30,6	C
	36	29,9	A	7,4	BC	37,3	AB
<i>Tapirira guianensis</i>							
		Clorofila a		Clorofila b		Clorofila total	
Tempo Transplantio (horas)	0	30,3	A	9,0	B	39,3	A
	12	30,0	A	8,7	B	38,8	A
	24	24,2	B	22,7	A	34,8	B
	36	30,9	A	8,7	B	39,7	A
<i>Eremanthus crotonoides</i>							
		Clorofila a		Clorofila b		Clorofila total	
Tempo Transplantio (horas)	0	31,2	A	9,2	B	40,5	A
	12	29,5	B	8,5	B	38,0	A
	24	25,6	C	23,9	A	35,2	B
	36	30,5	AB	8,5	B	39,0	A
<i>Protium heptaphyllum</i>							
		Clorofila a		Clorofila b		Clorofila total	
Tempo Transplantio (horas)	0	27,3	A	8,1	B	35,4	A
	12	27,3	A	8,1	B	35,4	A
	24	23,6	B	21,7	A	32,4	AB
	36	24,8	B	6,7	C	31,5	B

Médias seguidas da mesma letra não diferem segundo teste de Tukey a 5% de significância

Para o tempo de transplântio, as espécies *R. grandis* e *T. guianensis* apresentaram novamente comportamento semelhante. A *R. grandis* obteve as maiores médias para clorofila a (29,9) e clorofila total (37,9) no tempo de 36 horas e o mesmo ocorreu com a *T. guianensis*, 30,9 e 24,2, respectivamente. As menores médias para clorofila a (21,7) e clorofila total (30,6) para a *R. grandis* ocorreram no tempo de 24 horas, e para *T. guianensis* também, onde os valores encontrados foram 24,2 para clorofila a e 34,8 para clorofila total. Para a clorofila b as maiores médias foram no tempo de 24 horas, 20,0 para a *R. grandis* e 22,7 para *T. guianensis*, e as menores médias foram 6,7 e 8,7, para *R. grandis* e *T. guianensis* respectivamente, no tempo de 12 horas.

As maiores médias dos teores de clorofila a (31,2) e total (40,5) para *E. crotonoides* ocorreram no tempo de 0 hora, e as menores ocorreram no tempo de 24 horas, sendo os valores 25,6 e 35,2 respectivamente. A clorofila b (23,9) foi maior no tempo de 24 horas e menor (8,5) no tempo de 12 e 24 horas, ambas com o mesmo valor.

Resultado semelhante ocorreu com *P. heptaphyllum*, pois as médias de clorofila a (27,3) e clorofila total (35,4) também foram no tempo de 0 hora, porém o tempo de 12 horas apresentou as mesmas médias. O menor teor de clorofila a (23,6) ocorreu no tempo de 24 horas, e de clorofila total (31,5) ocorreu no tempo de 36 horas. A clorofila b (21,7) foi maior no tempo de 24 horas e menor (6,7) no tempo de 36 horas.

Os níveis de significância para a medição do comprimento das mudas e para os seus pesos secos e úmidos estão representados na Tabela 11.

Tabela 11: Nível de significância para o comprimento, massa seca e massa úmida das quatro espécies resgatadas na área de mineração de ferro em Conceição do Mato Dentro – MG. Em que: CR = Comprimento raiz (cm); CPA= Comprimento parte aérea (cm); MUT= Massa úmida total (g); MPAU = Massa úmida parte aérea (g); MRU = Massa úmida raiz (g); MST= Massa seca total (g); MSPA= Massa seca parte aérea (g); e MSR= Massa seca raiz

Sombreamento								
	CR	CPA	MUT	MPAU	MRU	MST	MSPA	MSR
<i>R. grandis</i>	0,06	0,77	0,20	0,41	0,14	0,20	0,19	0,16
<i>T. guianenses</i>	0,54	0,59	0,13	0,23	0,03**	0,71	0,76	0,02**
<i>E. crotonoides</i>	0,56	0,07	0,62	0,14	0,55	0,40	0,01**	0,21
<i>P. heptaphyllum</i>	0,35	0,27	0,55	0,44	0,85	0,22	0,15	0,45
Tempo Transplântio								
	CR	CPA	MUT	MPAU	MRU	MST	MSPA	MSR
<i>R. grandis</i>	0,42	0,66	0,22	0,30	0,21	0,19	0,36	0,23
<i>T. guianenses</i>	0,56	0,98	0,14	0,17	0,27	0,80	0,92	0,57

Continuação da Tabela 11...

Tempo Transplântio								
	CR	CPA	MUT	MPAU	MRU	MST	MSPA	MSR
<i>E. crotonoides</i>	0,78	0,18	0,32	0,39	0,05	0,43	0,63	0,36
<i>P. heptaphyllum</i>	0,33	0,05	0,16	0,36	0,19	0,10	0,14	0,09
Sombreamento x Tempo Transplântio								
	CR	CPA	MUT	MPAU	MRU	MST	MSPA	MSR
<i>R. grandis</i>	0,90	0,06	0,04**	0,05	0,05	0,05**	0,01**	0,10
<i>T. guianenses</i>	0,96	0,80	0,42	0,10	0,45	0,31	0,25	0,57
<i>E. crotonoides</i>	0,87	0,14	0,98	0,70	0,47	0,82	0,67	0,76
<i>P. heptaphyllum</i>	0,76	0,46	0,92	0,86	0,84	0,77	0,88	0,55

Médias seguidas de ** possuem diferença significativa segundo o teste F a 5% de significância

A análise de variância apresentou diferença significativa para *R. grandis* apenas para as interações entre o sombreamento e o tempo de transplântio, na massa úmida total (MUT), massa seca total (MST) e massa seca da parte aérea (MSPA). Para estas três variáveis o sombreamento de 0% com o tempo de transplântio de 36 horas foi a interação que apresentou os maiores valores, 44,7 g para MUT, 7,9 g para MST e 4,2 g para MSPA, em contraste com o sombreamento de 70% com o tempo de 36, que foi o que obteve os menores resultados 10,0 g, 1,4 g e 0,9 g, respectivamente.

O sombreamento para a média da massa da raiz úmida (MRU) para a espécie *T. guianensis* mostrou que o nível de sombreamento de 30% foi o que apresentou o melhor resultado (9,3 g) e o sombreamento de 70% o menor resultado (4,1 g). Para a massa seca da raiz (MSR), o sombreamento de 70% foi o que gerou o maior resultado (2,8 g) e o de 0% o menor (1,7 g). Para *E. crotonoides* apenas a massa seca da parte aérea (MSPA) no sombreamento apresentou diferença estatística, e o sombreamento de 50% foi o único que diferenciou do restante, apresentando os melhores resultados (3,2 g), e, apesar dos demais sombreamentos não terem diferido o de 70% foi o pior (2,4 g). O *P. heptaphyllum* não apresentou diferença significativa em nenhuma das variáveis avaliadas.

4.6 DISCUSSÃO

As plântulas utilizadas no experimento vieram da regeneração natural do dossel da floresta e, por isto, não é possível saber a idade de cada uma. Desta forma, possivelmente as plântulas estavam com diferentes níveis de desenvolvimento, umas com mais raiz ou com maior altura do que outras, o que pode ter influenciado nos

resultados. Além disto, durante os dois primeiros meses de avaliação a maioria das mudas de todas as espécies perdeu todas ou grande parte das folhas na tentativa de amenizar o estresse, sendo a *E. crotonoides* a que menos perdeu folhas. Calegari *et al.* (2011) e Vidal (2008) também encontraram este efeito, perda total ou parcial das folhas, em estudos similares. Este estresse pode ter feito com que as mudas diminuíssem bruscamente as taxas de crescimento durante algum tempo e, por isto, algumas espécies podem não ter apresentado diferença estatística nos tratamentos, haja vista que cada espécie se recupera do estresse de forma diferente.

A prática de resgate, por mais cuidadosa que seja, causa estresse nas mudas, principalmente pelos danos causados no sistema radicular, como a quebra de raízes e injúrias. Porém, existem mecanismos nas plantas para auxiliá-las a sobreviver ao estresse como, por exemplo, o fechamento estomático, perda de folhas e/ou diminuição da área foliar, ceras sobre a superfície foliar, menor número de estômatos, entre outros (EL-SHARKAWY, 2007; NISHIMURA *et al.*, 2009; LAGO, 2011).

A maior sobrevivência obtida para *R. grandis* foi de 64,1% no sombreamento de 70% e a menor no sombreamento de 0% com apenas 15% de sobrevivência. Já com relação ao tempo de transplântio após o resgate, constatou-se que não houve diferença significativa entre os tempos, porém o de 0 e 12 horas foram os que apresentaram maior sobrevivência (45,8%). Para o crescimento constatou-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos, demonstrando que, independente do sombreamento e do tempo de transplântio, o crescimento foi o mesmo, evidenciando que apenas algumas mudas da espécie apresentaram grande adaptabilidade. A maior sobrevivência obtida no sombreamento de 70% pode ser justificada pelo grupo ecológico da plântula, já que se trata de uma espécie secundária, ocorrendo em ambientes mais sombreados, e a alta mortalidade a pleno sol indica que, de maneira geral, a espécie possui baixa adaptabilidade. A elevada mortalidade da espécie pode ter sido influenciada pelas altas temperaturas registradas no dia do resgate, o que aumentou o estresse das mudas dessa espécie.

A *T. guianensis* é uma espécie secundária e possui preferência por lugares úmidos e, por isto, o sombreamento de 70% foi onde houve maior crescimento e menor mortalidade (74,1%). No entanto, os outros sombreamentos também apresentaram um crescimento satisfatório e no tratamento a pleno sol a sobrevivência foi menor (49,1%). Viani (2005) ao resgatar mudas provenientes de remanescente florestal obteve uma sobrevivência superior a 75% para *Tapirira guianensis*, valores estes próximos aos

obtidos no presente trabalho. O tempo de transplântio de 24 horas foi o que gerou os maiores valores biométricos e a maior sobrevivência (75,0%).

O tempo que transcorre do resgate das mudas de *T. guianensis* até o transplântio foi mais determinante para o seu crescimento do que o sombreamento, já que o sombreamento afetou somente o diâmetro e o número de folhas, enquanto que o tempo de transplântio afetou todas as variáveis. Além disso, o maior diâmetro e o número de folhas no teste de média nos dois tratamentos foram muito próximos, ou seja, se tivesse somente o tempo de transplântio os valores do diâmetro e do número de folhas teriam se mantidos.

Dousseau *et al.* (2007), ao estudarem o efeito de diferentes níveis de sombreamento na produção de mudas provenientes de sementes de *T. guianensis* não encontraram diferença significativa para o diâmetro do coleto nos níveis de sombreamento, porém o sombreamento de 0% foi o que obteve o maior valor (10,0 mm), o que diferiu deste trabalho, pois o sombreamento de 0% foi o que gerou os menores valores (3,3 mm). Este autor concluiu que o sombreamento de 0% foi o que ocasionou em maior número de folhas (10), o que também diferiu do encontrado por este estudo, pois o sombreamento de 70% foi o que gerou mais folhas (13,5). Estes autores ressaltam também que o sombreamento de 70% foi o que gerou a maior média de altura (46,1 cm), semelhante ao encontrado neste estudo; porém a maior média é de 9,3 cm. Para a área da copa estes autores obtiveram 1335,9 cm² de área de copa no sombreamento de 70%, enquanto que, neste estudo, obteve-se no sombreamento de 30% o melhor resultado com 600,0 cm² de área de copa.

As diferenças entre o presente estudo e o de Dousseau *et al.* (2007) podem ter sido causadas pelo tempo de avaliação, pois eles avaliaram por dez meses ao passo que este estudo avaliou por apenas sete meses. Além disto, a forma de produção das mudas também pode ter interferido nos resultados, tendo em vista que o estresse na produção de mudas via resgate é muito maior do que a via seminal.

Pelo fato da *E. crotonoides* ser originada de regiões de solo pobre em nutrientes e até mesmo de lugares rochosos, a sua adaptação se deu ao longo dos anos e através da seleção natural, o que explica a sua alta sobrevivência em todos os tratamentos e uma sobrevivência média de 95,4%. Independente do tratamento sua sobrevivência foi alta, e se verifica que algumas interações proporcionaram 100% de sobrevivência.

A espécie *E. crotonoides* não apresentou diferença significativa para a sobrevivência nos níveis de sombreamento e apesar de ser uma espécie pioneira e por

isto tolerante à luz, esta obteve a maior sobrevivência no sombreamento de 50% com 97,5%, seguido do sombreamento de 70% com 96,6% de sobrevivência. A menor sobrevivência ocorreu no sombreamento de 30% com 93,3%. Este resultado expressa a sua facilidade em se adaptar a diferentes ambientes, provavelmente por ser uma espécie de transição entre mata atlântica e campo rupestre. O mesmo ocorre no crescimento do *E. crotonoides* pois as variáveis avaliadas obtiveram os melhores resultados no sombreamento de 70%. No sombreamento de 0% foi onde ocorreu o menor crescimento de altura (6,8 cm), número de folhas (1,7), já o diâmetro (3,0 mm) e a área da copa foram no sombreamento de 30% (232,0 cm²). Este resultado indica que apesar da espécie ser pioneira o seu crescimento é mais favorecido pela sombra.

A sobrevivência de *E. crotonoides* no tempo de transplântio foi maior nos tempos 0 e 24 horas ambos com 97,5% de sobrevivência e menor no tempo de 36 horas com 90%. Isto demonstra que esta espécie não suporta a ausência do solo por mais de 24 horas, o que pode ter sido ocasionado pela perda de folha após o resgate, exigindo assim mais energia para se manter. No entanto o diâmetro, área da copa e número de folhas foi maior no tempo de 36 horas; apenas a altura foi melhor no tempo de 24 horas.

Os valores de sobrevivência para o *P. heptaphyllum* variaram de 65,0 a 52,5% para os níveis de sombreamento de 70 e 0%, respectivamente, apesar de não ter-se verificado diferença significativa, o que pode ser explicado pelo fato desta espécie pertencer ao grupo ecológico da secundária. A espécie também se mostrou bem tolerante suportando em até 24 horas a ausência de substrato, com sobrevivência de 70%. Além disso, o crescimento do *P. heptaphyllum* foi mais favorecido pelo sombreamento de 70%, e menos favorecido pelo de 0%, e o tempo de transplântio de até 24 horas foi o que gerou maior crescimento. Viani (2005) obteve resultado semelhante ao encontrado no presente estudo ao resgatar mudas provenientes de remanescente florestal, e obteve uma sobrevivência de 50-75% para *Protium spruceanum*, sendo que a sobrevivência variou de acordo com a classe de altura. Viani *et al.* (2012) testaram tempos de transplântio (0 e 24 horas) em mudas resgatadas obtidas da regeneração natural de sub-bosque de Mata Atlântica, assim como no presente estudo, e concluíram que o transplântio imediato não influenciou na sobrevivência das mudas resgatadas, resultado semelhante ao encontrado neste estudo.

Diversos estudos têm sido feitos com espécies pioneiras e secundárias sob diferentes níveis de sombreamento. Pacheco *et al.* (2013) avaliaram o crescimento inicial de mudas de *Dalbergia nigra* (jacarandá caviúna) e *Chorisia speciosa* (paineira)

sob diferentes sombreamentos (0, 22, 50, 70, 84 e 91%), e foi possível observar que as mudas de jacarandá caviúna tiveram maior altura, diâmetro do colo e área foliar nos sombreamentos de 50%, 70% e 84% de sombra e apresentaram características de espécies tolerantes a sombra e de estágios mais avançados de sucessão, se aproximando de espécies secundárias tardias a clímax. Por outro lado, as mudas de paineira apresentaram melhor crescimento no pleno sol e nos tratamentos com sombreamentos de 20 e 50%, com características plantas pioneiras a secundárias iniciais.

Ferreira *et al.* (2012) ao estudarem *Piptadenia stipulacea*, espécie pioneira, obtiveram maior sobrevivência e crescimento em altura e diâmetro em pleno sol, já com a espécie secundária *Anadenanthera colubrina* a sobrevivência e crescimento foi melhor em níveis intermediários de sombra. Resultado semelhante é encontrado por Freitas *et al.* (2012) ao estudarem a *Sclerolobium paniculatum*, espécie pioneira, cujo desenvolvimento foi favorecido a pleno sol e em até 50% de sombreamento. Almeida *et al.* (2005) também avaliaram o crescimento de mudas sob diferentes níveis de sombreamento (0%, 30% e 50% de sombreamento), e obtiveram que a espécie *Senna macranthera* (pioneiras) apresentou maior crescimento sob o sombreamento de 30 e 50%, enquanto que a *Acacia mangium*, que também é uma espécie pioneira, cresceu mais sob o sombreamento de 0 e 30%. As espécies *Maclura tinctoria* e *Hymenaea courbaril*, ambas clímax, obtiveram maior crescimento sob 50% de sombreamento. Lima *et al.* (2010) avaliaram também o crescimento de *Hymenaea courbaril* e *Enterolobium contortisiliquum* (pioneira) sob diferentes níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 80% de sombreamento), sendo que o tratamento sob sol pleno afetou negativamente o crescimento de ambas as espécies, mas as mudas crescidas sob 50% e 80% apresentaram bom desenvolvimento.

Azevedo *et al.* (2010) ao testarem os sombreamentos de 0, 30, 50 e 70% para mudas da espécie *Simarouba amara* (pioneira) obtiveram uma maior qualidade de muda para plantios e com maior equilíbrio de crescimento no sombreamento de 50%. O mesmo é recomendado para mudas de *Copaifera langsdorffii*, não pioneira (DUTRA *et al.*, 2012). Semelhante ocorre em mudas de *Bombacopsis glabra* obtidas via seminal e submetidas a diferentes sombreamentos, onde apresentou 100% de sobrevivência para todos os tratamentos e somente para a altura houve diferença significativa, sendo que a maior foi no sombreamento de 50%, seguido do de 30% e por fim a pleno sol. Porém a pleno sol foi onde houve maior produção de matéria seca da parte aérea (SCALON *et al.*, 2003).

Para mudas de *Theobroma grandiflorum* o sombreamento de 50% também é indicado (SILVA *et al.*, 2007). Avaliando os resultados apresentados acima dos níveis de sombreamento para espécies pioneiras e secundárias, é possível observar que as espécies pioneiras apresentaram melhores resultados em pleno sol e em até 50% de sombreamento. Já as espécies secundárias melhor sobreviveram e cresceram sob sombreamento de 50 a 70%.

Todas as espécies apresentaram maiores teores de clorofila a, b e total sob o sombreamento de 70% e os menores teores nos sombreamento de 0% e 30%. Estes resultados podem ser justificados pela intensidade luminosa estar diretamente ligada com a produção de clorofila a e b. Plantas sombreadas geralmente apresentam maior concentração de clorofila a e b do que plantas sob condições ideais de luminosidade (ENGEL; POGGIANI, 1991), devido a sua necessidade de melhorar a taxa fotossintética. Além disto, o fato da clorofila ser constantemente sintetizada e destruída pela luz faz com que haja variação do teor de clorofila com o tempo (ATROCH *et al.*, 2001). Isto também explica a variação de resultados na interação do sombreamento ou tempo de transplântio com o tempo de medição na *T. guianensis*, *E. crotonoides* e *P. heptaphyllum*.

Todas as quatro espécies apresentaram na clorofila b o maior teor no tempo de 24 horas. As maiores médias de clorofila a e total para *R. grandis* ocorreram no tempo de 36 horas com 29,9 e 37,3, respectivamente, e para a clorofila b foi no tempo de 24 horas com 20,0. Semelhante ocorreu com *T. guianensis* com maior teor de clorofila a e total também no tempo de 36 horas, 30,9 e 39,7, respectivamente e menor em 24 horas (22,7). *E. crotonoides* apresentou maior teor de clorofila a e total nos tempos 0 hora, 31,2 e 40,5 respectivamente, seguido do tempo de 36 horas, 30,5 e 39,0. O *P. heptaphyllum* obteve mais clorofila no tempo de 0 hora e 12 horas, ambos com 27,3, e clorofila total no tempo de 0 hora, ambos com 35,4.

O entendimento do tempo de transplântio ideal para as espécies é importante para esclarecer quanto tempo cada uma suporta ao estresse de não se encontrar no solo/substrato. Um dos fatores inerentes ao crescimento e à adaptabilidade das plantas é a presença de clorofila (JESUS; MARENCO, 2008). A clorofila a e b são pigmentos fotossintéticos responsáveis pela captação da radiação solar, juntamente com os carotenóides (SCALON *et al.*, 2003). Ainda de acordo com os autores a abundância de clorofila e a proporção de clorofila a e b variam de acordo com a intensidade de luz à qual a planta está exposta e também por espécies.

Dousseau *et al.* (2007) constataram que o sombreamento de 50% foi o que gerou os maiores teores de clorofila a, sendo que a clorofila b e total não apresentaram diferença entre os sombreamentos para *T. guianensis* (secundária). Este resultado diferiu do presente estudo, provavelmente pela diferença de metodologia, já que estes autores acondicionaram primeiramente as mudas no sombreamento de 50% durante um mês para posteriormente levá-las para os sombreamentos de 0, 30, 50 e 70%.

Ferreira *et al.* (2012) avaliou o teor de clorofila a, b e total em mudas de *Piptadenia stipulacea* (pioneira) e obteve que não houve diferença significativa nos teores de clorofila a e total nos níveis de sombreamento (pleno sol, 50, 70 e 90% de sombreamento), porém o maior teor foi encontrado no sombreamento de 70%, 55,1 para clorofila a e 68,5 para clorofila total. A clorofila b teve seu maior teor no sombreamento de 90% (14,7). Já com a espécie secundária, *Anadenanthera colubrina*, obteve a clorofila a, b e total em maiores teores no sombreamento de 70%, 71,5, 19,0 e 92,6, respectivamente. Lenhard *et al.* (2013) avaliou o crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* (pau ferro) sob diferentes intensidades luminosas e também obteve que o sombreamento de 70% foi o que gerou o maior teor de clorofila total. Nery *et al.* (2011) obteve em sua pesquisa com uma espécie subarbustiva, *Talisia subalbans*, que os teores de clorofila a, b e total foram superiores em sombreamento de 70%.

Kissmann *et al.* (2013) avaliaram mudas obtidas via seminal de *Bixa orellana* (urucum) e perceberam que o crescimento foi favorecido quando as plântulas foram mantidas sob 50% de sombreamento, exibindo maiores valores de altura, diâmetro e teor de clorofila, enquanto que mudas crescidas e pleno sol apresentaram os menores valores para essas três características.

Não houve diferença significativa para as variáveis de massa e comprimento da muda para os tratamentos com tempos de transplantio (Tabela 11). O entendimento do tempo de transplantio é importante devido à possibilidade de manter as plântulas por um tempo em recipientes com água para posterior replantio. Este conhecimento é de grande valia, pois nem sempre há mão de obra ou tempo disponível no viveiro para realizar o transplantio das mudas imediatamente, considerando a prática do resgate.

Para os níveis de sombreamento não houve diferença no comprimento da raiz e da parte aérea, da massa úmida total, massa da parte aérea úmida e massa seca total de nenhuma espécie no tempo de transplantio. Para as plantas se adaptarem a diferentes condições de luminosidade, elas podem alterar a fração de biomassa investido em folhas, caules e raízes, e/ou alterando sua anatomia ao investir em área foliar (EVANS;

POORTER, 2001). Em situações em que ocorre o aumento do sombreamento o peso seco do sistema radicular da muda reduz o que pode ser explicado pela diminuição na translocação de assimilado para as raízes, já que a luz exerce um efeito estimulante nesse processo (STURION; ANTUNES, 2000).

Assim sendo, esperava-se que houvesse diferença significativa da massa das mudas em função, principalmente, do sombreamento, porém isto ocorreu apenas isoladamente. O que se pode concluir é que o estresse do resgate e a falta de adubação ao longo dos sete meses de avaliação podem ter feito com que as mudas crescessem em um ritmo mais lento, não podendo assim detectar diferenças. Outro fato que pode ter gerado estes resultados é a grande adaptabilidade demonstrada pelas espécies.

A espécie *P. heptaphyllum* foi a que provavelmente mais se adaptou às condições expostas, pois foi a única espécie que não apresentou diferença significativa para nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 11). As espécies *R.grandis* e *E. crotonoides* foram as únicas que investiram mais em biomassa na parte aérea e as que apresentaram grandes teores de clorofila a, b e total no sombreamento de 70%, isto porque estas são espécies mais adaptadas a condições de maior luminosidade. Então, estas precisaram aumentar a área foliar e a quantidade de clorofila para poder manter as taxas fotossintéticas satisfatórias para o seu desenvolvimento.

A *T. guianensis* investiu mais em massa de raiz do que em parte aérea no sombreamento, pois somente as massas da raiz úmida e da raiz seca foram significativas, sendo o sombreamento de 30% e 70% os que geraram os melhores resultados, respectivamente. O que provavelmente ocorreu foi que, como não houve adubação ao longo dos sete meses de avaliação, o que pode ter ocasionado em quantidades de nutrientes abaixo do ideal para as mudas, forçando-as a aumentar sua área radicular para melhorar a captação de nutrientes. Além disto, o fato das mudas terem perdido as folhas nos primeiros meses de avaliação fez com que houvesse um gasto maior de energia e nutrientes para emitir novas folhas. Dousseau *et al.*(2007) não encontraram diferença significativa para a massa seca de folha, caule, raiz e total entre os níveis de sombreamento para a *T. guianensis*.

Aguiar *et al.* (2011) obteve que, para mudas de *Caesalpinia echinata* (secundária), o aumento da luminosidade ocasionou em maiores massas seca da parte aérea e da raiz, sendo o melhor resultado em pleno sol. Nery *et al.* (2011) ao estudarem a *Talisia subalbans*, espécie subarbustiva, obtiveram que as plantas sob pleno sol apresentam maior acúmulo de massa seca total, parte aérea e sistema radicular e que

para a relação raiz/parte aérea, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Segundo Lenhard *et al.* (2013) plantas de *Caesalpinia ferrea* cultivadas sob 70% de sombreamento apresentaram maior massa seca da raiz (11,13 g), da folha (5,59 g) e da parte aérea (16,05 g), bem como para área foliar (705,25 cm²).

As espécies estudadas, de maneira geral, reagiram bem ao sombreamento de 70%, pois foi onde ocorreu a maior sobrevivência; porém este sombreamento ocasionou em menores massas em alguns casos, mas pode ser que as mudas precisassem de mais tempo para se recompor do estresse. O fato das mudas não ter apresentado diferença estatística para a maioria das variáveis avaliadas de massa e comprimento não necessariamente significa que elas sejam de má qualidade e assim impossibilitadas de serem utilizadas em programas de recuperação de áreas degradadas. Estudos devem ser feitos para verificar a possibilidade de utilizar estas mudas.

4.7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

- a) O sombreamento de 70% foi o que resultou as maiores taxas de sobrevivência para *R. grandis*, *T. guianensis* e *P. heptaphyllum*. Para *E. crotonoides* o sombreamento de 50% é o mais indicado.
- b) O sombreamento de 70% apresentou de maneira geral maior crescimento e níveis de clorofila para todas as espécies.
- c) O transplântio das mudas de *R. grandis* pode ser feito em até 12 horas após o resgate, enquanto que para *T. guianensis*, *E. crotonoides* e *P. heptaphyllum* pode ser feito em até 24 horas.

4.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; NASCIMENTO, T. D. R.; ROCCO, F. M. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.6, p. 729-734, 2011.

ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 442 p. 2004.

ALMEIDA, S. M. Z.; SOARES, A. M.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; GAJEGO, E. B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, 2005.

- ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forticata* Link submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.4, p. 853-862, 2001.
- AZEVEDO, I. M. G.; ALENCAR, R. M.; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazonica**, Manaus, v.40, n.1, p. 157-164, 2010.
- BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. 1997. 193p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; BUSATO, L. C.; SILVA, E. COUTINHO JUNIOR, R.; GLERIANI, J. M. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas em viveiro via resgate de plantas jovens. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.1, p.41-50, 2011.
- CHAVES, A. S.; PAIVA, H. N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 22-29, junho 2004.
- CORRÊA, R. S. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no cerrado**. Manual para Revegetação. Brasília: Universa, 2007, 173 p.
- DELAGRANGE S.; MONTPIED P.; DREYER E.; MESSIER C.; SINOQUET H. Does shade improve light interception efficiency? A comparison among seedlings from shade-tolerant and intolerant temperate deciduous tree species. **New Phytologist**, Lancaster, v.172, n. 2, p. 293–304, 2006.
- DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A.; SANTOS, M. O.; ARANTES, L. O. Influência de diferentes condições de sombreamento sobre o crescimento de *Tapirira guianensis* Alb. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 477-479, jul. 2007.
- DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SANTANA, R. C. Parâmetros fisiológicos de mudas de copaíba sob diferentes substratos e condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.7, p.1212-1218, 2012.
- EL-SHARKAWY, M. A. Physiological characteristics of cassava tolerance to prolonged drought in the tropics: Implications for breeding cultivars adapted to seasonally dry and semi arid environments. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 19, n. 4, p. 257-286, 2007.
- ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.3, n. 1, p. 39-45, 1991.
- EVANS, J. R.; POORTER, H. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v.24, p.755–767, 2001.
- FERREIRA, W. N.; ZANDAVALLI, R. B.; BEZERRA, A. M. E.; MEDEIROS FILHO, S. Crescimento inicial de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke (Mimosaceae) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altshul (Mimosaceae)

sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Botânica brasílica**, Feira de Santana, v.26, n. 2, p. 408-414, 2012.

FREITAS, G. A.; VAZ-DE-MELO, A.; PEREIRA, M. A. B.; ANDRADE, C. A. O.; LUCENA, G. N.; SILVA, R. R. Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel para recuperação de área degradada. **Journal Biotechnology Biodiversity**, Gurupi, v. 3, n.3, p. 5-12, 2012

INMETRO – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_gra f. Acesso em: 17 de abril de 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. **Mineração e meio ambiente**. Brasília-Brasil: 1992, 126 p.

JESUS, S. V.; MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 4, p.815 – 818, 2008.

KISSMANN, C; SCALON, S. P. Q.; TEODÓSIO, T. K. C. Condicionamento das sementes e sombreamento na emergência e no crescimento de plântulas de *Bixa orellana* L. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v.36, n.1, p. 48-56, 2013.

LAGO, I.; STRECK, N. A.; BISOGNIN, D. A.; SOUZA, A. T.; DA SILVA, M. R. Transpiração e crescimento foliar de plantas de mandioca em resposta ao déficit hídrico no solo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.46, n.11, p.1415-1423, 2011.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, São Paulo. Editora Rima, 531p. 2006.

LIMA, A. L. S.; ZANELLA, F.; CASTRO, L. D. M. Crescimento de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. E *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n.1, p.43 –48, 2010.

LENHARD, N. R.; PAIVA NETO, V. B.; SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A. A. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 178-186, 2013.

LOPES, E. C.; ARAUJO, E. C.; COSTA, R. S.; DAHER, R. F.; FERNANDES, M. E. B. Crescimento de mudas de mangue sob diferentes níveis de sombreamento na península de Ajuruteua, Bragança, Pará. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 43, n. 3, p. 291 – 296, 2013.

NAPPO, M. E.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Suficiência amostral e análise do tamanho de parcelas para o estudo da regeneração natural do sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Benth., em área minerada. Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 443-453, 1999.

NAVE, A. G. **Bando de sementes autóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na Fazenda Intermontes, município de Ribeirão Grande, SP**. 2005. 230p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2005.

NERY, F. C.; OLIVEIRA, H. M.; ALVARENGA, A. A.; DOUSSEAU, S.; CASTRO, E. M.; CAMPOS, A. C. A. L. Initial development and gas exchange of *Talisia subalbans* (Mart.) radlk. under different shading conditions. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.1, p.61-67, 2011.

- NISHIMURA, P. Y.; S. BOFF, A.; FUJIKAWA ; R. S. BOVENDORP. **Alocação de recursos e herbivoria em *Hibiscus pernambucensis* (Malvaceae) em uma área de restinga.** In: Livro do curso de campo Ecologia da Mata Atlântica (G. Machado, P. I. Prado; A. A. Oliveira, eds.). São Paulo: USP. 2009.
- PACHECO, F. V.; PEREIRA, C. R.; SILVA, R. L.; ALVARENGA, I. C. A. Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth. (Fabaceae) e *Chorisia speciosa* A.St.-Hil (malvaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.5, p.945-953, 2013.
- SANTOS, U. F.; XIMENES, F. S.; LUZ, P. B.; SEABRA JUNIOR, S.; PAIVA SOBRINHO, S. Níveis de sombreamento na produção de mudas de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 129-136, 2014.
- SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.
- SILVA, R. R.; FREITAS, G. A.; SIEBENEICHLER, S. C.; MATA, J. F.; CHAGAS, J. R. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum. sob influência de sombreamento. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 3, p.365-370, 2007.
- SILVA, N. F. **Avaliação de diferentes técnicas na recuperação de uma cascalheira em diamantina, MG.** 2012. 99p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina. 2012.
- STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. **Produção de mudas de espécies florestais.** Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, cap. 7, p. 125-174, 2000.
- TEIXEIRA, W. F.; FAGAN, E. B.; SILVA, J. O.; SILVA, P. G.; SILVA, F. H.; SOUSA, M. C.; CANEDO, S. C. Atividade da enzima nitrato redutase e crescimento de *Swietenia macrophylla* King sob efeito de sombreamento. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 20, n.1, p.91-98, 2013.
- VALLADARES, F.; PEARCY, R. W. Drought can be more critical in the shade than in the sun: afield study of carbon gain and photo-inhibition in a Californian shrub during a dry El Niño year. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 25, n.6, p.749–759, 2002.
- VAN HEES, A. F. M.; CLERKX, A. P. P. M. Shading and root–shoot relations in saplings of silver birch, pedunculate oak and beech. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 176, n. 1, p. 439-448, 2003.
- VIANI, R. A. G. **O uso da regeneração natural (Floresta Estacional Semidecidual e talhões de *Eucalyptus*) como estratégia de produção de mudas e resgate da diversidade vegetal na restauração florestal.** 2005. 203p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Instituto de Biologia da UNICAMP. Campinas. 2005.
- VIANI, R. A. G.; BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R. Corte foliar e tempo de transplante para o uso de plântulas do sub-bosque na restauração florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.2, p.331-339, 2012.
- VIDAL, Y. D. **Transplante de plântulas e plantas jovens como estratégia de produção de mudas para a restauração de áreas degradadas.** 2008. 171p.

Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.