

Heterogeneidade ambiental e regeneração natural
em uma Floresta Ombrófila Mista AluvialEnvironmental heterogeneity and natural
regeneration in an alluvial mixed araucaria forestJéssica Oneda Silva¹, Ana Carolina Silva², Pedro Higuchi², Álvaro Luiz Mafra³,
Rodineli Loebens¹, Luiz Carlos Rodrigues Júnior⁴, Angélica Dalla Rosa⁴,
Carla Luciane Lima⁴ e Fernando Buzzi Júnior⁴

Resumo

O principal objetivo do estudo foi determinar a influência da heterogeneidade ambiental sobre o componente regenerante de uma Floresta Ombrófila Mista (FOM) aluvial no Planalto Sul Catarinense. Os regenerantes foram amostrados em 48 parcelas alocadas em três setores: rio, interior e borda. O levantamento das variáveis ambientais foi realizado em todas as parcelas, obtendo-se as variáveis edáficas, topográficas, do nível freático, de fechamento do dossel, de impacto ambiental e classe de solo. A partir dos dados ambientais, foi realizada uma Análise de Componentes Principais para identificar os gradientes existentes. Foram utilizados modelos lineares generalizados para avaliar a influência das setorizações ambientais em função da distância do rio e da classe de solo sobre a composição florística-estrutural dos regenerantes. A organização da vegetação foi verificada por meio de uma Análise de Coordenadas Principais. A existência de espécies indicadoras foi verificada para os setores com efeito significativo sobre a vegetação. Os Cambissolos predominaram na área, cujo relevo é predominantemente plano e os solos são distróficos, ácidos, álicos e com textura franco arenosa a franco siltosa. Um terço das parcelas apresentou água próximo da superfície, indicando maior seletividade ambiental nestes locais. O dossel esteve predominantemente fechado (91,16%) e o nível de impacto ambiental foi considerado baixo. A setorização, definida em função da distância do rio, apresentou influência significativa no padrão de distribuição das espécies, sendo que o setor borda foi o que apresentou a composição florística-estrutural mais distinta, com 14 espécies indicadoras. O componente regenerativo apresentou variações espaciais que refletiram a heterogeneidade ambiental em função da setorização, sendo a distância do rio determinante na formação dos grupos florísticos.

Palavras-chave: gradiente ambiental, relação solo x vegetação, espécies indicadoras.

Abstract

The main objective of this study was to determine the influence of environmental heterogeneity on the regenerative component of an Alluvial Araucaria Forest in the southern Santa Catarina State plateau region. The regenerated individuals were sampled within 48 plots allocated in three sectors: river, interior and edge. The survey of environmental variables was conducted in all plots, obtaining data of edaphic variables, topography, groundwater level, canopy cover, environmental impact and soil classification. A Principal Component Analysis was performed for the surveyed variables to identify environmental gradients. For the regenerative component, the influence of environmental sectors, related to river distance and soil classes, on floristic-structural organization was determined by generalized linear models. The organization of vegetation was verified using Principal Coordinates Analysis. The presence of indicator species was evaluated for the sectors with significant effect on vegetation. Cambisols predominated in the area, and the terrain is mostly flat and the soils are dystrophic, acidic, alic and with sandy loam to silt loam texture.

¹Mestre em Engenharia Florestal. UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina/Centro Agroveterinário. Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro - 88520000 - Lages, SC, Brasil. E-mail: jessica.oneda@hotmail.com; rhodineli@hotmail.com; carla_engflorestal@yahoo.com.br.

²Professor(a) Associado(a) do Departamento de Engenharia Florestal. UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina / Centro Agroveterinário. Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro - 88520000 - Lages, SC, Brasil. E-mail: carol_sil4@yahoo.com.br; higuchip@gmail.com.

³Professor Titular do Departamento de Solos e Recursos Naturais. UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina / Centro Agroveterinário. Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro - 88520000 - Lages, SC, Brasil. E-mail: alvaro.mafra@udesc.br.

⁴Graduados em Engenharia Florestal. UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina / Centro Agroveterinário. Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro - 88520000 - Lages, SC, Brasil. E-mail: luiz.crj@hotmail.com; angelica.dalla.rosa@hotmail.com; buzzifjr@hotmail.com.

One third of the plots presented water near the surface, indicating greater environmental selectivity in these places. The canopy was predominantly closed (91.16%) and the level of environmental impact was considered low. The division into sectors, defined by to the river distance, had a significant influence on the distribution pattern of species, and the edge sector showed the most distinctive floristic and structural composition, with 14 indicator species. The regenerative component demonstrated spatial variations that reflected the environmental heterogeneity according to sectors, with river distance determinant for the formation of floristic groups.

Keywords: environmental gradient, soil x vegetation relationship, indicator species.

INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista (FOM) é caracterizada pela presença da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em seu dossel superior (KLEIN, 1960), porém, em nível regional, apresenta elevada substituição florística, tanto para o componente adulto (HIGUCHI et al., 2012a), quanto para o regenerante (POLISEL et al., 2014). De acordo com a classificação do IBGE (2012), as áreas de FOM podem ser classificadas em subformações de acordo com altitude (Submontana, Montana e Alto-Montana) e a presença de planícies aluviais (Aluvial). A subformação FOM Aluvial se diferencia dos demais tipos por ocorrer, geralmente, próxima a cursos de água e ser predominantemente plana, estando sujeita a alagamentos periódicos (IBGE, 2012). Os pulsos de inundação, compreendidos como fenômenos temporais de inundação (JUNK et al., 1989), se apresentam como um processo essencial na dinâmica e ecologia do ambiente. Junk et al. (1989) definem esse processo como chave para a existência de interações entre a biota em sistemas aluviais, capaz de gerar estratégias e adaptações nas espécies presentes na transição aquática/terrestre.

As florestas aluviais consistem em manchas de vegetação com características próprias, produto da combinação de fatores abióticos como a topografia, regime de cheias e variações edáficas (OLIVEIRA FILHO et al., 1997), com as condições ecológicas. Essa particularidade resulta na formação de ambientes sujeitos ao estresse hídrico, que pode selecionar espécies tolerantes, influenciando na composição florística e estrutural da floresta (SILVA et al., 2012).

A heterogeneidade ambiental tem sido apontada como um dos principais fatores que atuam nessa composição florístico-estrutural (OLIVEIRA FILHO et al., 1994b; BOTREL et al., 2002; HIGUCHI et al., 2012b; CARVALHO et al., 2005), sendo associada ao regime de inundação, diferentes níveis de oxigenação do solo e padrões de sedimentação (SILVA et al., 2007). Para Rodrigues et al. (2007), essa heterogeneidade é resultado da diversidade de fatores que interagem nas comunidades. Além disso, a heterogeneidade ambiental produz micro-habitats que são ocupados por espécies indicadoras, que são aquelas com preferências ecológicas que podem identificar as condições ambientais locais (HILL et al., 1975).

Neste sentido, estudos que contribuam para o entendimento de como a heterogeneidade ambiental pode influenciar a distribuição espacial de espécies arbóreas regenerantes são relevantes para a definição de estratégias de conservação e restauração de florestas aluviais. A presença de espécies indicadoras em condições ambientais específicas, associadas, por exemplo, ao regime de inundação e aos tipos de solos, pode evidenciar que a manutenção de certas condições ambientais é fundamental para a conservação da biodiversidade em nível regional. Além disso, identificar espécies associadas a setores distintos de um ambiente aluvial permite a escolha adequada de táxons a serem utilizados em programas de restauração florestal, evitando-se, assim, possíveis problemas, como a elevada mortalidade de mudas ou sementes não adaptadas.

Dentro deste contexto, considerando a importância ecológica de florestas aluviais, uma vez que as mesmas desempenham importantes funções ambientais e apresentam um subconjunto relevante da flora regional, o presente estudo teve como objetivos: i) determinar a influência da heterogeneidade ambiental sobre o componente regenerante de uma FOM aluvial no Planalto Sul Catarinense; ii) determinar a correlação entre a vegetação e setorizações ambientais em função da distância do rio e classes de solos; e iii) determinar as espécies indicadoras de cada setor com influência significativa na organização do componente regenerante.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de Lages, SC. Com coordenadas centrais de 27° 51' 03" S e 50° 13' 31" O, o remanescente se encontra nas margens do Rio Caveiras e possui altitude média de 902 m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é Cfb, mesotérmico subtropical úmido com verões frescos, sem estação seca, com geadas severas, temperatura média de 15,9°C e precipitação anual média em torno de 1.400 mm (BRASIL, 1992). Siltitos da Formação Rio do Rasto e arenitos da Formação Botucatu compõem o substrato geológico. Os solos são Cambissolo Húmico nas porções mais drenadas e Gleissolo Háplico nas áreas mais úmidas, ocorrendo também Neossolo Litólico e Neossolo Flúvico (EMBRAPA, 2013) (Figura 1).

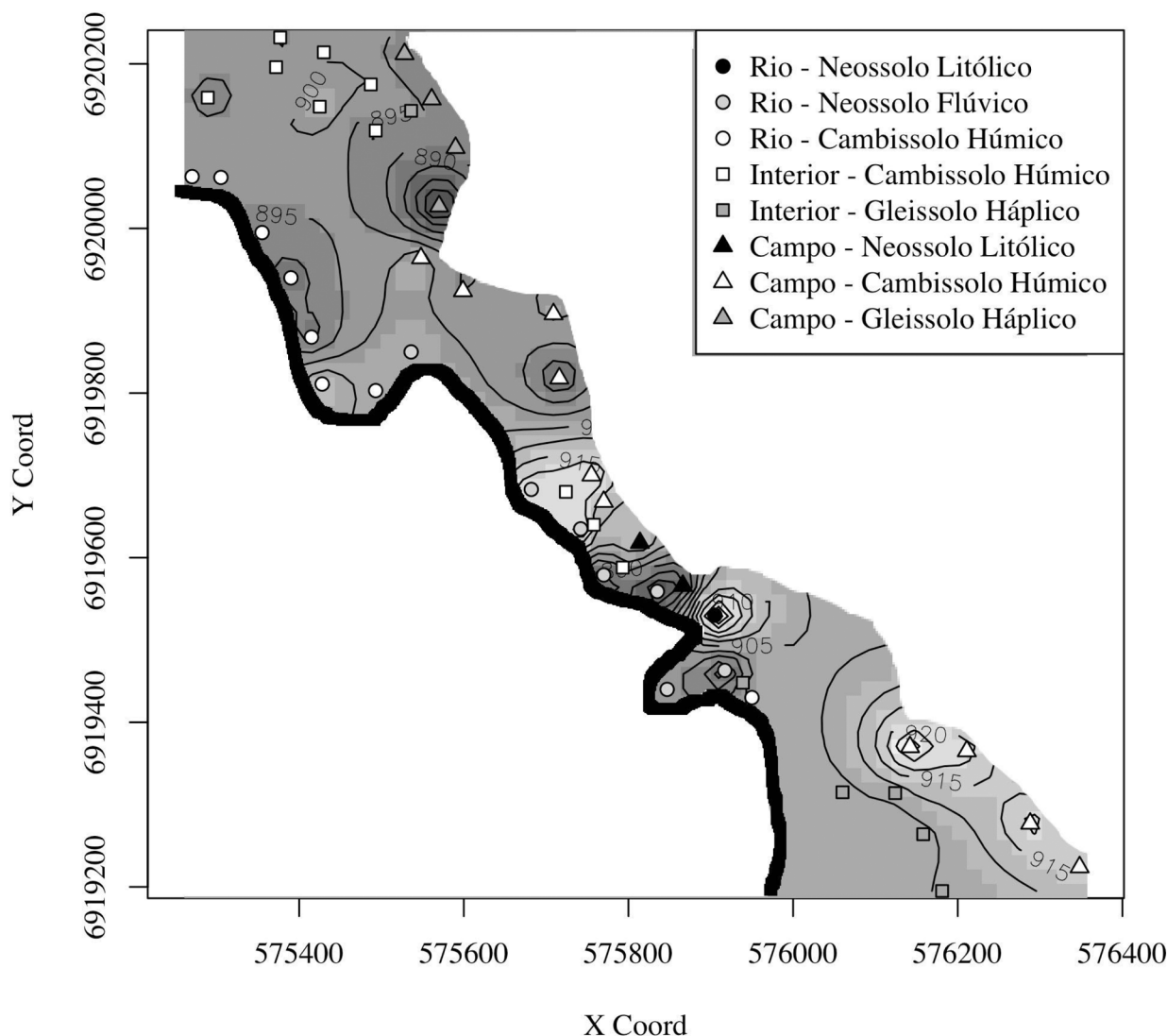


Figura 1. Mapa com parcelas alocadas e respectivas classes de solos, nos setores borda adjacente ao rio, interior do fragmento e borda adjacente à matriz campestre, em uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Lages, SC.

Figure 1. Map with allocated plots and their soil classes, in sectors of edge adjacent to the river, interior of fragment and edge adjacent to grassland matrix, in an Alluvial Araucaria Forest, in the municipality of Lages, SC.

O levantamento da vegetação regenerante foi realizado em 48 unidades amostrais alocadas de forma estratificada, em três setores (16 parcelas por setor): rio (borda adjacente ao rio), interior do fragmento e borda do campo (borda adjacente à matriz campestre) (Figura 1). Indivíduos arborecentes com menos de 5,0 cm de DAP foram considerados como parte do estrato regenerante. Para o levantamento destes, cada uma das 48 unidades amostrais foi dividida em parcelas com área variável de acordo com a classe de tamanho de planta, segundo adaptação da metodologia proposta por Volpato (1994): i) Classe 1, plantas com altura entre 15 cm e 1 m, foram avaliadas em parcelas de

5 m², o que totalizou uma área amostral de 240 m²; ii) Classe 2, plantas com altura entre 1 e 3 m, foram avaliadas em parcelas de 10 m², o que totalizou uma área amostral de 480 m², e; iii) Classe 3, plantas com altura maior que 3 m e DAP (diâmetro a altura do peito) menor que 5 cm, foram avaliadas em parcelas 20 m², o que totalizou 960 m² inventariados. Todos os indivíduos dentro das parcelas pertencentes a espécies arborescentes regenerantes foram marcados, classificados em sua respectiva classe e identificados, sendo as identificações realizadas por meio de literatura (e.g. SOBRAL et al., 2013) e especialistas. A classificação das famílias de angiospermas foi realizada de acordo com o sistema APG III (APG, 2009). As coordenadas de latitude e longitude foram obtidas no centro de cada parcela com o auxílio de um GPS Garmin GPSMAP 76CSx.

O levantamento das variáveis ambientais foi realizado em cada uma das 48 parcelas utilizadas para o levantamento florístico. Para obtenção das variáveis edáficas, em cada parcela foram coletadas nove amostras de solo com o trado no perfil de 0 a 20 cm, de maneira a cobrir a variação existente na unidade amostral, e destas foi obtida uma amostra composta por parcela. As amostras foram submetidas à análise química e física no Laboratório de Análises da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Foram quantificados pH, potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), matéria orgânica (MO), capacidade de troca catiônica efetiva (CTC), saturação por base na CTC efetiva (V), saturação por Al e os teores de areia, silte e argila. Também foi realizada a classificação dos solos de cada parcela por meio da abertura do perfil com o trado até a profundidade de 1 m (EMBRAPA, 2013).

A luminosidade foi avaliada por meio da abertura do dossel, utilizando-se um densiômetro esférico (modelo A) côncavo (LEMMON, 1956). No centro de cada parcela, foram realizadas, no mês de fevereiro, quatro leituras nas direções Norte, Sul, Leste e Oeste, sendo obtida a média por parcela. O impacto ambiental foi determinado conforme metodologia utilizada por Silva et al. (2009), pela atribuição de nota de zero a cinco, de acordo com o que era perceptível na parcela, considerando trilhas, estradas, gado, fogo e corte seletivo, sendo zero para a ausência de impacto e cinco para o máximo de impacto observável.

Os valores dos níveis freáticos foram obtidos por meio da leitura em poços de observação, instalados no centro de cada parcela, de acordo com a metodologia utilizada por Barddal et al. (2004), Silva et al. (2009) e Silva et al. (2010). Esses poços foram perfurados com um trado, até a profundidade de 1 m, onde foram instalados canos de PVC com pequenos furos para permitir o fluxo da água, com o propósito de se evitar o assoreamento dos mesmos ao longo das observações. As leituras foram feitas com auxílio de trena e lanterna, durante um ano, com frequência bimestral. Foi retirada uma média anual por parcela e também utilizados os dados do mês de nível freático mais próximo à superfície.

O levantamento topográfico foi realizado por meio da coleta de três variáveis em cada parcela: cota média, desnível máximo e declividade média, para tal foram utilizados clinômetro e GPS. O desnível máximo correspondeu à maior diferença entre os valores de cota de cada vértice das parcelas e a cota média foi considerada como o valor médio obtido a partir dos quatro vértices de cada parcela. A declividade média foi calculada por meio da média das declividades dos lados da parcela (OLIVEIRA FILHO et al., 1994a).

A partir dos dados ambientais, foi realizada a Análise de Componentes Principais (PCA), para identificar os gradientes existentes. A existência de estruturação espacial da organização da comunidade regenerante foi verificada por meio de um teste de Mantel, utilizando uma matriz de distância de Bray-Curtis e uma matriz de distância espacial.

Para testar a hipótese de existência de variações florísticas-estruturais em função das diferentes condições ambientais consideradas, utilizou-se a metodologia proposta por Wang et al. (2012). Para isto, foram ajustados modelos lineares generalizados, tendo como variáveis dependentes as abundâncias das espécies e como variáveis independentes os diferentes setores de distância do rio e classes de solos. Considerando que muitas espécies apresentam poucos indivíduos, considerou-se uma distribuição binomial negativa para os modelos. A matriz de abundância de espécies por parcelas passou por uma transformação de Hellinger, com o propósito de reduzir a assimetria entre as espécies mais abundantes e raras (LEGENDRE; LEGENDRE, 2012).

A organização florística-estrutural do componente regenerante foi verificada por meio de uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA), a partir de uma matriz de distância de Bray-Curtis. Foi

realizada a Análise de Espécies Indicadoras para verificar espécies características dos setores com influência significativa na organização da comunidade regenerante.

Todas as análises foram realizadas no programa estatístico R versão 3.1.0 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014), junto com as bibliotecas vegan (OKSANEN et al., 2014) para a transformação de Hellinger, matriz de distância de Bray-Curtis, PCoA e PCA; mvabund (WANG et al., 2012), para o modelo linear generalizado multivariado, e labdsv (ROBERTS, 2014), para Análise de Espécies Indicadoras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma geral, o relevo da área é predominantemente plano (IBGE, 2007), com solos distróficos, ácidos, com elevada saturação por Al e com textura franco arenosa e franca a franco-siltosa (SBCS, 2004; EMBRAPA, 2013) (Tabela 1). Foram encontradas quatro classes de solos (Figura 1): Cambissolos Húmicos, Gleissolos Háplicos, Neossolos Litólicos e Neossolos Flúvicos. Os Cambissolos predominaram na área, ocorrendo em 28 parcelas em todos os setores de distância do rio (borda, interior e rio). Os Gleissolos ocorreram em 10 parcelas nos setores interior e borda do campo. Os Neossolos Flúvicos ocorreram em sete parcelas, restritas ao setor rio, e os Neossolos Litólicos ocorreram em apenas três parcelas, nos setores rio e borda.

Tabela 1. Valores médios das variáveis ambientais analisadas em 48 parcelas alocadas em uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Lages, SC.

Table 1. Mean values of analyzed environmental variables in 48 plots allocated in an Alluvial Araucaria Forest, in the municipality of Lages, SC.

Variáveis	Média (n=48)
pH H ₂ O	4,33 (±0,27)
Ca (cmolc/dm ³)	3,48 (±1,91)
Mg (cmolc/dm ³)	1,34 (±0,61)
Al (cmolc/dm ³)	2,66 (±1,51)
P Mehlich (mg/dm ³)	3,21 (±2,05)
Na (mg/dm ³)	5,17 (±1,26)
K (mg/dm ³)	38,56 (±14,13)
CTC efetiva (cmolc/dm ³)	7,58 (±1,91)
Saturação por Al (%)	37,01 (±21,62)
Saturação por bases (%)	20,05 (±13,4)
Teor de areia (%)	45,8 (±16,7)
Teor de silte (%)	38 (±14)
Teor de argila (%)	15,69 (±5,53)
Cobertura do Dossel (%)	91,16 (2,55)
Impacto ambiental	0,55 (±0,23)
Cota (m)	901,53 (±16,85)
Declividade média (graus)	3,99 (±4,21)
Desnível máximo (m)	1,81 (±1,92)
Profundidade Média do Nível freático (cm)	93,20 (±16,36)
Profundidade Média do Nível freático no mês de maior encharcamento (cm)	85,16 (±26,53)

Apenas 16 parcelas (33%), principalmente de Gleissolos Háplicos, apresentaram água próximo da superfície (acima de 1 m de profundidade), indicando maior seletividade ambiental nestes locais. Devido à limitação de profundidade dos canos (1 m), quando o lençol freático estava abaixo desse valor, não se tinha referência para saber sua profundidade exata. Em média, considerando-se os valores do nível freático como de 1 m para os poços onde não foi encontrado água, o lençol freático esteve a uma profundidade de 93,2 cm da superfície do solo. Ao se considerar as leituras no mês de maior encharcamento (Março), a profundidade média foi de 85,2 cm. Apesar de apenas 16 parcelas apresentarem profundidade do lençol inferior a 1 m, a variação espacial no nível freático sugere a existência de locais com ocorrência de alagamentos sazonais, o que pode influenciar no estabelecimento dos regenerantes.

O dossel esteve predominantemente fechado (91,2%), quando comparado com outro fragmento florestal em avançado estágio de sucessão avaliado por Higuchi et al. (2012b) no mesmo muni-

cípio, que encontraram um valor de 87,2%. O nível de impacto ambiental pode ser considerado baixo (0,55), sugerindo baixa intervenção antrópica na área de estudo. O baixo nível de impacto encontrado indica que, provavelmente, o estabelecimento e a sobrevivência das plântulas não são afetados significativamente por fatores como pisoteio de bovinos, etc.

A PCA (Figura 2) indicou que o Eixo 1, com uma explicação de 27,5% da inércia total, apresentou forte correlação, principalmente, com o teor de Ca (-0,94), saturação por alumínio (0,91) e saturação por bases (-0,93), sintetizando um gradiente de disponibilidade de nutrientes. O Eixo 2 explicou 19,25% da variação total, apresentando forte correlação, principalmente, com os teores de areia (0,83), de silte (-0,73) e de argila (-0,67), indicando variação textural do solo. A setorização relacionada à distância do rio demonstrou que parcelas próximas da borda ficaram ordenadas à direita do gráfico, com menor fertilidade, e o setor próximo ao rio ordenaram-se à esquerda do gráfico, com maior fertilidade. O setor interior apresentou parcelas ao longo de todo o gradiente. A setorização definida em função da classe de solo demonstrou que Neossolo Litólico ocorreu em áreas mais arenosas e declivosas e Neossolo Flúvico associou-se a locais com maior fertilidade natural. Cambissolo Húmico e Gleissolo Háptico distribuíram-se de forma ampla ao longo dos gradientes definidos pela PCA, indicando elevada heterogeneidade destas classes de solos.

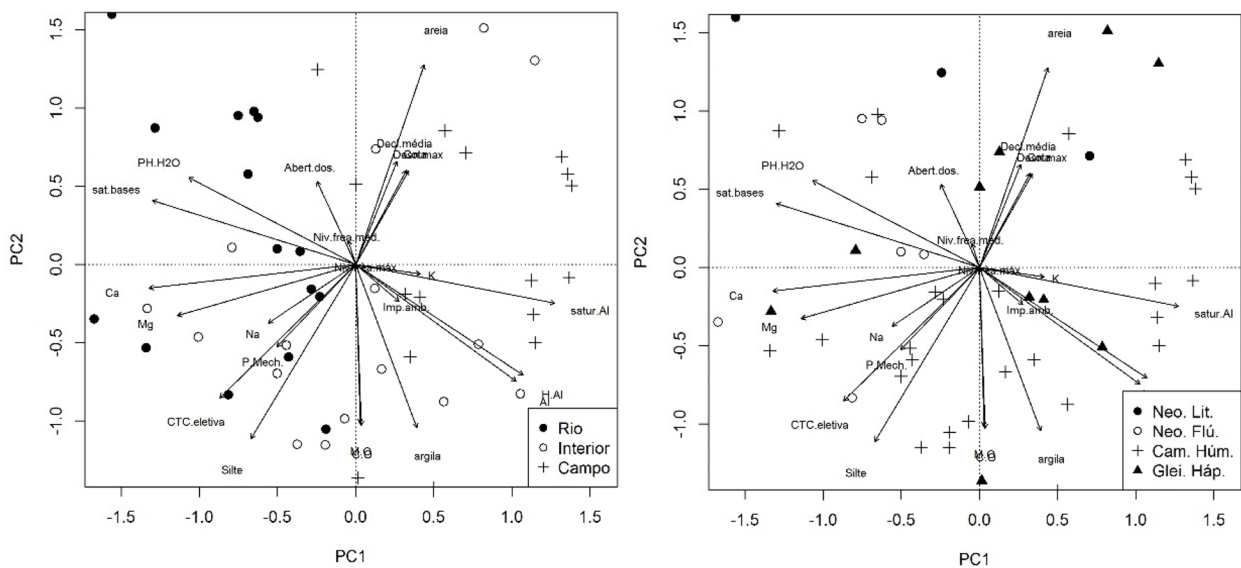


Figura 2. Análise de Componentes Principais (PCA) para variáveis ambientais em uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Lages, SC, com indicação da setorização em função da distância do rio e por classe de solos.
Figure 2. Principal Component Analysis (PCA) for environmental variables in an Alluvial Araucaria Forest, in the municipality of Lages, SC, with indication of sectors according to of river distance and soil classes.

Os resultados sugerem que eventos de alagamentos representam um importante fator determinante na qualidade dos solos, uma vez que as parcelas do setor rio e as parcelas de Neossolo Flúvico foram as que apresentaram maior disponibilidade de nutrientes. Este padrão já foi relatado em outros estudos (OLIVEIRA-FILHO et al., 1994b; BUDKE et al., 2007) e indicam que os pulsos de inundação podem atuar como uma fonte de nutrientes, aumentando a fertilidade natural destas áreas. Porém, segundo Junk (1993), o aumento da fertilidade em áreas sujeitas a alagamentos depende da qualidade dos sedimentos depositados.

A comunidade regenerante foi representada por 818 indivíduos (26.771 ind.ha⁻¹) amostrados, pertencentes a 30 famílias, 42 gêneros e 59 espécies. De acordo com o teste de Mantel, a organização florística-estrutural não ocorreu de forma espacialmente estruturada na área ($r = 0,0387$, $p = 0,223$), porém, foi influenciada de forma significativa ($p = 0,001$) pela setorização definida em função do distanciamento do rio (Tabela 2). As classes de solos não foram determinantes ($p = 0,205$).

Desta forma, infere-se que as diferenças ambientais associadas ao distanciamento do rio foram determinantes para o estabelecimento inicial da comunidade de espécies arbóreas, refletindo na florística e na estrutura do estrato regenerante. A heterogeneidade vegetal em ambientes ripários e aluviais tem sido frequentemente relatada na literatura (FERREIRA; STOHLGREN, 1999; FERREIRA, 2000; SILVA et al., 2009; BUDKE et al., 2010; SCIPIONI et al., 2013), sendo explicada como uma

resposta a gradientes ambientais associados aos solos e ao regime de inundação. Como ressaltado por Junk et al. (1989), pulsos de inundação representam um dos principais aspectos ecológicos para a biota em ambientes aluviais. Esses pulsos resultam na geração de diferentes micro-habitats, que exigem das populações existentes a adoção de novas estratégias de sobrevivência e estabelecimento, bem como de adaptação às condições locais.

Tabela 2. Influência da fonte de variação, determinada por meio de Modelo Linear Generalizado Multivariado, sobre a organização florística-estrutural da regeneração do componente arbóreo de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Lages, SC.

Table 2. Influence of the variation source, determined by the Multivariate Generalized Linear Model, on the floristic-structural organization of tree component regeneration in an Alluvial Araucaria Forest, in the municipality of Lages, SC.

Fonte de variação	GL _{Res}	D	p
Distância do rio	45	294,2939	0,001
Classes de solos	42	178,8686	0,205

GLRes= grau de liberdade dos resíduos, D= Valor de Deviance, p= significância das variáveis dependentes utilizadas nos Modelos Lineares Generalizados (GLM's).

A ordenação produzida pela PCoA evidenciou que o setor borda adjacente ao campo foi o que apresentou a composição florística-estrutural mais distinta entre os setores (Figura 3). Este padrão também foi confirmado pela Análise de Espécies Indicadoras (Tabela 3), onde este setor apresentou 14 espécies indicadoras, enquanto os setores rio e interior apresentaram, respectivamente, apenas uma e nenhuma espécie indicadora. No setor adjacente ao rio, *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez foi a única indicadora, sugerindo que a mesma seja adaptada a se desenvolver na interface próxima de cursos d'água. As demais espécies que ocorreram na área não foram caracterizadas como indicadoras, ocorrendo em todos os setores. Estas possuem plasticidade ambiental, tendo alguma tolerância tanto ao estresse hídrico, podendo ocorrer em condições limitantes de umidade (rio), quanto à luminosidade limitada (interior). A ocorrência de maior número de espécies indicadoras no setor borda pode ser explicada pelo fato destas serem espécies que provavelmente não conseguiram ter maior abundância próxima ao rio em função da elevada umidade, ou no interior, pois necessitam de maior quantidade de luz.

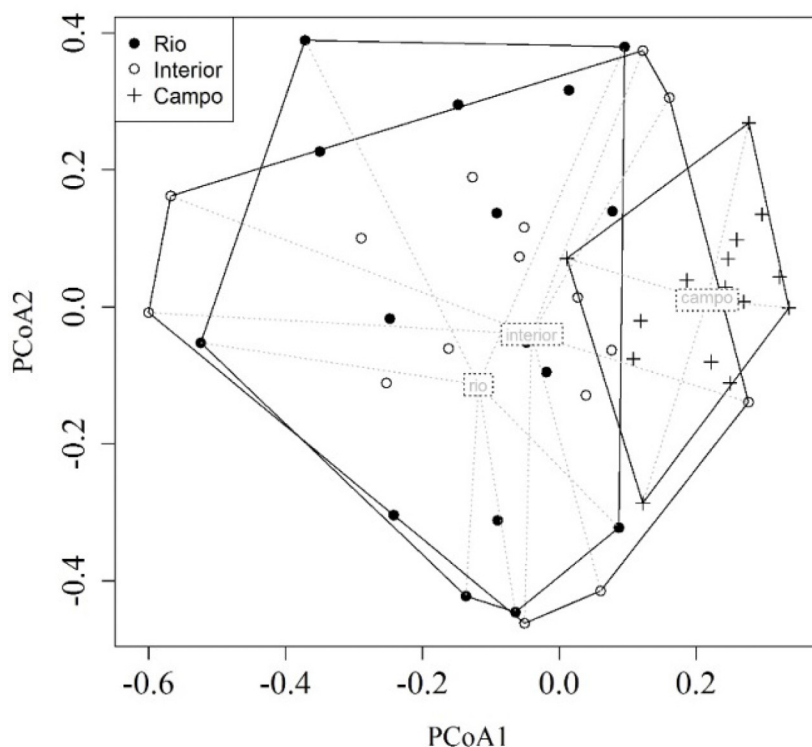


Figura 3. Análise de Coordenadas Principais (PCoA) para o componente regenerativo de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Lages, SC.

Figure 3. Principal Coordinates Analysis (PCoA) for the regenerative component an Alluvial Araucaria Forest, in the municipality of Lages, SC.

Tabela 3. Espécies indicadoras por setor em uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Lages, SC.**Table 3.** Indicator species according to sector in an Alluvial Araucaria Forest, in the municipality of Lages, SC.

Espécies	Setor	p
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H. Rainer	Borda	0,001
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk	Borda	0,001
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	Borda	0,008
<i>Myrcia hartwegiana</i> (O.Berg) Kiaersk	Borda	0,003
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Borda	0,025
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Borda	0,010
<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O.Berg	Borda	0,021
<i>Rudgea parquioides</i> (Cham.) Mull.Arg	Borda	0,030
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Borda	0,011
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Borda	0,009
<i>Banara tomentosa</i> Clos	Borda	0,044
<i>Miconia cinerascens</i> Miq	Borda	0,028
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl	Borda	0,028
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	Borda	0,050
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Rio	0,015

p: significância da Análise de Espécies Indicadoras.

Tomados em conjunto, os resultados demonstraram que os setores de borda adjacente ao rio e borda adjacente à matriz campestre representaram os dois extremos de um gradiente ambiental associado à fertilidade do solo e ao regime de inundação, que deu origem a um componente arbóreo regenerante com elevada distinção florística. Neste sentido, reforça-se a importância de planos de restauração e conservação de florestas aluviais considerarem a existência dos diferentes micro-habitats, por estes suportarem conjuntos de espécies distintos. Considerando a fitofisionomia (Floresta Ombrófila Mista) e a região estudada (Planalto Sul Catarinense), infere-se que *Nectandra megapotamica* é uma espécie com grande potencial para ser utilizada em programas de reflorestamento em áreas de interface com cursos d'água, de maior fertilidade e diretamente impactadas por pulsos de inundação. Por outro lado, um grande número de espécies, dentre elas *Araucaria angustifolia*, não deve ser empregado em locais sujeitos a inundações, pois ocorreu com forte associação aos ambientes distantes dos rios, com solos menos férteis e bem drenados. Porém, ressalta-se que a seleção de espécies para serem empregadas em condições ambientais específicas, não devem ser restritas apenas aquelas consideradas indicadoras, mas sim a todo conjunto de espécies associado a determinado ambiente natural.

CONCLUSÕES

O componente regenerativo apresentou variações espaciais que refletem a heterogeneidade ambiental existente na área em função da setorização. Os fatores ambientais foram determinantes na formação dos grupos florísticos, com a determinação de espécies indicadoras, decorrente, sobretudo, do fator distância do rio.

Foi possível determinar espécies indicadoras dos setores borda adjacente ao rio e borda adjacente ao campo. Assim, a vegetação existente nesses ambientes não deve ser tratada de forma genérica, devendo ser consideradas as suas variações e peculiaridades. Desse modo, estudos nesse contexto se mostram fundamentais para subsidiar medidas de proteção mais efetivas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG - ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, London, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009.

BARDDAL, M. L.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Caracterização florística e fitossociológica de um trecho sazonalmente inundável de floresta aluvial, em Araucária, PR. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 37-50, 2004.

BOTREL, R. T.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; RODRIGUES, L. A.; CURI, N. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento de floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG, e a influência de variáveis ambientais na distribuição das espécies. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 195-213, 2002.

BRASIL. **Normais climatológicas 1961-1990**. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1992. 84 p.

BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Intermediary disturbance increases tree diversity in riverine forest of southern Brazil. *Biodiversity and Conservation*, New York, v. 19, n. 8, p. 2371-2387, 2010.

BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Relationships between tree component structure, topography and soils of a riverside forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. *Plant Ecology*, New York, v. 189, n. 2, p. 187-200, 2007.

CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CURI, N.; VAN DEN BERG, E.; FONTES, M. A. L., BOTEZELLI, L. Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma floresta ombrófila alto-montana às margens do rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, Belo Horizonte, v. 19, n. 1, p. 91-109, 2005.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2013. 353 p.

FERREIRA, L. V. Effects of flooding duration on species richness, floristic composition and forest structure in river margin habitat in Amazonian blackwater floodplain forests: implications for future design of protected areas. *Biodiversity and Conservation*, New York, v. 9, n. 1, p. 1-14, 2000.

FERREIRA, L. V.; STOHLGREN, T. J. Effects of river level fluctuation on plant species richness, diversity, and distribution in a floodplain forest in Central Amazonia. *Oecologia*, Dordrecht, v. 120, n. 4, p. 582-587, 1999.

HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; FERREIRA, T. S.; SOUZA, S. T.; GOMES, J. P.; SILVA, K. M.; SANTOS, K. F. Floristic composition and phytogeography of the tree component of Araucaria Forest fragments in southern Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 145-157, 2012a.

HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; FERREIRA, T. S.; SOUZA, S. T.; GOMES, J. P.; SILVA, K. M.; SANTOS, K. F.; LINKE, C.; PAULINO, P. S. Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 79-90, 2012b.

HILL, M. O.; BUNCE, R. G. H.; SHAW, M. W. Indicator species analysis, a divisive polythetic method of classification, and its application to a survey of native pinewoods in Scotland. *Journal of Ecology*, London, v. 63, n. 2, p. 597-613, 1975.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Pedologia**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2007. 316 p. (Manuais Técnicos em Geociências, 4)

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileiro**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2012. 271 p. (Manuais Técnicos em Geociências, 1)

JUNK, W. J. Wetlands of tropical South America. In: WHIGHAM, D; HEJNÝ, S.; DYKYJOVÁ, D. (Orgs.). **Wetlands of the world I: Inventory, ecology and management**. Boston: Dr. W. Junk Publishing, 1993, p. 679-739.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, Ottawa, v. 106, n. 1, p. 110-127, 1989.

KLEIN, R. M. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. *Selowia*, Itajaí, n. 12, p. 17-44. 1960.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. F. J. *Numerical ecology*. Amsterdam: Elsevier, 2012. 853 p.

LEMMON, P. A spherical densiometer for estimating forest overstory density. *Forest Science*, Bethesda, v. 2, n. 1, p. 314-320. 1956.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; WAGNER, H. **Vegan**: community ecology package. Disponível em: < <http://cran.r-project.org/package=vegan> >. Acesso em: 15 set. 2014.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; CURI, N.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A. Tree species distribution along soil catenas in a riverside semideciduous forest in southeastern Brazil. *Flora*, Jena, v. 192, n. 1, p. 47-64, 1997.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A.; GAVILANES, M. L. Differentiation of streamside and upland vegetation in an area of montane semideciduous Forest in southeastern Brasil. *Flora*, Jena, v. 189, n. 4, p. 287-305, 1994a.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; GAVILANES, M. L.; CARVALHO, D. A. Effect of flooding regime and understorey bamboos on the physiognomy and tree species composition of a tropical semideciduous forest in Southeastern Brazil. *Vegetatio*, Dordrecht, v. 113, n. 2, p. 99-124, 1994b.

POLISEL, R. T.; IVANAUSKA, N. M.; ASSIS, M. C.; SHEPHERD, G. J.; YAMAMOTO, K. Structure of the understory community in four stretches of Araucaria forest in the state of São Paulo, Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, Feira de Santana, v. 28, n. 1, p. 86-101, 2014.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, 2014. Disponível em: < <http://www.r-project.org> >. Acesso em: 15 set. 2014.

ROBERTS, D. W. **labdsv**: ordination and multivariate analysis for ecology. Disponível em: < <http://cran.r-project.org/package=labdsv> >. Acesso em: 15 set. 2014.

RODRIGUES, L. A.; CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; CURI, N. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, em Luminárias, MG. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 25-35, 2007.

SBCS - SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400 p.

SCIPIONI, M. C.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Composição florística e estratégias de dispersão e regeneração de grupos florísticos em Florestas Estacionais Deciduais no Rio Grande do Sul. *Floresta*, Curitiba, v. 43, n. 2, p. 241-254, 2013.

SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; VAN DEN BERG, E. Effects of soil water table regime on tree community species richness and structure of alluvial forest fragments in Southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, São Paulo, v. 70, n. 3, p. 465-471, 2010.

SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; VAN DEN BERG, E.; NUNES, M. H.; CARVALHO, D. A. **Florestas Inundáveis**: ecologia, florística e adaptações das espécies. Lavras: Editora da UFLA, 2012. 167 p.

SILVA, A. C.; VAN DEN BERG, E.; HIGUCHI, P.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 257-269, 2007.

SILVA, A. C.; VAN DEN BERG, E.; HIGUCHI, P.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; MARQUES, J. G. S. E. M.; APPOLINÁRIO, V.; PIFANO, D. S.; OGUSUKU, L. M.; NUNES, M. H. Florística e estrutura da comunidade arbórea em fragmentos de floresta aluvial em São Sebastião da Bela Vista, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 283-297, 2009.

SOBRAL, M.; JARENKOW, J. A.; BRACK, P.; IRGANG, B.; LAROCCA, J.; RODRIGUES, R. S. *Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil*. 2.ed. São Carlos: RiMa, 2013. 362 p.

VOLPATO, M. M. L. *Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de Mata Atlântica: uma análise fitossociológica*. 1994. 123 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

WANG, Y.; NAUMANN, U.; WRIGHT, S. T.; WARTON, D. I. mvabund – an R package for model-based analysis of multivariate abundance data. *Methods in Ecology and Evolution*, London, v. 3, n. 3, p. 471-474, 2012.

Recebido em 03/04/2015

Aceito para publicação em 18/08/2016

