

Restauração de planícies do rio Itajaí-Açu, SC: sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas por tipo de solo

Maurício Pozzobon^{1,2}, Gustavo Ribas Curcio³, Alexandre Uhlmann³, Franklin Galvão¹, Eduardo Zimmer⁴

¹Universidade Federal do Paraná, Departamento de Ciências Florestais, Av. Pref. Lothário Meissner, 900, Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba, PR, Brasil, mauriciopozzobon@yahoo.com.br; fgalvao@ufpr.br; ²Bolsista CAPES, ³Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, CP 319, CEP 83411-000, Colombo, PR, Brasil, curcio@cnpf.embrapa.br, alexandre@cnpf.embrapa.br; ⁴Instituto de Pesquisas Ambientais/ Universidade Regional de Blumenau (IPA/FURB), Rua São Paulo, 3366, Itoupava Seca, CEP 89030-000, Blumenau, SC, Brasil, zimmer@furb.br

Resumo - A variação na expressão dos atributos pedológicos, conjugada com peculiaridades dos processos existentes no ecossistema fluvial, exerce forte influência sobre a distribuição da vegetação nesses ambientes. As estratégias de restauração das florestas fluviais precisam respeitar essas peculiaridades e, neste caso, a escolha de espécies adequadas para iniciar o estabelecimento de uma comunidade funcional representa elemento chave. O presente estudo teve como objetivo avaliar a sobrevivência e o crescimento de nove espécies arbóreas, plantadas em três diferentes densidades e em dois tipos de solos – Neossolo Flúvico (RY) e Cambissolo Flúvico (CY), na planície do rio Itajaí-Açu, SC. As espécies que se apresentaram promissoras para o uso na restauração de ambientes fluviais, em RY sob condições de semi-hidromorfia, com elevada saturação por bases e submetidas à recorrência de pulsos de inundação, foram: *C. myrianthum*, *A. glandulosa*, *I. marginata*, *S. terebinthifolius* e *R. sericea*. *A. cacans* mostrou-se promissora sob as condições acima citadas, desde que não sujeita ao alagamento.

Termos para indexação: Restauração ecológica, florestas fluviais, Rio Itajaí-Açu.

Floodplain restoration on Itajaí-Açu river, Santa Catarina State, Brazil: survival and initial growth of tree species according to soil type

Abstract - The variation of soil attributes along with peculiarities of riverine ecosystem process, determines strong influence on the vegetation distribution in these environments. The restoration strategies of riverine vegetation need to observe these peculiarities and, in this case, choosing of appropriate species is a key element to initiate the process of establishment of a functional community. The present study aimed at to evaluate the survival and initial growth of nine tree species in different plantation densities and in two soil types – Fluvisoil (RY) and Cambisol (CY). Field experiments were conducted on Itajaí-Açu floodplain, Santa Catarina State, southern Brazil. The species that showed better performance to promote the restoration in fluvial environment, in a RY soil type, under a semi-hydromorphic condition in the soil profile, with high level of fertility and submitted to recurrent inundation pulses, were: *C. myrianthum*, *A. glandulosa*, *I. marginata*, *S. terebinthifolius* and *A. sericea*. *A. cacans* is a promising species to the same areas but only under conditions of no permanent flooding.

Index terms: Restoration ecology, riparian forests, Itajaí-Açu River.

Introdução

As florestas fluviais recebem diversas nomenclaturas, as mais comuns são: vegetação/floresta/mata ciliar, ribeirinha, aluvial, de anteparo, beiradeira, de brejo, de galeria, ripária, ripícola, de várzea (Manual..., 1992; Haridasan, 1998; Ab'Saber, 2000; Rodrigues, 2000; Lima et al., 2001; Martins, 2001; Medri et al., 2002), compreendendo as formações florestais associadas aos corpos hídricos, e que apresentam variações florísticas e estruturais relacionadas com a dinâmica interativa entre

o ecossistema aquático e o ambiente terrestre adjacente (Manual..., 1992; Rodrigues, 2000).

Têm-se atribuído às formações fluviais, como regente de sua dinâmica e determinante para a ocorrência e distribuição das espécies, os pulsos de inundação (Jacomine, 2000; Lytle & Poff, 2004; Budke, 2007), principalmente o grau de influência exercida por eles através da intensidade, frequência e duração com que acontecem (Kozłowski, 1984; Casanova & Brock, 2000).

De acordo com Curcio (2006), as unidades geomórficas fluviais e sua dinâmica determinam

vínculos com o posicionamento dos solos na paisagem, e as variações das formas topográficas implicam em maior ou menor probabilidade de sujeição à ação de enchentes ou à influência do nível do lençol freático, os quais, juntamente com as características pedológicas texturais, estruturais e mineralógicas, condicionam o regime hídrico dos solos (saturados, semisaturados e não saturados). Para o autor, a verificação desses regimes é essencial, porque sob as mesmas condições climáticas, o regime hídrico dos solos pode ser a base para determinar a dinâmica de ocupação das diferentes formas de vida vegetacional, sobretudo em ambientes com níveis tróficos (saturação por bases) estáveis.

Desta forma, na medida em que as áreas situadas ao longo dos rios apresentam forte variação das condições locais de solo, poderia ser esperado que as espécies florestais apresentassem respostas variadas de sobrevivência e crescimento.

A hipoxia no sistema radicular, provocada pela inundação, traduz-se em forte pressão seletiva, sobretudo para as espécies arbóreas. O estabelecimento nesses ambientes se dá em função da adoção de uma série de estratégias, compreendidas através de alterações morfológicas, anatômicas e fisiológicas para vencer as restrições impostas pela saturação hídrica (Kozłowski, 1984; Lobo & Joly, 2000; Medri et al., 2002).

Além do papel desempenhado na conservação da biodiversidade local através da formação de habitats e abrigos, corredores ecológicos e áreas de reprodução, permitindo o fluxo gênico entre populações de plantas e animais (Schäffer & Prochnow, 2002), as áreas de floresta fluvial são reguladoras do fluxo de água (superficial e subsuperficial), de sedimentos e nutrientes, entre as áreas mais altas de uma bacia hidrográfica e o sistema aquático. Neste sentido, esta floresta atua como um filtro ou “sistema tampão”, responsável pela manutenção e qualidade de um dos recursos mais importantes do planeta: a água (Corbett & Lynch, 1985; Groffman et al., 2003; Poff et al., 2003; Zedler, 2003; Hassett et al., 2005; Rood et al., 2005).

Vibrans (2003) sugere que, em decorrência do processo histórico de ocupação humana, intensificado a partir da colonização europeia, as planícies fluviais na bacia do Itajaí compreendem as porções de terras que foram intensiva e ininterruptamente cultivadas desde a colonização e com remanescentes florestais praticamente inexistentes. Conforme constatado por Curcio et al. (2006), a floresta fluvial na Bacia do

Itajaí encontra-se fragmentada em núcleos de pequena representatividade geográfica, pouco preservados, em meio a sistemas produtivos agrosilvipastoris. Pelo exposto, fica caracterizada a necessidade premente de reconstituir esse tipo de floresta dada a sua importância nas funcionalidades ecológicas da bacia, especialmente como garantia de qualidade da água e fluxo gênico.

Em específico para os ambientes fluviais no vale do Itajaí, há evidências da necessidade de estabelecer adequações entre as diferentes metodologias propostas para a restauração e, sobretudo, que estejam de acordo com as especificidades observadas naqueles ambientes (Curcio, 2006; Curcio et al., 2006).

Diante desta proposição, o presente trabalho foi concebido com os objetivos de caracterizar as diferenças de sobrevivência e crescimento de nove espécies arbóreas em relação às variações de regime hídrico dos solos, de demais atributos pedológicos vinculados e às variações de densidade de plantio, e identificar, nos resultados obtidos, elementos que pudessem subsidiar estratégias de manejo para proceder à restauração dos ambientes fluviais no médio e baixo vale do Itajaí.

Material e métodos

Localização das áreas experimentais

Duas áreas experimentais, doravante denominadas RY e CY, foram estabelecidas com o intuito de testar o efeito das variações dos atributos dos solos da planície fluvial do rio Itajaí-Açu, sobre a sobrevivência e o crescimento inicial de espécies arbóreas nativas.

As áreas estão localizadas no Município de Apiúna, Médio vale do Itajaí. A área RY situa-se na margem direita do rio Itajaí-Açu (27° 01' 48,1" S e 49° 23' 20,2" W), em altitude de 60 m s.n.m., com área aproximada de 1.400 m² (70 m x 20 m).

Pouco mais a jusante, aproximadamente 7.200 m de distância pelo traçado do rio, encontra-se a área CY, também na margem direita do rio (26° 59' 03,05" S e 49° 22' 41,4" W) em altitude de 61 m s.n.m., e com área de 3.600 m² (120 m x 30 m).

Descrição geral

Clima

A bacia do Itajaí, segundo a classificação de Köppen, caracteriza-se por apresentar clima temperado úmido de verão quente (Cfa), com a temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C, média máxima de 27,2 °C

e média mínima de 15,8 °C, com ausência de estação seca (Santa Catarina, 1986).

A umidade relativa do ar média na bacia é de 84%, com precipitação média anual de cerca de 1.500 mm, variando entre 1.200 mm a 1.300 mm na foz, podendo atingir mais de 1.800 mm em suas cabeceiras. No Município de Apiúna é verificada uma média anual de precipitação de 1.413 mm (Brasil, 1984). Em relação à série histórica registrada para a região de Apiúna, o primeiro ano de estudos (CEOPS/FURB, não publicado) foi caracterizado por um volume de chuva cerca de 30% menor, com precipitação anual de 941,6 mm. O segundo ano, em contrapartida, apresentou 1.674,5 mm, cerca de 20% acima da média histórica.

Geologia, geomorfologia e solos

As áreas experimentais estão inseridas no contexto do terceiro compartimento geopedológico. Nele, o rio perde grande parte de sua capacidade e competência, sendo possível verificar a presença de grandes depósitos laterais arenosos ou mesmo a formação de ilhas fluviais detríticas psamo-pelíticas, com anastomose dos sedimentos trativos. Apresenta padrão de leito sinuoso encaixado/anastomosado, cortando rochas do Proterozóico Superior, grupo Itajaí, formação Campo Alegre. A partir desse ponto, o vale começa a ampliar sua largura, impondo um regime de elaboração de planície (Curcio et al., 2006).

Predomina, nesse compartimento, a ocorrência de Neossolos Flúvicos, sendo possível observar a presença de Cambissolos Flúvicos (Curcio et al., 2006).

A feição geomórfica onde a área RY foi instalada pode ser definida como barra de meandro atual, portanto, em superfície de agradação, distando 2 m aproximadamente do rio, com altura mínima de 3,12 m em relação ao nível médio do rio. A feição geomórfica em que foram instaladas as parcelas da área CY, correspondem ao reverso de dique marginal, acentuadamente alçado, cerca de 11,5 m de altura em relação ao rio, e distando deste cerca de 90 m.

Vegetação

Ao longo das planícies aluviais do rio Itajaí-Açu, entre cotas que variam de 30 m a 400 m de altitude s.n.m., pode-se observar hoje poucos remanescentes capazes de representar a pujança de outrora da Floresta Ombrófila Densa Submontana Aluvial (Leite & Klein, 1990).

No momento da implantação, a área RY encontrava-se predominantemente ocupada por *Brachiaria* cf. *decumbens* Stapf. A área CY, no momento da implantação, encontrava-se predominantemente coberta por *Brachiaria* cf. *humidicola* (Rendle) Schweick.

Procedimento metodológico

Espécies selecionadas

Das 30 espécies indicadas por Curcio et al. (2006), foram selecionadas nove em função da disponibilidade de mudas em número suficiente para plantio, sendo elas: *Alchornea glandulosa* Poepp. & Endl., *Annona cacans* Warm., *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Citharexylum myrianthum* Cham., *Cupania vernalis* Cambess., *Inga marginata* (Willd.) Kuntze, *Posoqueria latifolia* (Rudge) Roem. & Schult., *Annona sericea* Dunal e *Schinus terebinthifolius* Raddi.

Modelo de plantio

Em cada área experimental, foram implantados três tratamentos, correspondentes aos espaçamentos de plantio entre os indivíduos – 2 m x 1 m, 1,5 m x 1 m e 1 m x 1 m (Figura 1). O sistema experimental empregado corresponde ao delineamento em blocos casualizados, com distribuição fatorial.

Os tratamentos 2 m x 1 m (198 m²) e 1,5 m x 1 m (115,5 m²) foram formados por 15 repetições em cada área e o tratamento 1 m x 1 m (121 m²) formados por 20 repetições (Figura 1).

O plantio de ambas as áreas ocorreu em abril de 2006 e o monitoramento das plantas começou em julho do mesmo ano. Foram efetuadas 16 operações de roçadas e de coroamentos nos primeiros 16 meses.

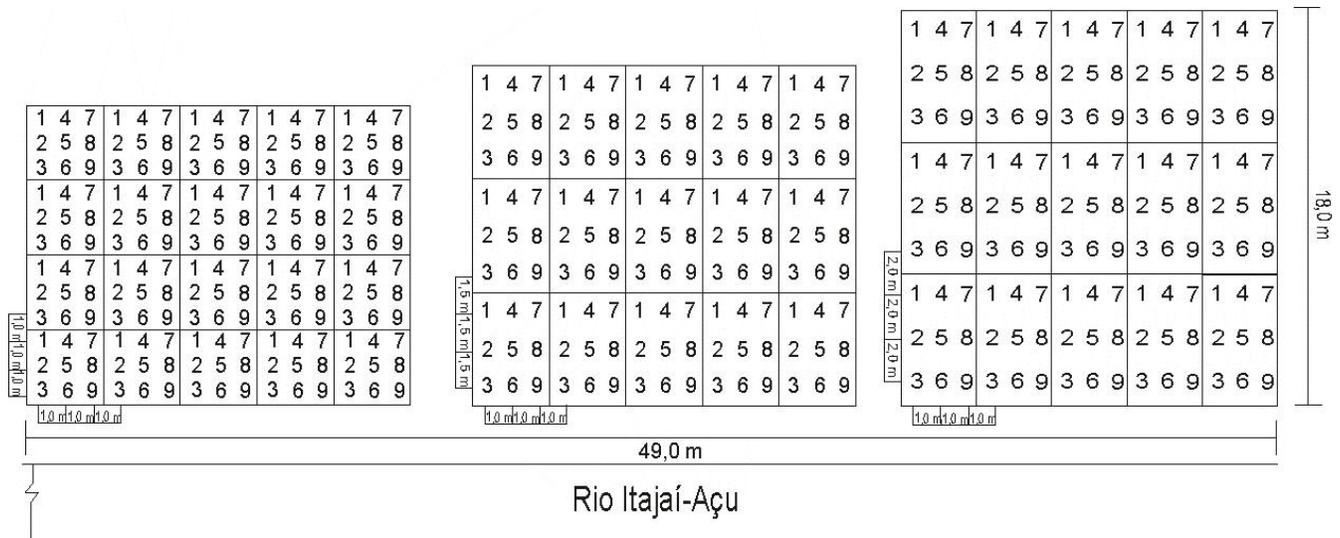


Figura 1. Modelo esquemático de plantio nas áreas experimentais, onde 1 = *Schinus terebinthifolius*; 2 = *Alchornea glandulosa*; 3 = *Inga marginata*; 4 = *Annona sericea*; 5 = *Cabralea canjerana*; 6 = *Annona cacans*; 7 = *Citharexylum myrianthum*; 8 = *Posoqueria latifolia*; e 9 = *Cupania vernalis*.

Coleta de dados

Para caracterização dos atributos químicos e granulométricos em cada área, foram coletadas quatro amostras de solo, nas profundidades 0 a 20 cm e 30 cm a 50 cm (horizontes e camadas), em razão de que, nos estágios de desenvolvimento iniciais das espécies, essas são as que proporcionam maior interferência.

Em cada uma das áreas foi descrito um perfil de solo, onde, para cada horizonte/camada, foram efetuadas as coletas de amostras para determinação dos atributos químicos e granulométricos.

As análises, químicas e granulométricas de rotina, foram procedidas nos laboratórios da Embrapa Florestas, em Colombo, PR, e seguiram a metodologia preconizada em Claessen (1997). As análises químicas envolveram a determinação de carbono orgânico, pH (CaCl_2), Ca, Mg, K, Na, Al, H e P, através dos quais foi possível calcular outros parâmetros, quais sejam, os valores S, T e as relações m% e V%, respectivamente, soma de bases extraíveis, complexo de troca catiônica, saturação por alumínio trocável e saturação por bases trocáveis.

Com a finalidade de verificar as propriedades físico-hídricas dos solos – densidade do solo e das partículas, porosidade (macro e micro), água disponível e permeabilidade saturada –, foram coletadas para cada perfil três amostras indeformadas em anéis volumétricos, sendo que para a área RY isto ocorreu entre 36 cm e 61 cm e na área CY entre 59 cm e 91 cm de profundidade,

ambas nas camadas mais adensadas dos respectivos solos. As análises físico-hídricas foram executadas no laboratório de solos da Embrapa Florestas.

Com o intuito de avaliar as flutuações na altura do lençol freático, foram instalados, em cada uma das áreas, nove poços hídricos (conforme metodologia apresentada em Barddal, 2006), distribuídos em três seções paralelas ao rio, a saber, seção P1, P2 e P3, respectivamente, cada vez mais afastadas do rio. A verificação da profundidade da água subterrânea foi feita diretamente através de uma régua graduada, medindo-se desde a superfície do solo até a lâmina d'água. Esse procedimento foi realizado no período de julho de 2007 a outubro de 2008, em intervalos de aproximadamente quinze dias.

As informações sobre os níveis fluviométricos para o período do estudo foram obtidas junto ao CEOPS (Centro de Operação do Sistema de Alerta da Bacia do Itajaí – FURB), cujas coletas acontecem em uma estação telemétrica situada às margens do rio, a aproximadamente 2.000 m a montante da área RY, em intervalos de 12 horas.

Sobrevivência, diâmetro, altura e projeção de copa

No segundo mês (junho de 2006) após o plantio tiveram início os trabalhos de coleta dos dados referentes à sobrevivência, diâmetro e altura. A partir de então, as coletas aconteceram trimestralmente, correspondentes ao período intermediário de cada estação. As informações

apresentadas correspondem ao período de dois anos e cinco meses após o plantio.

Como forma de acessar a informação relativa à sobrevivência dos indivíduos, em cada coleta de dados foi feito o registro das mudas mortas. As reposições das mudas mortas foram efetuadas apenas no segundo e no quinto mês após o plantio, com mudas oriundas dos mesmos lotes de produção.

As medidas de diâmetro basal de cada indivíduo (450 por área) foram feitas com o emprego de paquímetro digital, com duas medidas perpendiculares entre si.

A altura das plantas foi obtida com fita métrica aderida sobre uma haste metálica de 2,5 m e, quando os indivíduos apresentavam alturas superiores a 5 metros, com auxílio de clinômetro digital.

A partir da constatação visual do início de sobreposição de ramos entre indivíduos na área RY, em janeiro de 2007, foram iniciadas as medidas de projeção de copa, em ambas as áreas. Essa projeção foi obtida através dos dados de quatro raios da copa medidos em campo (com o emprego de fita métrica aderida em haste metálica), onde os dois primeiros raios foram medidos a partir do maior ramo e os demais medidos perpendicularmente ao primeiro.

Análise dos dados

A partir dos resultados analíticos das quatro amostras de solos complementares, de ambas as profundidades coletadas em cada área experimental, foi possível determinar a média de cada atributo analisado. As comparações entre os valores médios dos atributos foram realizadas mediante a aplicação da análise de variância (ANOVA, n.s. 5%). Para a separação das médias foi empregado o teste T (n.s. 5%).

A leitura quinzenal do lençol freático permitiu situar níveis, a partir dos quais as áreas passaram a ter influência da hidromorfia. Foram estabelecidas as profundidades médias do lençol para cada seção paralela e calculado o tempo relativo de permanência nas condições de hidromorfia (presença do lençol freático de 0 a 50 cm de profundidade), semi-hidromorfia (de 50 cm a 100 cm) e não hidromorfia (abaixo de 100 cm), conforme critérios sugeridos por Curcio (2006).

Através das leituras da régua fluviométrica, foi possível calcular as médias mensais, trimestrais e

anuais da variação do nível (altura) do rio. Admitindo-se a cota de inundação da ordem de 3,12 m para a área RY e, fazendo uso do programa *Pulso* (Neiff, 1997), foi possível então verificar a recorrência, intensidade e duração dos eventos de inundação aos quais a área esteve submetida.

Taxas de crescimento relativo e sobrevivência

Através dos dados de diâmetro basal, altura e projeção de copa em cada estação de coleta foi possível calcular a taxa de crescimento relativo (TCR), a qual representa o incremento no tamanho, por unidade de tamanho inicial, para um determinado período de tempo, adaptado da fórmula de Evans (1972, *apud* Lambers et al., 1998):

$$TCR = \frac{H_2 - H_1}{t_2 - t_1}$$

onde H_2 e H_1 são as medidas de diâmetro, altura e projeção de copa (não logaritimizados conforme a fórmula original) em diferentes momentos ($t_2 - t_1$) correspondentes ao período entre as estações de coleta.

As comparações entre os valores médios das taxas de crescimento relativo foram realizadas mediante a aplicação da análise de variância (ANOVA fatorial do tipo III, n.s. 5%). Para a separação das médias foi empregado o teste *post-hoc* Tuckey-Kramer (n.s. 5%) para solos e espécies, e Contraste Ortogonal (n.s. 5%) para os espaçamentos.

Assim, foi possível estabelecer comparações, dos parâmetros avaliados, entre os espaçamentos, estações de coleta, espécies e entre os tipos de solo.

Para a análise da sobrevivência, as informações foram transformadas em dados binários, e o teste conduzido através do modelo linear generalizado com função de ligação binomial. Desta maneira, foi possível verificar a sobrevivência por espécie em função dos espaçamentos de plantio, estação de coleta e as diferenças entre as espécies.

Resultados e discussão

Como a cota de inundação da área RY se estabelece a partir de 3,12 m, foram registrados sete pulsos de inundação durante o período de estudo. O primeiro pulso ocorreu 13 meses após o plantio, com o evento de maior duração ocorrendo aos 14 meses, perdurando 8 dias. O evento de maior magnitude ocorreu aos 18 meses, atingindo 4,56 m, com duração de 6 dias (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros fluviométricos do rio Itajaí-Açu. Pulsos de inundação relativos à área RY, Apiúna, SC.
Fonte: CEOPS/FURB.

Estações	Nível médio	Nível mínimo	Nível máximo	Nº de eventos de inundação	Amplitude máxima/evento
					(dias)
		(m)			
Verão 2006	1,19	0,82	2,35	0	0
Outono 2006	0,82	0,60	1,71	0	0
Inverno 2006	0,80	0,49	2,25	0	0
Primavera 2006	1,16	0,40	2,56	0	0
Verão 2006/2007	1,65	0,95	3,13	1	1
Outono 2007	1,65	0,62	4,17	1	8
Inverno 2007	1,59	0,73	4,12	2	3
Primavera 2007	2,00	1,03	4,56	2	6
Verão 2007/2008	1,65	1,07	2,90	0	0
Outono 2008	1,44	0,80	3,37	1	2
Total	1,39	0,4	4,56	7	8

A área CY, de forma contrastante a RY, está sobreposta a dique marginal muito alçado (11,5 m), de forma convexa, condição que propicia boa drenagem ao volume. A gênese dos diques marginais está relacionada aos eventos de transbordamento do leito, quando a corrente fluvial perde sua competência de transporte, depositando parte de sua carga. A altura máxima do dique denota o nível mais alto alcançado pelas águas durante as enchentes (Christofolletti, 1988), portanto, a elevação da área CY pode ser atribuída à deposição de eventos de grande magnitude.

De acordo com os dados fluviométricos (Tabela 1), esse fato incorre em raras possibilidades de submissão às enchentes, favorecendo o regime bem drenado do solo, circunstância que facilita forte dessaturação por bases (Tabela 2). Vale destacar que os elevados teores de areia observados (Tabela 3) facilitam a lixiviação das bases (Schoenholtz et al., 2000), a despeito do horizonte Bi, conforme Estados Unidos (1953), apresentar permeabilidade saturada moderadamente lenta (Tabela 4).

Tabela 2. Resultados analíticos e valores S (soma de bases), T (atividade da fração argila), V% (saturação por bases) e m% (saturação de Al³⁺) dos perfis de solos.

Horizonte	Profundidade (cm)	pH (CaCl ₂)	Complexo Sortivo								Valor V%	Valor m%	C (g kg ⁻¹)	Na ⁺	P
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	H ⁺	Al ³⁺	Valor S	Valor T						
			(cmol _c kg ⁻¹)												
Neossolo Flúvico Tb Eutrófico gleissólico - RY															
Ap	0-21	4,85	3,44	2,33	0,29	3,5	0,19	6,15	9,84	63	2	4,31	20	19,47	
Cg ₁	21-36	4,57	2,6	2,86	0,07	3,64	0,33	5,60	9,57	59	3	2,49	16	9,16	
Cg ₂	36-61	4,13	1,97	1,27	0,06	4,83	1,38	3,37	9,58	35	14	2,84	16	11,29	
Cg ₃	61-79	4,26	1,11	0,9	0,05	2,06	0,68	2,13	4,87	44	14	1,37	15	16,83	
Cg ₄	79-98	4,29	1,16	0,71	0,05	3,26	1,02	1,99	6,27	32	16	0,14	15	12,15	
Cambissolo Flúvico Tb Distrófico gleissólico - CY															
Ap	0-24	4,21	0,76	0,42	0,06	3,4	1,21	1,25	5,86	21	21	3,05	4	3,87	
Bi ₁	24-59	4,26	0,73	0,17	0,07	3,32	1,83	0,98	6,13	16	30	0,39	3	3,26	
Bi ₂	59-91	4,33	0,56	0,46	0,07	3,12	2,43	1,10	6,65	17	37	0,32	2	5,14	
Bi ₃	91-103	4,42	0,45	0,35	0,07	5,67	2,69	0,89	9,25	10	29	1,26	4	5,20	
Bg ₁	103-140	4,00	0,24	0,42	0,06	2,92	1,52	0,73	5,17	14	29	0,00	3	6,16	

Tabela 3. Composição granulométrica dos perfis de solos das áreas.

Horizonte	Profundidade (cm)	Composição granulométrica da terra fina			
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
		(%)			
Neossolo Flúvico Tb Eutrófico gleissólico - RY					
Ap	0-21	9	38	36	18
Cg ₁	21-36	29	36	25	10
Cg ₂ *	36-61	16	42	24	18
Cg ₃	61-79	56	29	10	6
Cg ₄	79-98	56	22	14	8
Cambissolo Flúvico Tb Distrófico gleissólico - CY					
Ap	0-24	33	38	19	10
Bi ₁	24-59	40	33	15	12
Bi ₂ *	59-91	48	25	13	14
Bi ₃	91-103	42	33	10	16
Bg ₁	103-140	19	44	25	12

Tabela 4. Densidade do solo, porosidade e permeabilidade saturada de horizonte/camada.

Horizonte	Profundidade (cm)	Densidade (g dm ⁻³)	Porosidade total	Macroporos	Microporos	Permeabilidade (cm hora ⁻¹)
			(%)			
Neossolo Flúvico Tb Eutrófico gleissólico - RY						
Cg ₂ *	36-61	1,16	54	11	43	19,6
Cambissolo Flúvico Tb Distrófico gleissólico - CY						
Bi ₂ *	59-91	1,4	49	16	33	4,7

* camada/horizonte que apresentou, em nível de campo, maior consistência.

A presença de horizonte B incipiente, dessaturado por bases, na cor bruno-amarelado e com a presença de mosqueados somente a partir de 1,20 m de profundidade, permite classificar o volume como Cambissolo Flúvico Tb Distrófico gleissólico, em coerência a Santos et al. (2006). Conforme Curcio (2006), a presença de mosqueados já a partir de um metro revela que o regime de saturação hídrica pouco interfere no desenvolvimento pleno de plantas arbóreas.

A ordem dos Cambissolos compreende solos constituídos de material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, comportando solos fortemente até imperfeitamente drenados, rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada até vermelho-escuro, alta a baixa saturação por bases e atividade da fração argila variável (Santos et al., 2006). O caráter Flúvico, para a definição da subordem (2º nível), denota a natureza aluvionar dos sedimentos. No 3º nível, conforme constatado através dos resultados analíticos (Tabela 2), a expressão da baixa atividade da fração argila ($T < 27 \text{ cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ de argila) conjugada com valor de 16% para a saturação por bases (V%), no horizonte B_{i_1} , determinam a designação como Tb Distrófico (Santos et al., 2006).

Em relação à anterior, na área RY, a conjugação de margens com alturas pouco elevadas, que determinam certa sujeição à ação das enchentes (Tabela 1), e a forma retilínea (relevo plano), contribuem para a formação de volumes semi-hidromórficos (Tabela 6) moderadamente drenados, não obstante a elevada permeabilidade saturada (Tabela 4).

Na área RY, a margem apresenta-se pouco alçada em razão da proximidade do delta de um afluente a montante (cerca de 130 m), o qual impõe uma instabilidade maior de manutenção aos diques marginais alçados, desde que o processo de construção/destruição seja favorecido. A altura dos diques nesse local possibilita a maior recorrência de cheias (Tabela 1), influência do freático e suas consequências, positivas e negativas, sobre os atributos dos solos (Ponnamperuma, 1984) e ocupação pela vegetação (Kozłowski, 1984; Barddal, 2006; Curcio, 2006; Kozera, 2008).

A sobreposição abrupta de camadas a partir de 61 cm, associada à presença de mosqueados e gleizações a partir de 21 cm, assim como elevado V% no horizonte superficial (Tabela 2), recai, necessariamente, na classificação de Neossolo Flúvico Tb Eutrófico gleissólico.

A ordem dos Neossolos compreende solos formados por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, admitindo diversos tipos de horizontes superficiais (Santos et al., 2006).

Da mesma forma que para o solo anterior, o caráter Flúvico, para a definição da subordem (2º nível), denota a natureza aluvionar dos sedimentos. Trata-se de um volume pouco evoluído, fato delatado principalmente pela presença de camadas sem nenhuma relação pedogenética, conforme pode ser visualizado a partir da camada Cg_2 (com moderado grau de remodelamento) e especialmente nas camadas Cg_3 e Cg_4 .

No 3º nível, conforme constatado através dos resultados analíticos (Tabela 2), a expressão da baixa atividade da fração argila ($T < 27 \text{ cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ de argila) conjugada com valor de 63% para a saturação por bases (V%), neste caso, no horizonte A, determinam a designação como Tb Eutrófico (Santos et al., 2006).

A presença de gleização e mosqueados, traduz a forte influência do lençol freático e recorrência de inundações, definindo ciclos de umedecimento e secagem, os quais permitem a formação de segregações ferruginosas (Brady & Weil, 1999; Reddy et al., 1999; Santos et al., 2006), e determinando a designação no 4º nível categórico como gleissólico (Santos et al., 2006).

O grupamento textural de ambos os perfis, enquadrados como textura média, justifica-se em razão da expressão das frações areia (>15%) em detrimento da fração argila (<35%), conforme Santos et al. (2006), revelando níveis expressivos de energia fluvial (Curcio, 2006).

Em específico para a área RY, a designação faz referência aos teores observados no horizonte A, onde se ressalta a combinação dos valores para a fração areia fina e silte (Tabela 3) até cerca de 60 cm de profundidade, quando a partir de então ocorre o predomínio da fração areia grossa.

Na área CY, por sua vez, os teores mantêm-se relativamente constantes em profundidade, com predomínio da fração areia grossa, com exceção dos valores observados para o horizonte superficial e no horizonte Bg, onde há predomínio da fração areia fina.

Conforme constatado por Curcio et al. (2006) no compartimento compreendido em que se inserem as áreas do presente estudo, os solos apresentam predominantemente texturas arenosas e médias, em face às litotipias locais e de montante (Brasil, 1986).

A expressão de texturas arenosas e médias, com presença de elevados teores de silte, interagindo com o elevado potencial de cisalhamento do rio, revela a elevada susceptibilidade dos solos aos processos erosivos e de lixiviação de bases. Esse processo pode ser amplificado nos ambientes destituídos de cobertura florestal, reforçando a necessidade de manutenção e recuperação das formações florestais.

Quanto aos parâmetros físico-hídricos, os valores apresentados na tabela 4 revelam porosidade total moderada, com amplo predomínio dos microporos, sobretudo no Neossolo, onde as diferenças de granulometria – areia fina/areia grossa – (Tabela 3) poderiam estar justificando sua maior permeabilidade, por não favorecer a justaposição ideal. Esse registro é muito importante, pois permite inferir que uma vez

cessado o processo de enchente, o excesso de água percolará rapidamente, possibilitando a troca gasosa para as raízes das plantas (Radcliffe & Rasmussen, 1999; Oliveira, 2001).

O maior adensamento observado no Cambissolo Flúvico (Tabela 4) pode justificar sua menor permeabilidade, classificada como moderadamente lenta, segundo Estados Unidos (1953).

As diferenças entre as áreas, no que se refere à expressão dos atributos, ficam ainda mais evidentes através da comparação estatística dos resultados analíticos, obtidos através das amostras complementares. Os valores médios obtidos e a presença ou não de diferença significativa ($p < 0,05$) encontram-se expostos na Tabela 5.

Tabela 5. Médias e desvio padrão dos resultados analíticos e valores S (soma de bases), T (atividade da fração argila), V% (saturação por bases) e m% (saturação de Al^{3+}) das amostras complementares para caracterização da fertilidade das unidades de pesquisa.

Atributos/Elementos		RY		CY		
		Horizontes				
		Ap	Cg ₁	Ap	Bi ₁	
Complexo Sortivo	pH (CaCl ₂)	4,95 (±0,17)*	5,10 (±0,32)*	4,58 (±0,17)*	4,21 (±0,11)*	
	cmolc/kg	Valor S	6,51 (±0,36)*	3,09 (±0,87)*	2,61 (±0,13)*	1,28 (±0,51)*
		Valor T	10,53 (±0,32)*	5,99 (±1,11)	6,59 (±0,28)*	8,12 (±1,72)
		Valor V%	61,85 (±2,76)*	51,44 (±7,87)*	39,59 (±2,11)*	15,43 (±3,07)*
	%	Valor m%	1,12 (±0,39)	3,18 (±4,24)*	5,82 (±3,08)	31,48 (±3,55)*
g dm ⁻³	C	5,54 (±1,19)	0,75 (±0,32)	4,94 (±1,16)	0,67 (±0,55)	
mg kg ⁻¹	Na ⁺	15,00 (±1,41)*	10,50 (±4,04)*	9,50 (±2,08)*	3,75 (±1,50)*	
	P	12,92 (±1,07)*	8,64 (±1,05)*	6,72 (±0,81)*	3,77 (±0,75)*	

Presença de “**” denota diferença estatística ($p < 0,05$) entre as áreas para cada horizonte avaliado. Onde Ap=0-20 cm de profundidade e, Cg₁ e Bi₁=30-50 cm de profundidade, respectivamente.

Em razão da inexistência de referências para os níveis de nutrientes nos solos para as espécies arbóreas utilizadas, a exemplo do que ocorre com a maioria das culturas anuais (Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC, 1994), fica difícil afirmar se os valores encontrados seriam capazes de suportar o crescimento satisfatório de cada espécie avaliada. De qualquer forma, comparando os dados analíticos químicos dos solos, pode-se perceber facilmente as melhores condições de desenvolvimento para as plantas no Neossolo Flúvico.

Os maiores valores para a soma de bases (valor S) e saturação por bases (V%), sódio e fósforo no Neossolo, e a maior saturação por alumínio trocável

(m%) na profundidade de 30-50 cm no Cambissolo (Tabela 5), conjugados com as características do regime hídrico e condições físico-hídricas dos solos, auxiliam no entendimento das diferenças das respostas de estabelecimento e de crescimento encontradas entre as áreas estudadas, sobretudo em razão do papel desempenhado por esses elementos nos processos fisiológicos (Lambers et al., 1998; Kerbauy, 2004; Taiz & Zeiger, 2004; Schulze et al., 2005; Larcher, 2006; Berendse et al., 2007).

De acordo com Helmk (1999), as variações nas composições químicas dos solos resultam principalmente da variabilidade na proporção dos conteúdos de material

orgânico e dos elementos que compreendem a porção mineral e, parte dessa variação é resultado do material parental e as diferenças adicionais resultam do fluxo de matéria e energia ao longo do tempo geológico, na medida em que os solos se caracterizam como sistemas biogeoquímicos abertos.

Dessa forma, o fato de a área RY encontrar-se sujeita a recorrência de cheias e sob influência do lençol freático, a maior concentração de bases estaria sendo favorecida pela promoção da difusão iônica exercida pelo rio Itajaí-Açu. Ponnamperuma (1984) cita que o alagamento pode promover alterações positivas na fertilidade através do influxo de nutrientes dissolvidos e em suspensão na água do rio, alterações essas que, em razão da metodologia adotada, não puderam ser constatadas.

Conforme Ernani & Almeida (1986), os solos de Santa Catarina, em condições naturais, são reconhecidamente ácidos ($\text{pH} < 5,0$). Muitas reações químicas que influenciam a disponibilidade de nutrientes (forma química, adsorção, precipitação, p.e.) são influenciadas

pelo ambiente químico do solo, e pelo pH do solo em particular (Bloom, 1999; Schoenholtz et al., 2000).

A despeito de existir diferenças significativas para os valores de pH entre as áreas, para ambas as profundidades avaliadas, torna-se digno de nota que, em específico para a área RY, esse parâmetro está muito mais sujeito a oscilações, comparado com a área CY, em razão dos recorrentes alagamentos.

Conforme Ponnamperuma (1984), o alagamento promove uma série de alterações nos solos, com efeitos físicos, eletroquímicos, químicos e biológicos, influenciando fortemente a fertilidade do solo, entre outros aspectos.

Durante este estudo, a avaliação da profundidade do lençol freático (Tabela 6), em ambas as unidades de pesquisa, permite separá-las em duas classes de hidromorfia. O solo da área CY apresentou-se, em 100% do tempo, livre de saturação hídrica na profundidade até 110 cm, sendo, portanto, perfeitamente coerente a solos de regime não hidromórfico.

Tabela 6. Profundidade média do freático, tempo relativo de hidromorfia, semi-hidromorfia e não hidromorfia, por estação e média anual.

Estações/Poços		Profun. média do freático		Tempo relativo de hidromorfia		Tempo relativo de semi-hidromorfia		Tempo relativo de não-hidromorfia	
		RY	CY	RY	CY	RY	CY	RY	CY
		(cm)				(%)			
Inverno 07	P1	74	110+	40	0	0	0	60	100
	P2	71	110+	20	0	60	0	20	100
	P3	58	110+	40	0	60	0	0	100
Primavera 07	P1	70	110+	40	0	20	0	40	100
	P2	69	110+	40	0	60	0	0	100
	P3	31	110+	80	0	20	0	0	100
Verão 07/08	P1	91	110+	0	0	17	0	83	100
	P2	95	110+	0	0	33	0	67	100
	P3	68	110+	0	0	100	0	0	100
Outono 08	P1	105	110+	0	0	20	0	80	100
	P2	103	110+	0	0	40	0	60	100
	P3	77	110+	0	0	100	0	0	100
Inverno 08	P1	108	110+	0	0	25	0	75	100
	P2	101	110+	0	0	75	0	25	100
	P3	83	110+	0	0	100	0	0	100
12 meses	P1	89	110+	16	0	16	0	68	100
	P2	88	110+	12	0	54	0	34	100
	P3	63	110+	24	0	76	0	0	100

O solo RY, por sua vez, apresentou grande variação de profundidade do lençol freático, tanto ao longo do tempo de avaliação como na sua ocorrência em relação ao perfil perpendicular ao rio (Tabela 6).

À excessão do P1, que permanece a maior parte do tempo em regime não hidromórfico, pode ser observado que nessa área o lençol permanece grande parte do tempo entre 50 cm e 100 cm, estando, portanto, compatível a presença de solos semi-hidromórficos.

O rebaixamento do lençol em P1 reflete claramente o “efeito dreno” do rio, fato comentado por Curcio (2006) e Barddal (2006).

Barddal (2006) avaliou a dinâmica de oscilação do lençol freático de solos de planícies fluviais em 10 compartimentos geológicos ao longo do rio Iguazu no estado do Paraná. O autor verificou enorme variação nas condições hidro-pedológicas dos solos estudados e,

em específico para Neossolo Flúvico, registrando que o tempo relativo de hidromorfia variou de 0 a 33,7%. Para Cambissolo Flúvico, mais bem drenado, o autor observou valores muito similares, entre 10,1% e 34% do tempo.

Taxas de crescimento relativo e sobrevivência

A despeito das duas áreas se encontrarem muito próximas, portanto sob as condições climáticas assemelhadas, foi possível verificar que diferenças geomorfológicas e pedológicas, sobretudo, suas interatividades, podem propiciar taxas de crescimento muito distintas em espécies arbóreas. Isso pode ser verificado quando se comparam as taxas de crescimento relativo em altura e diâmetro dessas espécies (Tabela 7), nos dois tipos de solos estudados – Neossolo Flúvico e Cambissolo Flúvico.

Tabela 7. Médias e desvio padrão das taxas de crescimento relativo (TCR) em diâmetro e altura das espécies no período de 26 meses, por tipo de solo e espaçamento de plantio.

Tratamento (m x m)	Diâmetro		Altura	
	RY	CY	RY	CY
(cm cm ⁻¹ mês ⁻¹)				
<i>Citharexylum myrianthum</i>				
2x1	0,6 (±0,1) a;a;a	0,1 (±0,0) a;b;ab	29,3 (±4,9) a;a;a	2,1 (±1,9) a;b;ab
1,5x1	0,5 (±0,2) a;a;a	0,1 (±0,0) a;b;ab	26,6 (±6,2) a;a;a	2,1 (±1,5) a;b;bc
1x1	0,5 (±0,2) a;a;a	0,1 (±0,0) a;b;b	27,1 (±6,7) a;a;a	2,4 (±1,7) a;b;ab
<i>Alchornea glandulosa</i>				
2x1	0,4 (±0,1) a;b;b	0,0 (±0,0) a;b;bc	19,1 (±3,9) a;a;b	1,8 (±2,1) a;b;abcd
1,5x1	0,4 (±0,1) a;a;ab	0,1 (±0,0) a;b;cd	19,0 (±3,4) a;a;b	2,7 (±1,3) a;b;ab
1x1	0,3 (±0,1) b;a;b	0,0 (±0,0) a;b;c	15,6 (±5,8) a;a;bc	1,7 (±0,7) a;b;bc
<i>Inga marginata</i>				
2x1	0,3 (±0,1) a;a;bc	0,1 (±0,0) a;b;ab	17,0 (±2,2) a;a;b	2,9 (±0,7) a;b;a
1,5x1	0,3 (±0,1) a;a;bc	0,1 (±0,1) a;b;a	17,3 (±4,3) a;a;bc	4,1 (±2,3) a;b;a
1x1	0,3 (±0,1) a;a;b	0,1 (±0,0) a;b;b	18,3 (±4,5) a;a;b	3,7 (±1,5) a;b;a
<i>Annona cacans</i>				
2x1	0,3 (±0,1) a;a;bc	0,0 (±0,1) a;b;bc	17,9 (±3,8) c;a;bc	1,6 (±3,6) a;b;abcd
1,5x1	0,3 (±0,1) a;a;bc	0,1 (±0,0) a;b;abc	20,8 (±2,3) a;a;b	4,3 (±2,1) a;b;a
1x1	0,3 (±0,1) a;a;b	0,0 (±0,0) b;b;c	18,6 (±6,0) b;a;b	0,3 (±0,7) b;b;c
<i>Schinus terebinthifolius</i>				
2x1	0,3 (±0,1) a;a;bc	0,1 (±0,0) a;b;a	13,5 (±4,5) a;a;c	1,9 (±0,0) a;b;abc
1,5x1	0,3 (±0,0) a;a;cd	0,1 (±0,0) a;b;a	13,1 (±3,3) a;a;c	2,0 (±1,3) a;b;bc
1x1	0,3 (±0,1) a;a;b	0,1 (±0,0) a;b;a	15,1 (±2,9) a;a;bc	1,5 (±1,5) b;b;bc

continua

Tabela 7. Continuação.

Tratamento (m x m)	Diâmetro		Altura	
	RY	CY	RY	CY
(cm cm ⁻¹ mês ⁻¹)				
<i>Annona sericea</i>				
2x1	0,3 (±0,1) a;a;c	0,0 (±0,0) b;b;c	15,9 (±3,1) a;a;bc	-0,2 (±0,8) b;b;d
1,5x1	0,2 (±0,1) a;a;cd	0,1 (±0,0) a;b;bcd	15,9 (±5,4) a;a;bc	1,6 (±1,2) a;b;bc
1x1	0,2 (±0,1) a;a;b	0,0 (±0,0) c;a;c	18,0 (±3,2) a;a;b	1,0 (±1,3) a;b;c
<i>Cupania vernalis</i>				
2x1	0,1 (±0,0) a;a;d	0,0 (±0,0) a;b;c	4,6 (±2,2) a;a;d	0,3 (±0,3) a;b;cd
1,5x1	0,1 (±0,0) a;a;e	0,0 (±0,0) a;b;d	4,5 (±1,6) a;a;d	0,5 (±0,7) a;b;c
1x1	0,0 (±0,0) b;a;c	0,0 (±0,0) a;a;c	3,0 (±2,1) a;a;d	0,6 (±0,6) a;b;c
<i>Posoqueria latifolia</i>				
2x1	0,0 (±0,0) a;a;d	0,0 (±0,0) a;b;c	1,9 (±1,5) a;a;d	0,7 (±0,9) a;a;bcd
1,5x1	0,0 (±0,0) -; -; -	0,0 (±0,0) a;a;cd	2,1 (±0,0) -; -; -	1,4 (±0,9) a;a;c
1x1	0,0 (±0,0) -; -; -	0,0 (±0,0) b;-;c	1,5 (±0,0) -; -; -	0,7 (±0,4) b;-;c
<i>Cabralea canjerana</i>				
2x1	0,1 (±0,0) a;a;d	0,0 (±0,0) a;b;c	4,2 (±0,6) a;a;d	0,3 (±0,5) a;b;bcd
1,5x1	X	0,0 (±0,0) a;-;d	X	0,2 (±0,7) a;-;c
1x1	0,1 (±0,0) -; -; -	0,0 (±0,0) a;-;bc	3,7 (±0,0) -; -; -	0,6 (±0,0) a;-;abc

Letras diferentes denotam diferença significativa ($p < 0,05$). Os valores apresentam-se acompanhados de três conjuntos de letras, cada qual separado por ponto e vírgula, o primeiro conjunto representa as comparações entre os tratamentos para uma mesma espécie em um tipo de solo, o segundo entre os tipos de solo para uma espécie em um dado tratamento e o terceiro entre as espécies para cada tipo de solo dentro de um espaçamento. O símbolo "X" refere-se à ausência dos valores em função da mortalidade da espécie e o símbolo "-" representa ausência de comparação em função da falta de repetição para a espécie. Comparações entre os tratamentos através de Contraste Ortogonal e entre solos e espécies através de teste Tuckey.

Sem dúvida, a maior sujeição a enchentes de pequena duração, facilitada pela menor altura do dique marginal, associada à maior saturação por bases em regime de maior umidade, proporcionou melhores condições de crescimento para algumas espécies em Neossolo Flúvico.

De acordo com os resultados obtidos (Tabelas 7 e 8), das nove espécies pesquisadas, seis se destacam e podem ser recomendadas para o plantio de restauração de ambientes fluviais, em diques marginais pouco alçados, constituídos por Neossolo Flúvico Tb Eutrófico gleissólico, quais sejam: *C. myrianthum*, *A. glandulosa*, *I. marginata*, *A. cacans*, *S. terebinthifolius* e *A. sericea*. Em razão do pequeno desenvolvimento de *C. vernalis*, *P. latifolia* e *C. canjerana*, estas não devem ser recomendadas, pelo menos para a fase inicial de recuperação desses ambientes.

Para Cambissolo Flúvico Tb Distrófico gleissólico situado em diques marginais bem alçados, em função do inexpressivo desenvolvimento das espécies pesquisadas (Tabela 7), essas não poderiam ser recomendadas,

pelo menos para a fase inicial de recuperação destes ambientes.

Aos 26 meses após o plantio, em decorrência das taxas de mortalidade das espécies na área RY, a densidade absoluta, equivalente à de plantio, sofreu uma redução de aproximadamente 30% no espaçamento 2 m x 1 m. No espaçamento 1,5 m x 1 m, a redução foi da ordem de 33% e no espaçamento 1 m x 1 m a redução foi de 40%. Na área CY, o espaçamento 2 m x 1 m apresentou redução de 36%. O espaçamento 1,5 m x 1 m demonstrou uma redução de 34%, e o espaçamento 1 m x 1 m uma redução de 37%.

Diversos fatores podem atuar negativamente sobre o estabelecimento e provocar a mortalidade das plântulas. Ao longo da vida, as plantas experimentam flutuações dos fatores ecológicos, podendo sofrer restrições em função das mudanças contínuas dos fatores abióticos (luz, temperatura, nutrientes e água) e através das interações bióticas (competidores, herbívoros, patógenos e simbioses) (Poorter & Garnier, 2007).

Tabela 8. Sobrevivência das espécies (%) aos 2, 14 e 26 meses após o plantio, por tipo de solo e espaçamento de plantio.

Tratamento (m x m)	jul 2006		jul 2007		jul 2008	
	RY	CY	RY	CY	RY	CY
<i>Citharexylum myrianthum</i>						
2x1	100 a;a;a;a					
1,5x1	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	93 a;a;a;a	100 a;a;a;a	93 a;a;a;a
1x1	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	95 a;a;a;a	95 a;a;a;a	95 a;a;a;a	95 a;a;a;a
<i>Alchornea glandulosa</i>						
2x1	93 a;a;a;a	100 a;a;a;a	87 a;a;a;a	47 a;b;b;b	87 a;a;a;ab	27 a;b;b;c
1,5x1	93 a;a;a;a	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	60 a;b;b;c	100 a;a;a;a	53 a;b;b;c
1x1	90 a;a;a;a	100 a;a;a;a	85 a;a;a;ab	40 a;b;b;bc	80 a;a;a;ab	30 a;b;b;cd
<i>Inga marginata</i>						
2x1	93 a;a;a;a	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	93 a;a;a;a	100 a;a;a;a
1,5x1	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	87 a;a;a;ab	93 a;a;a;a	87 a;a;a;ab
1x1	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	95 a;a;a;a	100 a;a;a;a	95 a;a;a;a
<i>Annona cacans</i>						
2x1	93 a;a;a;a	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	53 a;b;b;b	67 a;a;b;bc	20 a;b;b;c
1,5x1	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	60 a;b;b;c	67 a;a;b;bc	33 a;a;b;c
1x1	95 a;a;a;a	100 a;a;a;a	95 a;a;a;a	55 a;b;b;bc	60 a;a;b;b	40 a;a;b;c
<i>Schinus terebintifolius</i>						
2x1	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	87 a;a;a;a	100 a;a;a;a	87 a;a;a;ab	100 a;a;a;a
1,5x1	100 a;a;a;a					
1x1	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	90 a;a;a;a	100 a;a;a;a	90 a;a;a;a	100 a;a;a;a
<i>Annona sericea</i>						
2x1	93 a;a;a;a	93 a;a;a;a	93 a;a;a;a	87 a;a;a;a	80 a;a;a;ab	73 a;a;a;b
1,5x1	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	93 a;a;a;a	87 a;a;a;ab	67 a;a;b;bc
1x1	95 a;a;a;a	95 a;a;a;a	80 a;a;a;ab	80 a;a;a;ab	75 a;a;a;b	80 a;a;a;ab
<i>Cupania vernalis</i>						
2x1	87 a;a;a;a	100 a;a;a;a	93 a;a;a;a	53 a;b;b;b	53 a;a;b;c	53 a;a;b;bc
1,5x1	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	80 a;a;b;ab	60 a;a;b;c	47 a;a;b;c	60 a;a;b;bc
1x1	100 a;a;a;a	95 a;a;a;a	75 a;a;b;b	80 a;a;b;ab	30 a;b;c;c	70 a;a;b;bc
<i>Posoqueria latifolia</i>						
2x1	93 a;a;a;a	100 a;a;a;a	87 a;a;a;a	80 a;a;b;ab	33 a;b;b;c	73 a;a;b;b
1,5x1	93 a;a;a;a	100 a;a;a;a	53 b;a;b;b	80 a;a;a;bc	7 b;b;c;d	73 a;a;a;b
1x1	100 a;a;a;a	95 a;a;a;a	25 c;b;b;c	80 a;a;b;ab	5 b;b;b;c	50 a;a;c;c
<i>Cabralea canjerana</i>						
2x1	93 a;a;a;a	93 a;a;a;a	87 a;a;a;a	47 a;b;b;b	33 a;a;b;c	20 a;a;b;c
1,5x1	87 a;a;a;b	87 a;a;a;a	55 a;a;a;b	67 a;a;a;c	0 b;b;b;d	27 a;a;b;c
1x1	100 a;a;a;a	100 a;a;a;a	60 a;a;b;b	25 b;b;b;c	5 b;a;c;c	5 a;a;b;d

Letras diferentes denotam diferença significativa ($p < 0,05$). Os valores apresentam-se acompanhados de quatro conjuntos de letras, cada qual separado por ponto e vírgula, onde o primeiro conjunto representa as comparações entre os tratamentos para uma mesma espécie em um tipo de solo e tempo após o plantio, o segundo as comparações entre os tipos de solo para uma espécie em um dado tratamento e tempo, o terceiro entre os diferentes tempos de acordo com as espécies para cada tipo de solo dentro de um espaçamento, e o quarto entre as espécies para cada tipo de solo, espaçamento e tempo.

No período de estudo não foram constadas evidências de ataques por parte de herbívoros, ou sintomas de patogenia que pudessem atuar em desfavor ao estabelecimento das plântulas em ambas as áreas de estudo. Da mesma forma, o fato dos tratos culturais terem sido conduzidos até o 21º mês após o plantio, com a finalidade de controlar o crescimento de herbáceas, sugere a inexistência de pressão de competição por parte do componente herbáceo. Adicionalmente, não foram registradas ocorrências de fenômenos meteorológicos extremos, tais como geadas ou chuvas de granizo.

Após o evento de alagamento de maior magnitude registrado para a área RY (Tabela 1), ocorrido no mês de outubro de 2007, foi possível observar a deposição de cerca de 10 cm de espessura de sedimentos pelíticos, em parte da área de pesquisa. A duração de 8 dias de alagamento, somado à deposição ocorrida, sugere forte depleção do volume gasoso do solo com comprometimento de sua difusividade nas camadas superiores, o que teria provocado a mortalidade das mudas de *A. cacans*, e acentuado a das espécies *C. vernalis*, *P. latifolia* e *C. canjerana* (Tabela 8). A mortalidade já acentuada no segundo período para as espécies *C. vernalis*, *P. latifolia* e *C. canjerana* e os acréscimos no terceiro período, sugerem que outros fatores estariam atuando sobre o estabelecimento dessas espécies e que os eventos de alagamento poderiam somar contribuição negativa sobre a sobrevivência das mudas dessas espécies.

Na área CY, por outro lado, as taxas de mortalidade podem estar mais fortemente relacionadas com o déficit hídrico, associado aos atributos particulares do solo. Na época em que foi realizado o plantio, sobretudo nos meses seguintes, foram registrados (CEOPS/FURB, não publicados) volumes de precipitação muito abaixo da média histórica (Brasil, 1984) para o período.

Adicionalmente, conforme já mencionado, a forma convexa da feição geomórfica sobre a qual foi instalada a área de pesquisa, somado à projeção altimétrica em relação ao nível do rio, condicionam a ausência de influência do lençol freático (Tabela 6), determinando o regime não hidromórfico e comprometendo o estabelecimento das espécies, conforme observado para *A. glandulosa*, *A. cacans*, *R. sericea*, *C. vernalis* e *C. canjerana* (Tabela 8). Outro fator que poderia estar favorecendo o regime não hidromórfico do Cambissolo e, portanto, afetando o desenvolvimento das espécies, é a existência de canais de drenagem implantados na

adjacência da área, para atender as exigências do sistema de plantio de arroz adotado na região, induzindo o processo de dessecação do dique onde fora implantado o experimento.

O potencial de uso das seis espécies, ora recomendadas para Neossolo Flúvico, traduz-se principalmente na capacidade de sobreviver em maior número (Tabela 8) e apresentar crescimento suficientemente rápido (Tabela 7). Dessa forma, é possível inibir o crescimento das espécies herbáceas competidoras em curto espaço de tempo (Parrota, 1993; Uhl, 1997; Parrota et al., 1997; Holl, 1999; Aide et al., 2000; Zimmerman, 2000), reduzindo os custos de manutenção. Adicionalmente, permite edificar uma estratificação vertical e horizontal, criando condições e atraindo o ingresso e estabelecimento de uma ampla variedade de formas de vida, atributo que caracteriza as formações florestais no vale do Itajaí (Klein, 1979; 1980).

Além de criar condições para a regeneração natural (Rodrigues & Gandolfi, 2000), o rápido recobrimento do solo auxiliará na regulação dos fluxos hídricos, favorecerá menor susceptibilidade aos processos erosivos, com maior agregação mecânica do solo e resistência ao cisalhamento do rio no talude, acúmulo de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, regulação das condições microclimáticas, entre outras funcionalidades previstas para as florestas fluviais (Karr & Schlosser, 1978; Christofolletti, 1980; Schlosser & Karr, 1981; Corbert & Lynch, 1985; Delitti, 1989; Guerra & Cunha, 1996; Fonseca, 1999; Carvalho, 2000; Hassett et al., 2005; Groffman et al., 2003; Poff et al., 2003; Zedler, 2003; Rood et al., 2005; Curcio, 2006).

Apesar do número de espécies, ora recomendadas, representar um valor reduzido em relação à riqueza florística local (Klein, 1979, 1980; Sevegnani, 2002), acredita-se tratar de uma composição mínima suficientemente capaz de catalisar o processo de sucessão natural, conforme sugerido por Parrota (1993). De qualquer forma, a comprovação da eficiência da composição de espécies sugerida para o Neossolo, no que se refere à facilitação da sucessão, dependerá da realização de pesquisas destinadas a este fim.

Quanto aos três espaçamentos pesquisados, apesar de algumas diferenças detectadas entre as seis espécies recomendadas (Tabela 7), o espaçamento 2 m x 1 m mostrou-se o mais adequado. O plantio em espaçamento 2 m x 1 m diminui à metade o número de mudas a ser adquirido, o que, necessariamente, implicaria em

menor mão de obra a ser despendida, menos recurso e menos tempo por parte do executor, com resultados praticamente semelhantes.

Encontra-se implícito na identificação de apropriadas densidades de plantio, o interesse em permitir o melhor espaço de crescimento individual e prever a distribuição espacial necessária para se obter o mais rápido recobrimento com o menor custo de implantação e manutenção (Botelho, 1998). Dessa forma, admite-se o papel das espécies arbóreas de controlar os efeitos da competição com as espécies herbáceas, na medida em que projetam e sobrepõem suas copas (Parrota, 1993; Uhl, 1997; Parrota et al., 1997; Holl, 1999; Aide et al., 2000; Zimmerman, 2000) e todas as demais funcionalidades que decorrem desse processo.

A avaliação visual da formação de copa na área RY ocorreu aos 8 meses após o plantio, a partir de então, foram efetuadas as medidas de projeção. Corridos 12 meses após o plantio, constatou-se avançado controle sobre a profusão das espécies herbáceas, principalmente de *Brachiaria cf. decumbens*, em virtude da cobertura promovida pela sobreposição das copas. No entanto, os

tratos culturais tiveram continuidade até janeiro de 2008, com a finalidade de manter o controle nos tratamentos em relação à área CY.

Através da observação visual da parcela testemunho da área RY, aos 26 meses, pôde-se verificar a ocupação generalizada de *Brachiaria cf. decumbens*, com ausência de regeneração. A ausência de regeneração na área testemunho, apoiada no argumento da supressão do componente herbáceo aos 12 meses após o plantio na área RY, reforçam a utilidade das técnicas de plantio de espécies arbóreas como promotoras da restauração de ambientes fluviais, e de suas funcionalidades decorrentes.

Os valores das taxas de crescimento relativo da área de projeção de copa das seis espécies que se destacaram em Neossolo Flúvico são apresentados na Tabela 9. Em razão do baixo desempenho das espécies em Cambissolo Flúvico, e por haver evidências suficientes com relação às diferenças de crescimento entre os tipos de solo, optou-se em suprimir, para a área de projeção de copa, a apresentação dos valores da área CY.

Tabela 9. Média e desvio padrão das taxas de crescimento relativo (TCR) da área de projeção de copa, no período de 18 meses (janeiro de 2007 a julho de 2008), na área RY, de acordo com o espaçamento de plantio.

Espécie	Tratamento (m x m)	TCR Área de Projeção de Copa (m ² m ⁻² mês ⁻¹)
<i>Citharexylum myrianthum</i>	2x1	0,5 (±0,1) a;a
	1,5x1	0,4 (±0,2) b;a
	1x1	0,3 (±0,2) b;ab
<i>Alchornea glandulosa</i>	2x1	0,4 (±0,2) a;ab
	1,5x1	0,4 (±0,1) a;a
	1x1	0,2 (±0,1) b;bcd
<i>Inga marginata</i>	2x1	0,5 (±0,2) a;a
	1,5x1	0,5 (±0,2) a;a
	1x1	0,5 (±0,2) a;a
<i>Annona cacans</i>	2x1	0,1 (±0,1) a;d
	1,5x1	0,1 (±0,1) a;c
	1x1	0,1 (±0,1) a;bcd
<i>Schinus terebintifolius</i>	2x1	0,4 (±0,2) a;bc
	1,5x1	0,3 (±0,1) a;ab
	1x1	0,4 (±0,2) a;ab
<i>Annona sericea</i>	2x1	0,2 (±0,1) a;cd
	1,5x1	0,2 (±0,1) a;bc
	1x1	0,2 (±0,1) a;bcd

Letras diferentes denotam diferença significativa ($p < 0,05$). Os valores apresentam-se acompanhados de dois conjuntos de letras, cada qual separado por ponto e vírgula, onde o primeiro conjunto representa as comparações entre os tratamentos para uma mesma espécie e o segundo representa as comparações entre as espécies dentro de um espaçamento.

Dentre as seis espécies, *I. marginata*, *C. myrianthum*, *A. glandulosa* e *S. terebinthifolius* destacaram-se por apresentar maior crescimento de copa (Tabela 9).

Apenas *C. myrianthum* e *A. glandulosa* demonstraram diferença significativa entre os espaçamentos para a área de projeção de copa. *C. myrianthum* apresentou a maior taxa no espaçamento 2 m x 1 m em relação aos demais e *A. glandulosa*, apresentou as maiores taxas nos espaçamentos 2 m x 1 m e 1,5 m x 1 m. A maior área de projeção nos espaçamentos com menor densidade, pode estar relacionada com a ausência de pressão competitiva sobre a ocupação da copa. De acordo com Sanquetta et al. (2003), os espaçamentos mais amplos permitem maior liberação para o crescimento da copa das árvores, resultado de uma maior alocação de biomassa nos ramos. Esses resultados reforçam o argumento de que o espaçamento 2 m x 1 m seria o mais adequado, entre os espaçamentos avaliados.

Em síntese, as espécies que apresentaram as maiores taxas de sobrevivência em ambas as áreas, não apresentaram diferenças significativas desses valores entre os dois tipos de solos (Tabela 8). No entanto, foi possível constatar através da avaliação do crescimento (Tabelas 7 e 9), as implicações das variações dos atributos dos solos, sobretudo o regime de hidromorfia (Tabela 6) e fertilidade (Tabela 5), sobre a seleção de espécies arbóreas e a definição de estratégias de restauração de florestas fluviais.

A identificação das potencialidades de uso das espécies inclui, necessariamente, a experimentação em campo, em função das variações das condições ambientais, especialmente em relação ao regime hídrico dos solos, pois podem apresentar potenciais de uso diferenciados.

Para ambientes completamente descaracterizados e sujeitos à ação de espécies exóticas invasoras, como é o caso das planícies fluviais na bacia do Itajaí, interessa identificar espécies que reúnam atributos como: elevada produção anual de frutos e sementes; elevada germinação; rápido crescimento em viveiro; rusticidade e rápido crescimento em campo; capacidade de formar uma cobertura de copa e eliminar em curto espaço de tempo os efeitos da competição com as gramíneas invasoras; alicerçar o estabelecimento de uma estratificação vertical e horizontal e permitir a formação de sítios diferenciados para o estabelecimento das mais variadas formas de vida. Todos esses são fatores que implicam não somente no sucesso da restauração, mas, sobretudo nos custos de implantação e manutenção.

Conclusões

Diferenças geomorfológicas e pedológicas, sobretudo, suas interatividades, propiciam taxas de crescimento muito distintas em plantas arbóreas nativas.

Em razão das diferenças identificadas no desenvolvimento das espécies em relação ao tipo de solo, recomenda-se a identificação e caracterização dos mesmos, bem como sua inserção na paisagem, para a indicação de espécies com vistas à restauração florestal.

C. myrianthum, *A. glandulosa*, *I. marginata*, *S. terebinthifolius* e *A. sericea* são espécies recomendadas para plantios em diques marginais do rio Itajaí-Açu constituídos por Neossolo Flúvico Tb Eutrófico gleissólico.

A. cacans também é recomendada para as condições acima citadas, desde que não sujeita a alagamento.

A sobrevivência de *C. myrianthum*, *I. marginata*, *A. cacans*, *S. terebinthifolius*, *A. sericea* e *C. vernalis* não foi influenciada pelas diferenças entre os tipos de solo.

A sobrevivência de *A. glandulosa* sofreu influência do tipo de solo, com maior sucesso na área RY, em razão da melhor disponibilidade de nutrientes em regime semi-hidromórfico.

A sobrevivência de *P. latifolia* também sofreu influência do tipo de solo, com maior sucesso na área CY, em função do regime não-hidromórfico do solo e ausência de alagamentos.

C. canjerana apresentou elevada mortalidade em ambas as áreas, possivelmente em razão do caráter esciófilo e adicionalmente na área RY em função da recorrência dos alagamentos.

Os espaçamentos de plantio, no tempo avaliado, não demonstraram influência negativa sobre o estabelecimento e desenvolvimento de *C. myrianthum*, *A. glandulosa*, *I. marginata*, *S. terebinthifolius* e *A. sericea*.

No sentido de se obter a máxima eficiência de reconstituição de florestas fluviais no rio Itajaí-Açu, o espaçamento 2 m x 1 m é o ideal quando da utilização de *C. myrianthum*, *A. glandulosa*, *I. marginata*, *S. terebinthifolius* e *A. sericea* em diques marginais do rio Itajaí-Açu compostos por Neossolo Flúvico Tb Eutrófico gleissólico.

O sistema de plantio adotado, bem como as espécies utilizadas, mostraram-se inadequados para as condições que caracterizam a área CY.

Em face da expressiva ocorrência de Cambissolos Flúvicos nas paisagens fluviais do Vale do Itajaí, novas

alternativas de restauração das florestas fluviais precisam ser testadas nesses ambientes, assim como outras espécies arbóreas nativas.

Agradecimentos

Ao pesquisador Dr. Osmir Lavorantti pelas preciosas colaborações nas análises estatísticas. Aos professores Dr. Carlos V. Roderjan, Dr. Armando C. Cervi e Dra. Lúcia Sevegnani pela revisão do texto. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor. À Bunge Alimentos S.A. por financiar a execução do projeto.

Referências

- AB'SABER, A.N. O suporte Geocológico das Florestas Beiradeiras (Ciliares). In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO-FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp. 2000. p 45-53.
- AIDE, T. M., ZIMMERMAN, J. K., PASCARELLA, J., MARCANO-VEGA, J. & RIVERA, L. 2000. Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. **Restoration Ecology**, v. 8, p. 328–338, 2000.
- BARDDAL, M. L. **A influência da saturação hídrica na distribuição de 8 espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista aluvial do Rio Iguaçu, Paraná, Brasil**. 2006. 130 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BERENDSE, F.; KROON, H. de; BRAAKHEKKE, W. G. Acquisition, use and loss of nutrients. In: PUGNAIRE, F. & VALLADARES, F. (eds.) **Functional plant ecology**. 2. ed. Boca Raton: CRC. 2007. p. 259-283
- BLOOM, P. R. Soil pH and pH buffering. In: SUMNER, M.E. (Ed.). **Handbook of soil science**. Boca Raton: CRC. v. 1. 1999. p. B333-B352
- BOTELHO, S. A. Espaçamento. In: SCOLFORO, J. R. S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE. 1998. p.381-406.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soils**. 12. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999. 881 p.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). **Mapa geológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: 1986. Escala: 1:500.000.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Aguas e Energia Elétrica. Divisão de Controle de Recursos Hídricos. **Bacia do rio Itajaí: caracterização dos usos e das disponibilidades hídricas**. Brasília; DNAEE; 1984. 200 p. Mapas, tabelas.
- BUDKE, J. C. **Pulsos de inundação, padrões de diversidade e distribuição de espécies arbóreas em uma floresta ribeirinha no sul do Brasil**. 2007. 195 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- CARVALHO, P. E. R. Técnicas de recuperação e manejo de áreas degradadas. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 251-268
- CASANOVA, M. T.; BROCK, M. A. How do depth, duration and frequency of flooding influence the establishment of wetland plant communities?. **Plant Ecology**, v. 2, p. 41-75, 2000.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher. 1988. 313 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher. 1980. 188 p.
- CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 1).
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3ª ed. Passo Fundo: SBSC/NRSul, EMBRAPA/CNPT, 224 p. 1994.
- CORBETT, E.S.; LYNCH, J. A. Management of streamside zones on municipal watersheds. In: NORTH AMERICAN RIPARIAN CONFERENCE, 1., Tucson, Arizona. **Riparian ecosystems and their management [microform]** : reconciling conflicting uses ; R. Roy Johnson (ed.) Fort Collins, Colo. : Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Forest Service, U.S. Dept. of Agriculture, 1985. viii, 523 p. : ill., maps ; 28 cm. p. 187-190. (USDA. Forest Service General Technical Report, RM-120).
- CURCIO, G. R. **Relações entre Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Fitosociologia nas Planícies Fluviais do Rio Iguaçu, Paraná, Brasil**. 2006. 488 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- CURCIO, G. R.; UHLMANN, A.; SEVEGNANI, L. A **geopedologia e sua influência sobre espécies arbóreas de florestas fluviais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 31 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 135).
- DELITTI, W. B. C. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989. **Anais...** Campinas: Fundação Cargil, 1989. p. 89-98. 1989.
- ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A. Comparação de métodos analíticos para avaliar a necessidade de calcário dos solos do Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 10, p. 43-150, 1986.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Interior. Bureau of Reclamation Manual. **Irrigated land use: land classification**. Denver, 1953. v. 5, pt. 2.
- FONSECA, A. C. Geoquímica do solo. In: GUERRA, A. J. T; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (org). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1999. p. 165-194.

- GROFFMAN, P. M.; BAIN, D. J.; BAND, L. E.; BELT, K. T.; BRUSH, G. S.; GROVE, J. M.; POUYAT, R. V.; YESILONIS, I. C.; ZIPPERER, W. C. Down by the riverside: urban riparian Ecology. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 1, n. 6, p. 315–321, 2003.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 394 p.
- HARIDASAN, M. Solos de matas de galeria e nutrição mineral de espécies arbóreas em condições naturais. In: RIBEIRO, J. F. **Cerrado: matas de galeria**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p. 17-28.
- HASSETT, B.; PALMER, M.; BERNHARDT, E.; SMITH, S.; CARR, J.; HART, D. Restoring watersheds project by project: trends in Chesapeake Bay tributary restoration. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 3, n. 5, p. 259-267, 2005.
- HELMK, P. A. The chemical composition of soils. In: SUMNER, M. E. (Ed.). **Handbook of soil science**. Boca Raton: CRC, 1999. v. 1.
- HOLL, K. D. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate and soil. **Biotropica**, v. 31, n. 2, p. 229-242, 1999.
- JACOMINE, P. K. T. Solos sob matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp. 2000. p. 27-31.
- KARR, J. R.; SCHLOSSER, I. J. Water resources and the land-water interface. **Science**, n. 201, p. 229-234, 1978.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara. 2004. 452 p.
- KLEIN, R. M. **Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajai**. Sellowia, Itajai, v. 31, n. 31, p. 11-164, 1979.
- KLEIN, R. M. **Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajai (Continuação)**. Sellowia, Itajai, v. 32, n. 32, p. 165-389, 1980.
- KOZERA, K. **Florística e fitossociologia de uma formação pioneira com influência fluvial e de uma estepe gramíneo-lenhosa em diferentes unidades geopedológicas, município de Balsa Nova, Paraná-Brasil**. 2008. 267 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba
- KOZLOWSKI, T. T. **Flooding and plant growth**. Orlando: Academic Press, 1984. 356 p. il.
- LAMBERS, H.; CHAPIN III, F. S.; PONS, T. L. **Plant physiological Ecology**. New York: Springer-Verlag, 1998. 540 p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa. 2006. 550 p.
- LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: **Geografia do Brasil: região sul**. Rio de Janeiro: IBGE. 1990. p.113-150.
- LIMA, R. R.; TOURINHO, M. M.; COSTA, J. P. C. da. **Várzeas fluvio-marinhas da Amazônia brasileira: características e possibilidades agropecuárias**. Belém: FCAP, 2001. 341 p.
- LOBO, P.C.; JOLY, C.A. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de Mata ciliar do Sudeste do Brasil. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO-FILHO, H. F. (eds.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2000. p. 143-157.
- LYTLE, D. A.; POFF, N. L. Adaptation to natural flow regimes. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 19, n. 2, p. 94-100, 2004.
- MANUAL técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p. (Série manuais técnicos em geociências, n. 1).
- MARTINS, A. V. **Recuperação de matas ciliares**. 1. ed. Viçosa: Ed. Aprenda Fácil, 2001.
- MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; COLLI, S.; MÜLLER, C. Estudos sobre tolerância ao alagamento em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A.; PIMENTA, J. A. **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: Copyright, 2002. p. 133-172.
- NEIFF, J. J. El régimen de pulsos en ríos y grandes humedales de Sudamérica. In: Malvárez, A. I. & Kandus, P. (eds.). **Tópicos sobre grandes humedales sudamericanos**. Montevideo: ORCYT-MAB (UNESCO). 1997. p. 99-149
- OLIVEIRA, J. B. **Pedologia aplicada**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 414 p.
- PARROTA, J. A. Secondary forest regeneration on degraded tropical lands: the role of plantation as “foster ecosystems”. In: LIETH, H & LOHMANN, M. (Eds.). **Restoration of tropical forest ecosystems**. Haque: Kluwer Academic. 1993.
- PARROTA, J. A.; KNOWLES, O. H.; WUNDERLE JR., J. M. Development of floristic diversity in 10-year-old restoration forests on a bauxite mined site in Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 99, p. 21-42, 1997.
- POFF, N. L.; ALLAN, J. D.; PALMER, M.; HART, D. D.; RICHTER, B. D.; ARTHINGTON, A. H. ROGERS, K. H.; MEYER, J. L.; STANFORD, J. A. River flows and water wars: emerging science for environmental decision making. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 1, n. 6, p. 298-306, 2003.
- PONNAMPERUMA, F. N. Effects of flooding on soils. In: KOZLOWSKI, T. T. **Flooding and plant growth**. Orlando: Academic Press. 1984. p. 10-45
- POORTER, H.; GARNIER, E. **Ecological significance of inherent variation in relative growth rate and its components**. In: PUGNAIRE, F. & VALLADARES, F. (eds.) **Functional plant ecology**. 2ª ed. Boca Raton: CRC, 2007. p. 67-100.
- RADCLIFFE, D. E.; RASMUSSEN, T. C. Soil water movement. In: SUMNER, M. E. (Ed.) **Handbook of soil science**. Boca Raton: CRC. v. 1. 1999. p. A87-A127
- REDDY, K. R.; D’ANGELO, E. M.; HARRIS, W. G. Biochemistry of Wetlands. IN: SUMNER, M.E. (Ed.). **Handbook of soil science**. Boca Raton: CRC. v. 2. 1999. p. G89-G119.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de Florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp. 2000. p. 235-247.
- RODRIGUES, R. R. Florestas ciliares? Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 1. ed. São Paulo: Ed. Edusp, 2000. p. 91-99.

- ROOD, S. B.; SAMUELSON, G. M.; BRAATNE, J. H.; GOURLEY, C. R.; HUGHES, F. M. R.; MAHONEY, J. M. Managing river flows to restore floodplain Forests **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 3, n. 4, p. 193-201, 2005.
- SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E.; MELLO, A. A. DE; SILVA, E. Q. da; FILHO, N. B.; MATOSKI, S. L. S. Produção de madeira livre de nós em povoamentos de *Pinus taeda* em função da densidade de plantio. **Cerne**, v. 9, p. 129-140, 2003.
- SANTA CATARINA. Gabinete do Planejamento e Coordenação Geral. **Atlas de Santa Catarina**. Florianópolis: GAPLAN/SUEGI, 1986. 173 p.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. da (Eds.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p. il. Inclui apêndices.
- SCHÄFFER, W. B.; PROCHNOW, M. (org). **A Mata Atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira**. Brasília: APREMAVI, 2002. 156 p.
- SCHLOSSER, I. J.; KARR, J. R. Water quality in agricultural watersheds: impact of riparian vegetation during base flow. **Water Resources Bulletin**, v. 17, n. 2, p. 233-240, 1981.
- SCHOENHOLTZ, S. H.; VAN MIEGROET, H.; BURGER, J. A. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. **Forest Ecology and Management**, v. 138, p. 335-356, 2000.
- SCHULZE, E.; BECK, E.; MÜLLER-HOHENSTEIN. **Plant Ecology**. Berlin: Springer, 2005. 702 p.
- SEVEGNANI, L. Vegetação da Bacia do Itajaí em Santa Catarina. In: SCHÄFFER, W.B. & PROCHNOW, M. (org). **Mata Atlântica e Você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira**. Brasília: APREMAVI, 2002. p. 85-101.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p. il.
- UHL, C. Restauração de terras degradadas na Bacia Amazônica. In: Wilson, E. O. & Peter, F. M. (Eds). **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 1997. p. 419-427.
- VIBRANS, A. C. **A cobertura florestal da Bacia do rio Itajaí: elementos para uma análise histórica**. 2003. 240 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- ZEDLER, J. B. Wetlands at your service: reducing impacts of agriculture at the watershed scale. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 1, n. 2, p. 65-72, 2003.
- ZIMMERMAN, J. K.; PASCARELLA, J. B.; AIDE, T. M. Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. **Restoration Ecology**, v. 8, n. 4, p. 350-360, 2000.

Recebido em 28 de abril de 2010 e aprovado em 07 de dezembro de 2010

