

RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA NO DOMÍNIO FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL SOB DIFERENTES TRATAMENTOS

REHABILITATION OF A DEGRADED AREA IN THE FIELD OF SEMIDECIDUOUS SEASONAL FOREST UNDER DIFFERENT TREATMENTS

Rosimeri de Oliveira Fragoso¹ Livia Godinho Temponi² Dercio Ceri Pereira³
Ana Tereza Bittencourt Guimarães⁴

RESUMO

Objetivou-se avaliar três tratamentos de restauração florestal em uma área com elevação periódica do lençol freático, no Corredor de Biodiversidade Santa Maria, localizado entre os municípios de Santa Teresinha de Itaipu e São Miguel do Iguaçu-PR. Os tratamentos foram: controle, adubação verde e solarização do solo. Foi realizado o acompanhamento mensal da mortalidade e desenvolvimento de 12 espécies arbóreas nativas da região e a persistência de duas espécies invasoras presentes na área, *Megathyrsus maximus* (capim-colônião) e *Cyperus rotundus* (tiririca). Além disso, avaliou-se as alterações promovidas no solo por meio de três coletas durante o experimento. Após um ano, os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas significativas sobre as avaliações realizadas. A mortalidade foi mais acentuada em janeiro (12,08%), com maior percentual para *Cabralea canjerana* (canjarana) e menor para *Luehea divaricata* (açoita-cavalo). Sobre o desenvolvimento das mudas, houve maior crescimento para: *Sapium glandulatum* (leiteiro-do-banhado), *Croton urucurana* (sangra-d'água) e *Luehea divaricata*, com acréscimos mensais em diâmetro de 3,66 mm a 4,12mm, e em altura de 12,39 cm a 17,02 cm. Em relação à massa seca do capim-colônião e tiririca em todos os tratamentos, os maiores valores foram verificados em janeiro (94,14 g m⁻²) e fevereiro (132,76 g m⁻²), mantendo-se baixos ao longo do experimento. Por meio das análises de solo, foi possível observar que os tratamentos não apresentaram diferenças significativas, contudo, as alterações físicas e químicas do solo mostraram-se sensíveis ao manejo das espécies invasoras, podendo levar a novas modificações durante o desenvolvimento das mudas.

Palavras-chave: solarização do solo; adubação verde; avaliação de espécies.

ABSTRACT

It was aimed to evaluate three treatments for forest restoration in an area with periodic elevation of the groundwater, in the Corredor de Biodiversidade Santa Maria, located between the cities of Santa Teresinha de Itaipu and São Miguel do Iguaçu, in Paraná state. The treatments were: control, green manure and soil solarization. It was performed a monthly monitoring of mortality and development of 12 tree native species of the region and the persistence of two invasive species present in the area, *Megathyrsus maximus* (coloniao grass) and *Cyperus rotundus* (coco grass). Furthermore, it was evaluated the changes introduced

1 Bióloga, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua Universitária 2069, Caixa Postal 711, Bairro Universitário, CEP 85819-110, Cascavel (PR), Brasil. meri_ol@yahoo.com.br

2 Bióloga, Dr^a., Professora Adjunta do Departamento de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua Universitária 2069, Jardim Universitário, CEP 85819-110, Cascavel (PR), Brasil. liviatemponi@yahoo.com.br

3 Engenheiro-Agrônomo, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua Universitária 2069, Jardim Universitário, CEP 85819-110, Cascavel (PR), Brasil. dercioceri@gmail.com

4 Bióloga, Dr^a., Professora Adjunta do Departamento de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua Universitária 2069, Jardim Universitário, CEP 85819-110, Cascavel (PR), Brasil. anat@brturbo.com.br

in the soil by three soil samples during the experiment. After over a year of assessment, the treatments showed no statistically significant differences on the evaluations. The mortality was more pronounced in January (12.08%), with a higher percentage for *Cabrlea canjerana* (canjarana) and lower for *Luehea divaricata* (açoita-cavalo). About the seedlings development, growth was higher for: *Sapium glandulatum* (leiteiro-do-banhado), *Croton urucurana* (sangra-d'água) and *Luehea divaricata*, with monthly increases in diameter of 3.66 mm to 4.12 mm, and height of 12.39 cm to 17.02 cm. Regarding the dry mass of 'colonião' grass and coco grass (nutsedge) in all treatments, the highest values were found in January (94.14 g m⁻²) and February (132.76 g m⁻²), remaining low throughout the experiment. Through soil analyzes, it was observed that treatments showed no significant differences, however, the physical and chemical changes in the soil were sensitive to the invasive species management, which may lead to new modifications during the growth of seedlings.

Keywords: soil solarization; green manure; species assessment.

INTRODUÇÃO

A falta de planejamento na ocupação de terras associada a práticas de manejo inadequadas, levam à degradação acelerada do solo e ao desmatamento de áreas impróprias à agricultura. Com isso, observa-se um declínio na produtividade dessas áreas, que acabam sendo abandonadas, com riscos de novas áreas serem ocupadas novamente de forma inadequada (ARAÚJO et al., 2012).

De modo geral, para restauração de uma área, o manejo adotado deve ser em função do tipo e intensidade de perturbação, pois áreas submetidas a perturbações extensas acabam dependentes de intervenções antrópicas, como o plantio de mudas (CARPANEZZI; NICODEMO, 2009).

Um dos fatores determinantes para se alcançar a restauração de uma área refere-se ao manejo adequado de plantas daninhas. Com isso, o estudo de novas metodologias de repovoamento florestal tem sido intensificado em busca de práticas de manejo de plantas com potencial competidor, que permitam atingir maior sucesso no controle dessas espécies. Tais metodologias incluem diferentes intensidades de manejo, adubação verde e solarização do solo (BRUEL, 2006; SAMPAIO, 2006; MARTINS, 2007; RODRIGUES et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2011).

A adubação verde, além do controle de plantas daninhas, auxilia na recuperação do solo. Essa metodologia baseia-se na utilização de material vegetal, incorporado ou não ao solo, para promover a sua rápida cobertura, e reduzir dessa forma, o estabelecimento de espécies invasoras. Outras modificações observadas referem-se ao controle de erosão, aumento da porosidade e infiltração de água, maior produção de biomassa e ciclagem de nutrientes (BARRADAS, 2010).

A solarização do solo, por sua vez, desenvolvida em Israel por Katan e colaboradores (KATAN, 1980) como método de desinfestação do solo, consiste na aplicação de um filme plástico transparente e com aditivo anti-UV (concentrados estabilizantes de luz ultravioletas) sobre o solo umedecido, durante o período de maior radiação solar. Com o aquecimento das camadas do solo, o banco de sementes de espécies daninhas é danificado, reduzindo sua infestação. Da mesma forma, há redução de patógenos do solo, enquanto observa-se aumento da quantidade de microrganismos, com conseqüente aumento da decomposição de resíduos e liberação de nutrientes, permitindo um maior crescimento das plantas cultivadas (RICCI et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2002; VARNER; MCSORLEY, 2012).

Além disso, a entrada no ambiente com plantas arbóreas auxilia o processo de sucessão ecológica e contribui com o controle de espécies invasoras que prejudicam o estabelecimento de novas espécies (MACK et al., 2000). A escolha adequada das espécies que serão plantadas deve ser feita com base naquelas de ocorrência natural na região, pois as características do ambiente influenciam o desenvolvimento das mesmas. Espécies nativas podem possuir seus polinizadores, dispersores de sementes e predadores naturais neste local, possibilitando dessa forma, a dispersão e a facilidade de reprodução (MARTINS, 2007).

A recuperação da área pode ser percebida pelo estabelecimento das espécies e início da regeneração natural. Outras avaliações, como análises do solo, auxiliam no acompanhamento da área, dando base científica para entender as transformações ocorridas ao longo do tempo (MASON et al., 2012).

Dessa forma, objetivou-se avaliar três

tratamentos de restauração florestal em uma área com elevação periódica do lençol freático, no Corredor de Biodiversidade Santa Maria, por meio do acompanhamento da mortalidade e desenvolvimento de 12 espécies arbóreas sob os tratamentos controle, adubação verde e solarização do solo. Além disso, objetivou avaliar a persistência de duas espécies invasoras presentes na área, e verificar as alterações promovidas no solo, visando subsidiar projetos de restauração em condições ambientais semelhantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo está situada no oeste do estado do Paraná, no Corredor de Biodiversidade Santa Maria, localizado entre os municípios de Santa Terezinha de Itaipu e São Miguel do Iguçu, o qual é responsável pela junção entre o Parque Nacional do Iguçu e a Faixa de Proteção do Reservatório da Itaipu Binacional.

O corredor abrange as bacias hidrográficas do Rio Iguçu e Paraná III (TOSSULINO et al., 2007), localizado no terceiro planalto paranaense, com solos principalmente dos tipos Latossolo Vermelho e Nitossolo (MINEROPAR, 2013). O solo é hidratado, de textura franco-siltosa, com cerca de 14% de argila, 46% de areia e 40% de silte, classificação baseada no diagrama textural proposto pelo U.S.D.A. (FREIRE, 2006).

A Região Fitoecológica é classificada como Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2012) e o clima é Subtropical Úmido Mesotérmico, classificado por Köppen como Cfa, com verões atingindo temperatura média superior a 22 °C e invernos com média inferior a 18 °C, alcançando a temperatura média anual de 21 °C. A precipitação varia em torno de 1.800 mm, com chuvas distribuídas durante o ano, com uma pequena redução no inverno (IAPAR, 2011).

O ponto de implantação do experimento foi situado em uma região próxima à nascente do Rio Bonito (25°27'18.77" sul e 54°21'19.45" oeste), em uma área onde não houve o desenvolvimento das mudas de espécies arbóreas do Corredor de Biodiversidade Santa Maria, criado em 2003. Nesta área é observada uma predominância das espécies invasoras *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs (capim-colonião) e *Cyperus rotundus* L. (tiririca). A área é caracterizada

ainda por apresentar elevação periódica do lençol freático, nos meses de maiores precipitações.

Implantação do projeto

Previamente à implantação das parcelas, realizou-se a retirada do capim-colonião, espécie dominante na área, por meio de roçada mecânica e capina manual. As touceiras foram retiradas das parcelas para evitar a rebrota, deixando-se o restante do material sobre o solo como cobertura morta, exceto nas parcelas referentes ao tratamento solarização do solo.

Foram testados os tratamentos:

a) Controle: realizou-se o manejo mensal do capim-colonião e tiririca, e o plantio de mudas arbóreas.

b) Adubação verde: realizou-se o manejo mensal do capim-colonião e tiririca, e além do plantio de mudas arbóreas, foram plantadas as espécies de cobertura: *Crotalaria juncea* L. (crotalária), *Avena strigosa* Schreb. (aveia-preta), *Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg. (nabo-forrageiro) e *Vicia sativa* L. (ervilhaca) em três épocas ao longo do experimento. O primeiro plantio foi realizado antes do plantio das mudas arbóreas, em setembro de 2011, com a espécie crotalária. O segundo plantio foi realizado em fevereiro de 2012 novamente com a espécie crotalária, e o terceiro plantio ocorreu em maio de 2012 com as espécies aveia-preta, nabo-forrageiro e ervilhaca. Nos três plantios, as espécies permaneceram na área por um período de três meses, sendo posteriormente roçadas e deixadas sobre o solo como cobertura morta.

c) Solarização do solo: Aplicação de um filme plástico transparente de 100 µm de espessura sobre o solo umedecido, mantido por um período de três meses antes do plantio das mudas. Posteriormente ao plantio, foi realizado o manejo mensal do capim-colonião e tiririca.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com 12 parcelas de 10 x 10 m, com quatro repetições para cada tratamento, abrangendo uma área amostral de 1200 m². As mudas foram plantadas de acordo com o modelo de repovoamento florestal em linhas, com 20 mudas por parcela, em covas de 20 x 20 x 40 cm, e espaçamento de 2 x 2 m (RODRIGUES; LEITÃO FILHO, 2000). Baseado nas análises químicas iniciais do solo, adotou-se uma adubação de 80 g de NPK 8-30-10 por cova, e 175 g de calcário de conchas por cova para calagem.

Foram selecionadas 12 espécies arbóreas

com ocorrência natural na região e tolerantes a períodos de encharcamento (LORENZI, 2002a; LORENZI, 2002b; BACKES; IRGANG, 2004; CARVALHO, 2006a; CARVALHO, 2006b; CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006; GRIS et al., 2012), reunidas em dois grupos ecológicos:

1) Grupo de espécies pioneiras e secundárias iniciais: *Ficus insipida* Willd. (figueira), *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. (leiteiro-do-banhado), *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (timborí), *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira), *Croton urucurana* Baillone (sangra-d'água), *Cytharexylum myrianthum* Cham. (tarumã-branco), *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. (açoita-cavalo) e *Inga marginata* Willd. (ingá).

2) Grupo de espécies secundárias tardias e climáticas: *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex. Miq.) Engl. (aguaí), *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. (canjarana), *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O. Berg. (guabiroba) e *Eugenia uniflora* L. (pitanga).

Foram plantadas 20 mudas por parcela em dezembro de 2011, e o acompanhamento das mudas foi realizado mensalmente por um ano. Foram considerados os valores de acréscimo mensal em altura e diâmetro a altura do coleto, importante para avaliar a sobrevivência das mesmas logo após o plantio (CRUZ et al., 2006). A mortalidade das mudas foi registrada a cada mês a fim de acompanhar o seu estabelecimento.

Para minimizar a influência da elevação do lençol freático e afloramento de água no interior das covas na época do plantio das mudas foram preparados montículos de terra sobre as covas.

O manejo sobre o capim-colonião e tiririca foi realizado mensalmente, bem como as coletas de amostras com utilização de um quadrado de 50 x 50 cm (0,25 m²), que era lançado aleatoriamente quatro vezes em cada parcela, a fim de se obter uma amostragem final de 1 m². As amostras coletadas eram secas em estufa a 70 °C por 48 horas, e então pesadas, avaliando-se a massa seca, e inferindo a quantidade de capim-colonião e tiririca persistentes na área a cada mês.

Análises do solo

Com o intuito de observar as alterações nas características do solo da área foram realizadas análises químicas e físicas do solo dentro das unidades experimentais.

As amostras foram coletadas em duas

profundidades, de 0-10 cm e de 10-20 cm de acordo com metodologia Embrapa (1997), em três épocas no decorrer do trabalho, sendo a primeira coleta de solo antes do manejo da área (setembro/2011), a segunda no período de implantação das mudas (dezembro/2011) e a terceira, 12 meses após a primeira coleta (setembro/2012). As características químicas analisadas foram: matéria orgânica (MO), acidez potencial (H+Al), condutividade elétrica (CE), carbono (C), fósforo (P), potássio (K), ferro (Fe), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn) e capacidade de troca catiônica (CTC). As características físicas foram: densidade e porosidade do solo (macro e microporosidade).

Análises estatísticas

Todos os dados coletados foram avaliados quando à homogeneidade por meio do teste de Cochran. Os dados de desenvolvimento das mudas e análises do solo foram avaliados por meio do teste estatístico ANOVA, em um modelo de parcelas subdivididas.

As variáveis massa seca do capim-colonião e tiririca, e mortalidade das mudas foram submetidas ao teste de ANOVA no modelo de parcelas subdivididas. Em situações de significância estatística ($p < 0,05$), as variáveis supracitadas foram posteriormente analisadas por meio do Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mortalidade verificada para as mudas alcançou um valor total de 74 plantas (30,83%). Contudo, não houve diferença entre os tratamentos aplicados ($p < 0,05$), demonstrando que nenhum tratamento foi capaz de garantir uma maior sobrevivência das espécies implantadas.

Em relação ao período avaliado, houve diferença significativa entre os meses ($p < 0,05$), sendo esta mais acentuada no primeiro mês após o plantio (12,08%) ($p < 0,05$). Os meses de fevereiro a dezembro foram semelhantes entre si, com percentuais variando de 0% a 3,75% (Tabela 1).

Na época do plantio, a área encontrava-se com elevação do lençol freático e parte das covas apresentava afloramento de água. Essa condição pode ter levado à formação de um ambiente anaeróbico, causando asfixia das raízes e favorecendo o desenvolvimento de microrganismos

TABELA 1: Médias de mortalidade e mortalidade acumulada das mudas plantadas no Corredor de Biodiversidade Santa Maria-PR.

TABLE 1: Means of mortality and cumulative mortality of seedlings planted at Corredor de Biodiversidade Santa Maria - PR.

Médias de Mortalidade e Mortalidade Acumulada ao Mês		
Mês	Mortalidade (%)	Mortalidade Acum. (%)
jan/12	12,08 a	12,08
fev/12	3,33 b	15,41
mar/12	2,08 b	17,49
abr/12	0,00 b	17,49
mai/12	3,75 b	21,24
jun/12	1,67 b	22,91
jul/12	0,42 b	23,33
ago/12	0,00 b	23,33
set/12	0,83 b	24,16
out/12	2,08 b	26,24
nov/12	1,67 b	27,91
dez/12	2,92 b	30,83

Em que: Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey em nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

anaeróbios. A produção de substâncias tóxicas, por sua vez, devido ao metabolismo respiratório distinto dos microrganismos na presença de água e do material incorporado ao solo, proveniente da palha do capim, pode ter dificultado o estabelecimento das mudas (CAMARGO et al., 2001; TUNES et al., 2008). O estresse causado pela saturação hídrica do solo constitui um fator de seleção das espécies, eliminando aquelas não tolerantes (FERREIRA et al., 2010). Após esse período inicial de adaptação, em que as mudas estão mais suscetíveis, não foi mais observado mortalidade significativa ($p > 0,05$).

Dentre as espécies avaliadas, a canjarana foi a única que apresentou mortalidade de todas as mudas, sendo mais acentuada nos primeiros meses após o plantio. Tal fato pode estar relacionado à saturação hídrica do solo, sendo prejudicial ao seu estabelecimento na área. Resultados semelhantes foram encontrados por Pozzobon (2010), que verificou mortalidade acentuada para esta espécie em decorrência de períodos de alagamento. Isso demonstra que apesar da grande plasticidade descrita para a canjarana (CARVALHO, 2006a), esta espécie parece possuir maior sensibilidade a áreas com depleção de oxigênio, pelo menos na sua fase inicial de desenvolvimento.

O açoita-cavalo, por outro lado, foi a

única espécie a apresentar sobrevivência de todos os indivíduos. Essa espécie ocorre naturalmente na área, tendo bom desenvolvimento em meio ao capim-colonião, demonstrando que a mesma possui boa adaptação às condições locais.

Em relação à avaliação do crescimento das mudas, tanto para a variável diâmetro, como para a variável altura, foi possível verificar que houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos ao longo dos meses de experimentação (diâmetro: $F=3,00$; $p < 0,05$; altura: $F=7,38$; $p < 0,05$) (Figuras 2 e 3).

Sendo assim, foi possível observar que as mudas submetidas ao tratamento solarização do solo apresentaram maior crescimento no período inicial de janeiro a março. Esses resultados indicam que as modificações ocorridas nesse tratamento tiveram efeito mais pronunciado logo após a sua retirada. Isso é importante quando se considera que um crescimento acentuado no período inicial de adaptação das mudas pode ser interessante para garantir um melhor estabelecimento das espécies, principalmente quando há competição com espécies exóticas.

Ao final do experimento, logo após o período de inverno, os maiores crescimentos foram verificados para os tratamentos solarização do

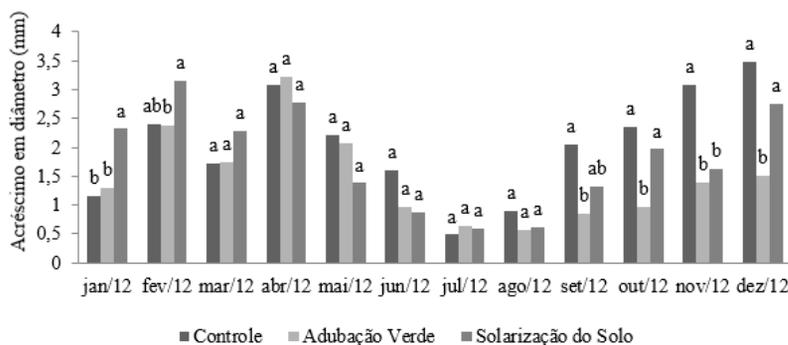


FIGURA 2: Médias mensais de crescimento em diâmetro (mm), das espécies implantadas no Corredor de Biodiversidade Santa Maria-PR, sob os tratamentos, controle, adubação verde e solarização do solo. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey em nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

FIGURE 2: Monthly means diameter growth (mm), of the species planted at Corredor de Biodiversidade Santa Maria – PR, under the treatments, control, green manure and soil solarization.

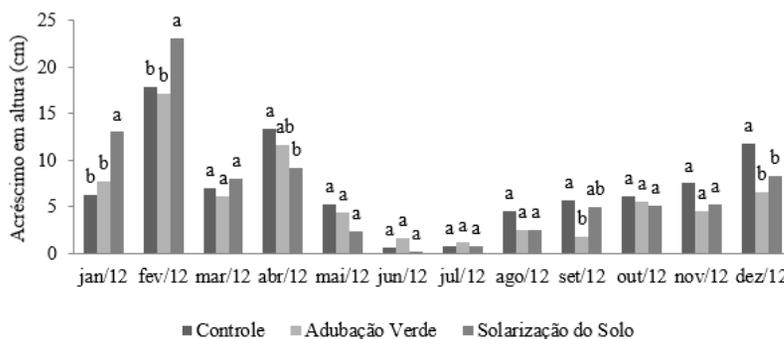


FIGURA 3: Médias mensais de crescimento em altura (cm), das espécies implantadas no Corredor de Biodiversidade Santa Maria-PR, sob os tratamentos, controle, adubação verde e solarização do solo. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey em nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

FIGURE 3: Monthly means height growth (cm), of the species planted at Corredor de Biodiversidade Santa Maria – PR, under the treatments, control, green manure and soil solarization.

solo e controle. Este último apresentou diferenças estatísticas nos meses de novembro e dezembro, para as variáveis diâmetro e altura, respectivamente. Nos meses correspondentes ao período de inverno, todos os tratamentos apresentaram valores reduzidos de crescimento das mudas, não diferindo estatisticamente ($p > 0,05$) (Figuras 2 e 3).

O tratamento adubação verde apresentou valores reduzidos de crescimento das mudas em relação aos outros tratamentos em quase todas as avaliações. Contudo, as espécies utilizadas como adubo verde não apresentaram uma emergência uniforme nas parcelas até a época de corte, o que resultou em menor quantidade de palha, e dessa forma, menor aporte de matéria orgânica e nutrientes ao solo.

Além disso, os baixos valores de

crescimento, tanto das espécies de adubo verde como das mudas desse tratamento, podem ter sido decorrentes da elevada quantidade de plantas daninhas presentes nessas parcelas. Isso pode ter ocorrido devido à adubação química realizada para a semeadura das espécies de cobertura, favorecendo o crescimento de plantas daninhas e gerando maior competição por outros recursos.

Quando se considera o crescimento das espécies plantadas, independentemente dos tratamentos aplicados, verifica-se que entre as espécies pertencentes ao grupo 1 (pioneiras e secundárias iniciais), os maiores acréscimos em diâmetro pertenceram às espécies leiteiro-dobanhado, sangra-d'água e açoita-cavalo, com valores médios de 4,12 mm, 3,72 mm e 3,66 mm, respectivamente. Em relação à altura, a espécie

sangra-d'água apresentou o maior acréscimo médio, (17,02 cm) o qual foi similar apenas à espécie leiteiro-do-banhado (14,21 cm) (Figura 4).

O leiteiro-do-banhado apresentou crescimento mais acentuado nos meses de dezembro e fevereiro, épocas de precipitação moderada e altas temperaturas, tendo os espécimes apresentado um maior crescimento principalmente em diâmetro, propiciando a cobertura inicial do solo, facilitando, assim, a entrada de outras espécies. Destaca-se na reabilitação de ecossistemas degradados por ser uma planta colonizadora, de crescimento rápido e sistema radicular agressivo, além de sua resistência ao frio e a seca (SANTARELLI, 1996).

Da mesma forma, a espécie sangra-d'água ultrapassou os dois metros em apenas quatro meses após o plantio, e apresentou floração de alguns indivíduos após um ano de avaliação. Essa espécie é característica de terrenos muito úmidos e encharcados permanentemente ou temporariamente (MARTINS, 2007; LORENZI, 2002a), sendo recomendada em plantios mistos em áreas ciliares degradadas (LORENZI, 2002a). Em trabalhos similares, a sangra-d'água também apresentou crescimento diferenciado e superior em diâmetro e altura, reforçando seu potencial na recuperação de áreas degradadas (ARAÚJO et al., 2008; MAXIMIANO; PINTO, 2012; SARMENTO; LOURES, 2012).

A espécie açoita-cavalo, além de apresentar uma alta sobrevivência também foi uma das espécies com desenvolvimento superior na área

de estudo, assim como foi observado em trabalho semelhante realizado por Maximiano e Pinto (2012). Essa espécie é caracterizada como secundária inicial, típica de solos aluviais, com capacidade de suportar inundações periódicas de rápida duração e alagamento moderado (BACKES; IRGANG, 2004; CARVALHO, 2006b).

Outras espécies do grupo das pioneiras e secundárias iniciais (grupo 1) que apresentaram valores intermediários de crescimento, mas com bom desenvolvimento na área foram: timborí ($\Theta = 2,60$ mm; $h = 11,23$ cm), aroeira ($\Theta = 2,00$ mm; $h = 9,76$ cm) e tarumã-branco, ($\Theta = 1,91$ mm; $h = 6,49$ cm) (Figura 4).

Dentre as espécies do grupo das secundárias tardias e climáticas (grupo 2), todas apresentaram crescimento similar, sendo os maiores valores de diâmetro observados para canjarana ($\Theta = 0,45$ mm) e pitanga ($\Theta = 0,35$ mm), e os maiores valores de altura para pitanga ($h = 1,43$ cm) e aguai ($h = 1,24$ cm) (Figura 4).

As espécies ingá e figueira (grupo 1), e em especial as espécies do grupo 2, apresentaram em grande parte dos meses, reduzidos valores de acréscimo, corroborando as características descritas para essas espécies, de crescimento lento a moderado (LORENZI, 2002b; CHAGAS et al., 2004; CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006; SOUZA et al., 2006; GOGOSZ et al., 2010; MARCONATO, 2010).

Entretanto, a diminuição do porte do espécime em função da perda de umidade, como

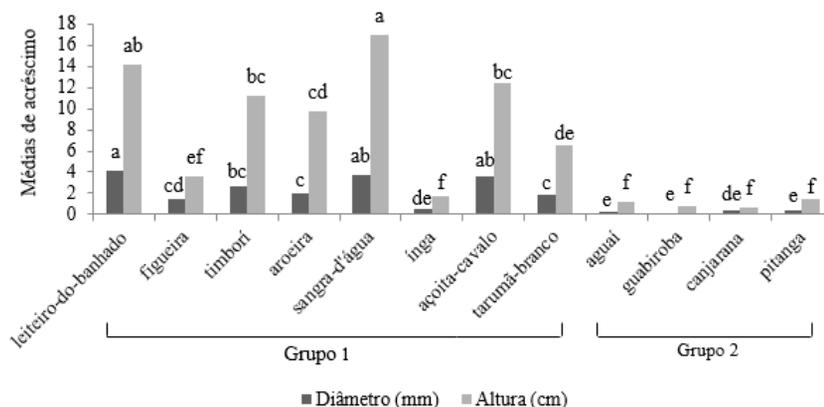


FIGURA 4: Médias de crescimento em diâmetro (mm) e altura (cm) das espécies plantadas no Corredor de Biodiversidade Santa Maria-PR. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey em nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

FIGURE 4: Means of diameter (mm) and height (cm) growth of the species planted at Corredor de Biodiversidade Santa Maria – PR.

também foi observado no presente estudo, pode indicar situações de estresse (NEVES et al., 2004; NASCIMENTO et al., 2011; LEMOS et al., 2011), em que a presença de raízes finas e superficiais, observada para mudas com lento desenvolvimento, associada à competição com espécies já presentes na área, podem dificultar o estabelecimento das mudas (SORREANO et al., 2011).

A inclusão de espécies mais tardias na sucessão ecológica em programas de reflorestamento (grupo 2), justifica-se por sua importância para perpetuação da área em longo prazo, sendo que as mesmas serão responsáveis pela substituição gradual das espécies de rápido crescimento, compondo os diferentes estratos arbóreos (RODRIGUES et al., 2009).

O estabelecimento das espécies na área e sua manutenção dependem também de outros fatores que permitam a construção de um ambiente favorável. Nesse sentido, a permanência do capim-colonião e tiririca dificulta a manutenção do banco de plântulas da área e o estabelecimento de propágulos alóctones, o que pode vir a comprometer a sua perpetuação em longo prazo. A presença de plântulas no sub-bosque de florestas tropicais representa uma estratégia de manutenção das populações em relação ao estoque de material genético das espécies, importante, também para a manutenção da biodiversidade local (VIANI, 2005).

De acordo com as avaliações sobre a massa seca do capim-colonião e tiririca, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos ($p > 0,05$). Contudo, em relação à massa seca avaliada por mês, foi possível verificar que os meses de janeiro ($132,76 \text{ g m}^{-2}$) e fevereiro ($94,14 \text{ g m}^{-2}$), apresentaram maiores médias em relação aos demais meses, os quais variaram de $0,07 \text{ g m}^{-2}$ a $18,82 \text{ g m}^{-2}$.

Apesar de não haver diferenças entre os tratamentos, foi observado em campo que o tratamento solarização do solo promoveu um maior controle sobre o capim-colonião em comparação a tiririca. Como o efeito da solarização tende a ser menor nas camadas mais profundas do solo, e a tiririca é uma espécie tolerante a temperaturas elevadas (RICCI et al., 1997), sua persistência na área pode ter ocorrido pela expansão dos rizomas que se encontram nas camadas inferiores. Em trabalho realizado por Varner e Mcsorley (2012), estes observaram que a solarização, apesar de ter sido eficaz na redução dos brotos da tiririca após sua emergência, aparentemente também não foi

eficiente sobre o banco de sementes.

Ao avaliar as características químicas e físicas do solo, verificou-se que não houve interação significativa entre os diferentes tratamentos, épocas de coleta e profundidades, demonstrando que esses fatores são independentes. Da mesma forma, os tratamentos controle, adubação verde e solarização, não apresentaram diferenças significativas sobre as características do solo.

Contudo, em relação às coletas realizadas nas três épocas ao longo do experimento, verificaram-se alterações sobre todas as características químicas e físicas ($p < 0,05$) com exceção do Na (Tabela 2). Do mesmo modo, os resultados obtidos nas duas profundidades em cada tratamento e coleta, demonstraram médias estatisticamente superiores ($p < 0,05$) na profundidade 0-10 cm para a maioria das variáveis (Tabela 2).

Uma vez que as camadas superficiais de solo tendem a apresentar uma maior ciclagem de nutrientes (SANTOS et al., 2011), os resultados significativos para as três coletas, independentemente dos tratamentos, demonstram que o manejo realizado em relação ao capim-colonião e tiririca, pode ter sido capaz de promover as modificações observadas.

A acidificação do meio é uma das propriedades de grande influência sobre o crescimento das plantas, pois interfere na disponibilidade dos nutrientes do solo, podendo reduzir o desenvolvimento das raízes, e causar toxicidade aos vegetais (WEBER-BLASCHKE et al., 2008). A acidez do solo é verificada pela concentração de íons H^+ na solução do solo, que é dada pelo valor de pH (acidez ativa).

O solo da área antes do manejo apresentava pH ácido, sofrendo mais reduções após a retirada do capim-colonião e plantio das mudas, principalmente na última coleta, um ano depois. O acúmulo da palha do capim sobre o solo pode ter promovido a liberação de alguns nutrientes e ácidos orgânicos, provocando acidificação do meio (REICH et al., 2005). Além disso, é observado que a modificação do ambiente pela introdução de espécies arbóreas pode reduzir o pH do solo, devido à absorção dos cátions, em troca de prótons, ocorrer mais rápido que a devolução destes para o solo pela decomposição da matéria orgânica (NILSSON et al., 1982).

Em relação à acidez potencial (H^+Al) e capacidade de troca de cátions (CTC), as análises apresentaram valores medianos de concentrações (LANTMANN et al., 1982). A acidez potencial

TABELA 2: Resultados das análises químicas e físicas do solo no Corredor de Biodiversidade Santa Maria-PR, das coletas realizadas em setembro de 2011 (coleta 1), dezembro de 2011 (coleta 2) e setembro de 2012 (coleta 3), nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm. Densidade do solo (DS), microporosidade (MIC), macroporosidade (MAC) e porosidade total (PT).

TABLE 2: Results of chemical and physical analyzes of soil at Corredor de Biodiversidade Santa Maria-PR, samples collected in September 2011 (collect 1), December 2011 (collect 2) and September 2012 (collect 3), at depths of 0 to 10 cm and 10 to 20 cm. Soil density (DS), microporosity (MIC), macroporosity (MAC) e total porosity (PT).

Características	Profundidades		Coletas			
	0-10	10-20	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	
Químicas	pH	4,184 a	4,133 a	4,200 a	4,238 a	4,037 b
	H+Al (Cmolc/dm ³)	6,502 a	5,111 b	5,943 a	6,317 a	5,159 b
	Na (Cmolc/dm ³)	0,175 a	0,166 a	0,162 a	0,166 a	0,184 a
	CE (dS/m)	2,126 a	2,117 a	2,191 b	2,237 a	1,937 c
	C (g/dm ³)	18,413 a	12,561 b	16,316 a	16,542 a	13,604 b
	MO (g/dm ³)	31,744 a	21,656 b	28,129 a	28,518 a	23,452 b
	P (mg/dm ³)	0,297 a	0,214 b	0,184 b	0,322 a	0,260 ab
	K (Cmolc/dm ³)	0,359 a	0,154 b	0,293 a	0,293 a	0,184 b
	Ca (Cmolc/dm ³)	4,534 a	4,108 b	3,117 c	4,176 b	5,669 a
	Mg (Cmolc/dm ³)	0,901 a	0,778 a	0,798 b	0,754 b	0,966 a
	Fe (Cmolc/dm ³)	2,689 a	1,978 b	6,920 a	0,461 b	0,449 b
	Cu (Cmolc/dm ³)	0,035 a	0,030 b	0,028 c	0,037 a	0,033 b
	Mn (Cmolc/dm ³)	0,218 a	0,193 b	0,182 b	0,228 a	0,207 ab
	Zn (Cmolc/dm ³)	0,024 a	0,018 b	0,025 a	0,025 a	0,013 b
	CTC (Cmolc/dm ³)	11,629 a	9,484 b	10,151 b	11,539 a	9,979 b
Físicas	DS (g/cm ³)	1,122 b	1,252 a	1,172 b	1,139 b	1,250 a
	MIC (%)	43,549 a	37,613 b	42,435 a	44,587 a	34,722 b
	MAC (%)	15,031 a	16,409 a	14,226 b	13,876 b	19,059 a
	PT (%)	58,580 a	54,022 b	56,661 b	58,462 a	53,780 c

Em que: Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey em nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

refere-se aos íons de hidrogênio não dissociado, e que podem ser liberados para a solução do solo, servindo como uma acidez de reserva para manter o valor de pH (capacidade tampão), o que está também relacionado à CTC do solo (MAYS et al., 2000).

Apesar disso, plantas submetidas a condições de estresse, como solos ácidos e altas concentrações de Al³⁺, são capazes de produzir nas imediações das raízes diferentes ácidos orgânicos, que favorecem a solubilidade de elementos que são afetados, como P e K, por processos de quelação e troca de ligantes, reduzindo a toxicidade de alumínio e estimulando a atividade microbiana e

desenvolvimento das plantas (MIYASAWA, 1992).

Além do baixo pH, foram observados baixos valores de P disponível às plantas, devido ao desbalanço de nutrientes promovido pela acidificação do solo (WEBER-BLASCHKE et al., 2008). Contudo, a grande quantidade de palha de capim pode ter levado a um ligeiro aumento das concentrações de P, devido à liberação de nutrientes pela decomposição desse material (LONGO; ESPÍNDOLA, 2000), o que ocorreu principalmente na segunda avaliação, três meses após o corte do capim. Outro fator refere-se à redução significativa observada para as concentrações de Fe, que em altas concentrações e sob pH abaixo de 5,5 pode

se complexar com P tornando-o indisponível na solução do solo (HANNA; HUTCHESON, 1968). O que teria favorecido a elevação de P, uma vez que houve redução de Fe.

Da mesma forma, o Ca e Mg também são afetados indiretamente, pois mesmo que estejam presentes na solução do solo em concentrações adequadas, como foi verificado (LANTMANN et al., 1982), sua absorção pelas plantas depende das concentrações de Al no solo. As concentrações de Al, por sua vez, são elevadas em solos ácidos, permitindo que o Al atue como antagonista nesse processo (WEBER-BLASCHKE et al., 2002).

De modo geral, os solos brasileiros são mais deficientes em macronutrientes do que em micronutrientes, estando a maior disponibilidade de ferro, cobre, manganês e zinco relacionada à maior acidez do solo (RAIJ, 1991; PEGORARO, 2006).

Após um ano de controle do capim-colonião foi observada uma redução das concentrações de C e MO. A grande quantidade de raízes finas produzida por gramíneas pode ser rapidamente degradada, contribuindo com a entrada constante de C no solo (BERNOUX et al., 1999), dessa forma, o capim-colonião que existia antes nas parcelas, possivelmente contribuía para sua maior concentração. Além disso, a área de estudo até o momento possui baixa produção de biomassa devido ao reduzido acúmulo de material vegetal sobre o solo, favorecendo a redução dos valores de C e MO.

Como a movimentação da água e oxigênio no solo está relacionada a estrutura deste, uma proporção adequada de macro e microporos permite maior fornecimento de água e nutrientes minerais e maior crescimento das plantas. A proporção encontrada para a área está próxima de 1/3 de macroporos para 2/3 de microporos, conforme o recomendado (HANNA; HUTCHESON, 1968; KIEHL, 1979).

A densidade, por sua vez, apresenta relação inversa com a porosidade, sendo que quanto maior a densidade do solo, menor a porosidade total (REICHERT et al., 2007). O aumento da densidade do solo ao longo do tempo pode ser explicado, por sua vez, pela redução das concentrações de MO (ARAUJO et al., 2004), estando o conteúdo de MO presente no solo relacionado a sua qualidade, melhorando sua estrutura e capacidade de retenção de água e aeração, além de reduzir a coesão das partículas.

As modificações observadas nas

características químicas e físicas podem ser decorrentes do controle do capim-colonião encontrado anteriormente no local, podendo ainda promover novas modificações em decorrência do desenvolvimento das mudas plantadas. Além disso, os microrganismos do solo, responsáveis por muitas das alterações físicas e químicas, são bastante sensíveis às mudanças do uso e manejo da área, podendo contribuir com as modificações ocorridas (ZILLI et al., 2003).

CONCLUSÃO

Os tratamentos controle, adubação verde e solarização do solo não apresentam diferenças sobre o desenvolvimento das mudas, quantidade de massa seca das espécies invasoras, e alterações das características do solo. Contudo, verificam-se alterações das características do solo em decorrência do controle do capim-colonião e tiririca.

Com relação ao crescimento das espécies, o leiteiro-do-banhado, a sangra-d'água e o açoita-cavalo são superiores em crescimento às demais espécies do grupo 1, e dentre as espécies do grupo 2, todas apresentam desenvolvimento similar.

Verifica-se dessa forma, que o plantio misto de espécies arbóreas, escolhidas de acordo com o tipo de solo da área, associado ao manejo de espécies competidoras são práticas suficientes para recuperação de áreas em condições ambientais semelhantes.

AGRADECIMENTOS

À administração da Fazenda Santa Maria pela permissão da realização do projeto na área, à equipe do Herbário UNOP e PGEAGRI da Unioeste pelo auxílio em campo e nas análises realizadas e ao curso de Biologia da Uniamérica pelo auxílio em campo durante o plantio das mudas. Ao Instituto Maytenus pelo auxílio financeiro e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão de bolsa de mestrado à primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 322p.
- ARAUJO, M. A.; TORMENTA, C. A.; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um latossolo vermelho

- distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 28, p. 337-345, 2004.
- ARAÚJO, F. R. et al. Análise do potencial de crescimento inicial de espécies arbóreas florestais, implantadas em área de preservação permanente, próximo a um córrego no município de Garça – SP. **Revista Científica Eletrônica De Engenharia Florestal**, n. 11, 2008.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do sul: guia de identificação & interesse ecológico**. Rio de Janeiro: Instituto Souza Cruz, 2004.
- BARRADAS, C. A. A. **Adubação Verde**. Niterói: Programa Rio Rural, 2010. 10p.
- BERNOUX, M. et al. Carbono e nitrogênio em solo de uma cronossequência de Floresta Tropical - pastagem de Paragominas. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 4, p.777-783, 1999.
- BRUEL, B. O. **Restauração da floresta atlântica no litoral do Paraná: avaliação de dois sistemas de plantio e da regeneração natural**. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- CAMARGO, F. A. et al. Aspectos fisiológicos e caracterização de toxidez a ácidos orgânicos voláteis em plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 523-529, 2001.
- CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B. **Espécies nativas recomendadas para recuperação ambiental no Estado do Paraná, em solos não degradados**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006.
- CARPANEZZI, A. A.; NICODEMO, M. L. F. **Recuperação de mata ciliar e reserva legal florestal no noroeste paulista**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2009. 35 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras Volume 1**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006a.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras Volume 2**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006b.
- CHAGAS, R. K. et al. Crescimento diametral de espécies arbóreas em floresta estacional semidecidual ao longo de seis anos. In: VILAS BOAS, O.; DURIGAN, G. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão**. São Paulo: Páginas e Letras, p. 265-290, 2004.
- CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GUERRERO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-casas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, 537-546, 2006.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos e análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- FERREIRA, C. S. et al., Plant reproduction in the Central Amazonian floodplains: challenges and adaptations. **AoB PLANTS**, v. 2010, 2010.
- FREIRE, O. **Solos das regiões tropicais**. 1. ed. Botucatu: FEPAF, 2006.
- GOGOSZ, A. M. et al. Morfoanatomia da plântula de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. (Myrtaceae). **Acta Botânica Brasilica**, v. 24, n. 3. p. 613-626, 2010.
- GRIS, D.; TEMPONI, L. G.; MARCON, T. R. Native species indicated for degraded area recovery in Western Paraná, Brazil. **Revista Árvore**, v. 36, n. 1, p. 113-125, 2012.
- HANNA, W. J.; HUTCHESON, JR. T. B. SoilPlant Relationships. In: NELSON, L. B. (ed.). **Changing patterns in fertilizer use: proceedings**. Madison: Soil Science Society of America, 1968, p. 141-162.
- IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>> Acesso em: 26/06/2011.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012, 92 p.
- KATAN, J. Solar pasteurization of soils for disease control: status and prospects. **Plant Disease**, v. 64, n. 5, p. 450-454, 1980.
- KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262 p.
- LANTMANN, A. F. et al. **Bases para o uso racional de corretivos e adubos no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR/EMBRAPA-CNPSo, 1982. 184 p.
- LEMOS, A. O. et al. Respostas ecofisiológicas de *Bernardia sidoides* Müll. Arg. ao estresse hídrico. **Revista de Geografia**, v. 28, n. 1, 2011.
- LONGO, R. M.; ESPÍNDOLA, C. R. Alterações em características químicas de solos da região Amazônica pela introdução de pastagens. **Acta Amazonica**, v. 30, n.1, p. 71-80, 2000.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v. 1, 2002a.

- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v. 2, 2002b.
- MACK, R. N. et al. Biotic Invasions: Causes, Epidemiology, Global Consequences and control. **Issues in Ecology**, n. 5, 2000.
- MARCONATO, G. M. **Avaliação de quatro métodos de restauração florestal de áreas úmidas degradadas no município de Mineiros do Tietê - SP**. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas (Botânica) AC: Morfologia e Diversidade Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2010.
- MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. 2. ed. Viçosa: CPT, 2007.
- MASON, N. W. H. et al. Changes in coexistence mechanisms along a long-term soil chronosequence revealed by functional trait diversity. **Journal of Ecology**, v. 100, p. 678–689, 2012.
- MAXIMIANO, N. A.; PINTO, L. V. A. **Avaliação do crescimento inicial de quinze espécies florestais pioneiras no entorno de uma nascente pontual em processo de recuperação**. Disponível em: <<http://ramses.ffalm.br/cognitum--/images/pdf/botanica/019-i%20simposio%20de%20ciencias%20ambientais%20do%20norte%20do%20parana%20-%20uenp-clm%20issn%201984-4697.pdf>> Acesso em: 12/12/2012.
- MAYS, D. A.; SISTANI, K. R.; SOILEAU, J. M. Lime and fertilizer needs for land reclamation. In: BARNHISEL, R. I.; DARMODY, R. G.; DANIELS, W. L. (eds.). **Reclamation of Drastically Disturbed Lands**. Agronomy Monograph 41. Madison: Soil Science Society of America, 2000, p. 217-240.
- MINEROPAR. Minerais do Paraná. **Geologia do Paraná**. 2008. Disponível em: <<http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=106>> Acesso em: 28/01/2013.
- MIYASAWA, M.; CHIERICE, G. O.; PAVAN, M. A. Amenização da toxicidade de alumínio à raízes do trigo pela complexação com ácidos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, p. 209-215, 1992.
- NASCIMENTO, H. H. C. et al. Análise do crescimento de mudas de jatobá (*Humenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 617-626, 2011.
- NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G.; RODRIGUES, C. R. Crescimento e nutrição de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 997-1006, 2004.
- NILSSON, S. I.; MILLER, H. G.; MILLER, J. D. Forest growth as a possible cause of soil and water acidification - an examination of the concepts. **Oikos**, v. 39, n. 1, p. 40–49, 1982.
- OLIVEIRA, F. F.; MIRANDA, S. C.; RICCI, M. S. F. **Influência do preparo do solo e seu posterior revolvimento sobre a eficiência da cobertura plástica utilizada no controle de tiririca (*Cyperus rotundus* L.)**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002.
- PEGORARO, R. F. et al. Fluxo difusivo e biodisponibilidade de zinco, cobre, ferro e manganês no solo: influência da calagem, textura do solo e resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 859-868, 2006.
- POZZOBON, M. et al. Restauração de planícies do rio Itajaí-Açu, SC: Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas por tipo de solo. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 63, p. 171-189, 2010.
- RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1991. 343 p.
- REICH, P. B. et al. Linking litter calcium, earthworms and soil properties: a common garden test with 14 tree species. **Ecology Letters**, v. 8, p. 811–818, 2005.
- REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Tópicos Ciência do Solo**, v. 5, p. 49-134, 2007.
- RICCI, M. S. F. et al. Efeitos da solarização do solo na densidade populacional da tiririca e na produtividade de hortaliças sob manejo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 11, p. 2175-2179, 2000.
- RICCI, M. S. F.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M. **Efeito da solarização na população infestante de tiririca (*Cyperus rotundus*) e na produção de hortaliças**. Comunicado Técnico. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1997. 6 p.
- RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISEMHAGEN, I. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. 1. ed. São Paulo: LERF/ESALQ/Instituto BioAtlântica, 2009.
- RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 1. ed. São

- Paulo: EDUSP, 2000.
- SAMPAIO, A. B. **Restauração de Florestas Estacionais Deciduais de terrenos planos no norte do Vão do Rio Paraná – GO**. 119 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília. Brasília, 2006.
- SANTARELLI, E. G. Recuperação de mata ciliar: seleção de espécies e técnicas de implantação In: BALENSIEFER, M. **Recuperação de áreas degradadas: III Curso de atualização UFPR**. Curitiba: FUPEF, 1996.
- SANTOS, B. C.; RANGEL, L. A.; CASTRO JUNIOR, E. Estoque de matéria orgânica na superfície do solo em fragmentos florestais de Mata Atlântica na APA de Petrópolis-RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 3, p. 266-274, 2011.
- SARMENTO, B. M.; LOURES, L. **Avaliação do desenvolvimento de mudas de espécies arbóreas plantadas numa área paludosa**. Disponível em: <<http://ramses.ffalm.br/cognitum--/images/pdf/botanica/007-i%20simposio%20de%20ciencias%20ambientais%20do%20norte%20do%20parana%20-%20uenp-clm%20issn%201984-4697.pdf>> Acesso em: 12/12/2012.
- SORREANO, M. C. M. et al. Deficiência de macronutrientes em mudas de sangra-d'água (*Croton urucurana*, Baill.). **Cerne**, v. 17, n. 3, p. 347-352, 2011.
- SOUZA, L. P. et al. **Avaliação do crescimento de espécies arbóreas nativas em solo reconstituído e compactado: Rodovia BR-277, Porto Amazonas, PR**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 24 p.
- TOSSULINO, M. G. P. et al. **Resumo executivo da avaliação ecológica rápida do corredor Iguaçu-Paraná**. Curitiba: IAP/STCP Engenharia de Projetos, 2007.
- TUNES, L. M. et al. Aspectos fisiológicos da toxidez de ácidos orgânicos em sementes de aveia. **Biotemas**, v. 21, n. 4, p. 21-28, 2008.
- VARNER, R. S.; MCSORLEY, R. Weed population dynamics after summer solarization. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 125, p. 201-206, 2012.
- 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**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Unicamp, Campinas. 2005.
- WEBER-BLASCHKE, G. et al. Growth and nutrition of young European ash (*Fraxinus excelsior* L.) and sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) on sites with different nutrient and water statuses. **European Journal of Forest Research**, v. 127, p. 465-479, 2008.
- WEBER-BLASCHKE, G.; CLAUS, M.; REHFUESS, K. E. Growth and nutrition of ash (*Fraxinus excelsior* L.) and sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) on soils of different base saturation in pot experiments. **Forest Ecology and Management**, v. 167, p. 43-56, 2002.
- ZILLI, J. E. et al. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 20, n. 3, p. 391-411, 2003.