

## Análise ambiental de um fragmento florestal urbano, no município de Alvorada, Rio Grande do Sul<sup>1</sup>

Maria Luiza Porto, Sandra Maria Hartz, Teresinha Guerra, Paulo Oliveira, Ricardo Mello, Ronei Baldissera, Aline Beatrici, Juliane Bortolotti, Gerda Caleffi, Josi Cerveira, Ivone Fausto, Rodrigo Favreto, Tiago Finkler Ferreira, Camila Freitas, Mário Luís Garbin, Guilherme Hermany, Graciela Horn, Ruben César Horn, Júlio César Inácio, Ezequiel Pedó, Tatiana Pereira, Luiz Guilherme Marins de Sá, Flávio Peixoto da Silva, Fernando Ferrari Sobrinho e Deize de Vargas.

**Resumo:** (Análise ambiental de um fragmento florestal urbano, no município de Alvorada, Rio Grande do Sul) - Este estudo foi desenvolvido em um fragmento florestal denominado “Cinturão Verde”, em uma área urbana no município de Alvorada, no Estado do Rio Grande do Sul. É uma área que apresenta topografia acidentada e ocupações irregulares, com conseqüentes problemas relacionados à deposição de lixo, esgoto e desmatamento. O objetivo do estudo foi caracterizar sócio-ambientalmente e identificar a influência da urbanização sobre este fragmento. A partir da produção de imagens de uso do solo, foram definidos cinco pontos ao longo do Arroio Nunes, nos quais amostrou-se, durante o período de outubro e novembro de 2003, a qualidade da água do arroio, as composições florística e fitofisionômica e a riqueza e abundância de artrópodos e aves. Além disso, buscou-se caracterizar a comunidade de moradores do entorno do fragmento acerca de suas condições sócio-culturais e de sua percepção em relação ao fragmento. Em relação às análises químicas e biológicas da água, os resultados obtidos indicaram alto grau de eutrofização devido, provavelmente, à falta de saneamento básico. Apesar do impacto antrópico, o fragmento apresenta ainda uma certa integridade biótica refletida pela representatividade dos grupos avaliados. Verificou-se, por exemplo, que 14,8% da avifauna contribui para a dispersão de cerca de 67% das espécies de árvores. No entanto, constatou-se perda de área florestada devido à urbanização. Trilhas e deposição de lixo no interior da floresta diminuem a área de sub-bosque, restringindo sua regeneração natural. Os resultados obtidos nas análises de percepção ambiental indicaram a falta de integração da população do entorno em relação ao fragmento. O aumento da insegurança local foi o principal aspecto negativo, porém os moradores do entorno mostraram-se desejosos de poder contar com uma área adequada de lazer. Provavelmente, só será possível a sustentabilidade a longo prazo do fragmento florestal através da conexão com outras áreas florestadas próximas. Além disso, é importante para a conservação da área, incentivo à programas de educação ambiental que sensibilizem a comunidade em relação à valorização do meio ambiente local.

**Palavras-chave:** análise ambiental, Alvorada, fragmento florestal urbano.

**Abstract:** (Environmental analysis of an urban forest fragment, Alvorada municipality, Rio Grande do Sul, Brazil) - This study was developed in a forest fragment named “Cinturão Verde”, in an urban area of Alvorada municipality, Rio Grande do Sul State. It is an area with irregular topography and illegal habitations, with consequent problems related to garbage

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Instituições financiadoras: Programa PROF/CAPES/UFRGS e Prefeitura Municipal de Alvorada/RS. Autor e endereço para envio de correspondência: Maria Luiza Porto (ppgeco@ecologia.ufrgs.br), Av. Bento Gonçalves, 9500, Caixa Postal 15007, CEP 91501-970, Bairro Agronomia, Porto Alegre, RS.

deposition, sewerage and deforestation. The objective of this study was to characterize social and environmentally the local human population and to identify the influence of urbanization over this time. From the production of land use images, five sample stations were demarcated along Nunes creek. Water quality characterization of the creek, floristic and phytophysionomy composition and richness and abundance of birds and arthropods were sampled during October and November 2003, with a characterization of local human population concerning its sociocultural and environmental perception about the forest fragment. Regarding chemical and biological water analysis, results indicated high eutrophization degree due, probably, to lack of basic sanitation. Despite the impacts, the forest fragment still presents some biotical integrity, reflected by the representativity of the considered groups. It was verified, for example, that 14.8% of bird species contribute to seed dispersion of 67% of tree species. However, we evidenced loss of forested area due to urbanization. Trails and garbage deposition in the forest decrease undestory area, restricting its natural regeneration. Results obtained from the environmental perception analysis indicated lack of integration of the local human population with the forest fragment. The increase of local insecurity was the main negative aspect pointed, but inhabitants wished a suitable recreation area. The long term sustainability of this forest fragment will occur through a conection with other near forested areas. Also, it is important for conservation area to stimulate environment educational programs to sensitize the people about the value of the local environment.

**Keywords:** Environmental analysis, Alvorada, urban forest fragment.

## Introdução

A análise ambiental trata de problemas relacionados com impactos ou conservação de unidades vivas, que variam em níveis de organização desde populações até ecossistemas. Isso implica que a análise ambiental tem que responder às questões formuladas pelos órgãos de decisão e às inquietudes dos cidadãos (Fowler & Aguiar 1991).

Todos os sistemas ambientais, tanto os naturais quanto os antrópicos, são extremamente complexos e também têm sido decompostos e estudados em partes, cada qual segundo sua própria ótica, utilizando-se de métodos exploratórios específicos. Assim, temos os componentes abióticos, como geologia, clima e água, os componentes bióticos, como vegetação e fauna, e os componentes antrópicos, incluindo aspectos sociais, culturais, econômicos e perceptivos. Entretanto, uma avaliação ambiental criteriosa, baseada em uma abordagem sistêmica da realidade, requer uma estrutura metodológica que seja capaz de agregar variáveis de natureza, escala e aplicação diversas, procurando não só integrar todos os subsistemas, mas também explorar as interrelações entre eles.

A fragmentação de ambientes naturais como florestas, cerrados e campos é, na atualidade, uma das maiores ameaças à diversidade biológica. Um fragmento florestal pode ser definido como qualquer área de vegetação natural que está interrompida por barreiras antrópicas ou naturais, capaz de diminuir o fluxo de animais, pólen e sementes (Tabanez *et al.* 1997). Fragmentos florestais urbanos ou próximos às cidades são cada vez mais comuns, mas as diretrizes para sua conservação ou mesmo a importância de sua manutenção como reservas naturais são dúvidas frequentes (Morellato & Leitão Filho 1995). Nesse sentido, apesar de escassos, alguns estudos de análise ambiental foram realizados no Rio Grande do Sul, como os de Porto *et al.* (1996, 2002) e Ronchi & Lobato (2000), e em São Paulo, os de Morellato & Leitão Filho (1995) e Santos & Pires (2000) objetivando uma proposta coletiva que verificasse profundamente os graves problemas ambientais, buscando soluções e estabelecendo planos de manejo.

O objetivo deste trabalho é a caracterização sócio-ambiental de um fragmento florestal denominado Cinturão Verde e a influência da urbanização sobre os recursos naturais. Para este propósito realizamos a avaliação e caracterização da qualidade das águas em relação aos seus principais usos; diagnóstico sócio-cultural com ênfase no aspecto de saúde e percepção ambiental; caracterização fitofisionômica, composição florística e estrutura dos componentes arbóreos e arbustivos; caracterização da diversidade faunística e produção de mapas de uso e ocupação do solo da área de estudo.

O presente estudo foi desenvolvido como atividade da disciplina Prática Integrada de Campo, no Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), cujo objetivo principal é a aplicação e a integração de métodos de avaliação ambiental, visando possibilitar o manejo de áreas impactadas por diferentes ações antrópicas.

## Material e métodos

### Área de estudo

A área de estudo denominada de Cinturão Verde, com aproximadamente 15ha, localiza-se no município de Alvorada, Rio Grande do Sul (Fig. 1), entre os bairros Jardim Porto Alegre e Loteamento Algarve, tendo como marco divisor o arroio Nunes, contribuinte da bacia do arroio

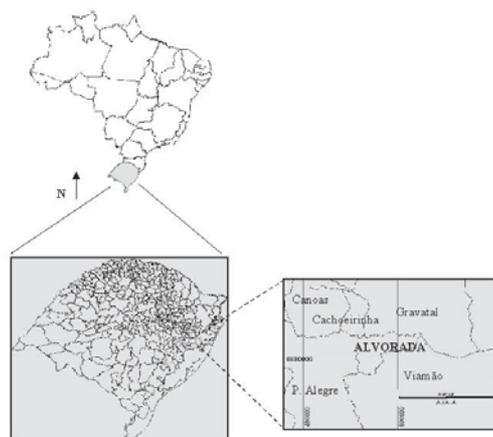


Figura 1. Localização do município de Alvorada no Estado do Rio Grande do Sul.

Feijó, que por sua vez desemboca no rio Gravataí (Fig. 2). Apresenta como característica a existência de uma topografia bem acidentada, tanto no seu interior quanto em seu entorno, tendo várias áreas com problemas de ocupações irregulares, agravando ainda mais as questões de deposição de lixo, esgoto e desmatamento.

O clima da região segundo classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido, sem

estação seca definida, com verão quente e chuvas distribuídas durante todo o ano (Livi 1998).

O estabelecimento das estações amostrais foi realizado através do reconhecimento em campo dos ambientes encontrados ao longo do curso do arroio Nunes e, a partir disso, foram determinadas cinco estações (Fig. 3). Estação amostral 1: lagoa Negra; Estação amostral 2: ponte da vila Bom Samaritano; Estação amostral 3: área adja-

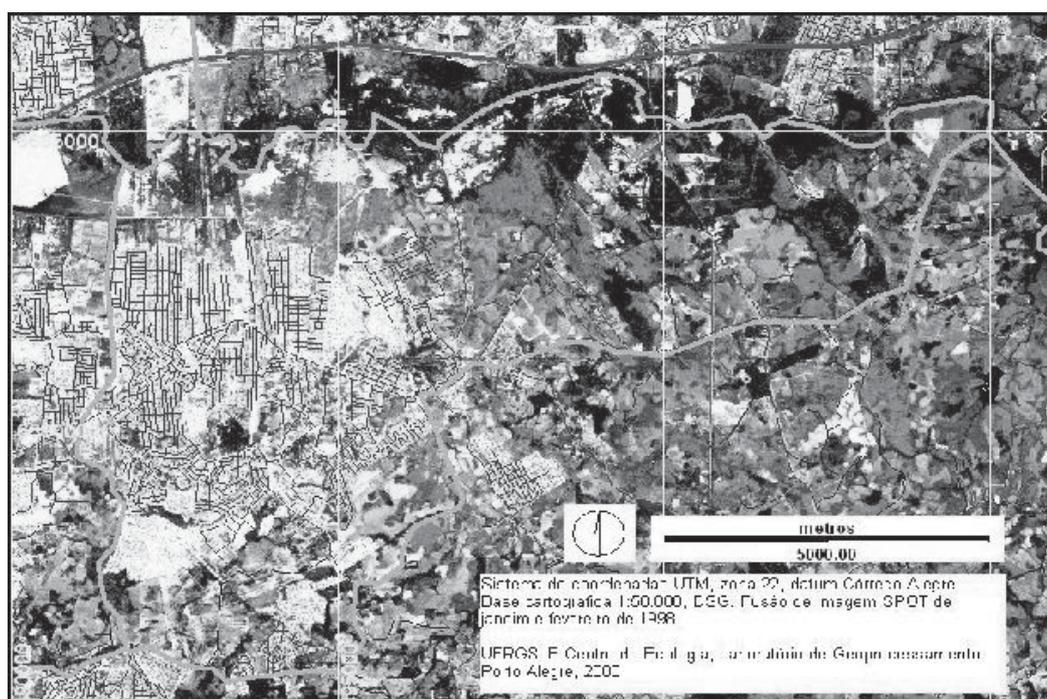


Figura 2. Mapa de localização do Cinturão Verde no município de Alvorada (RS).

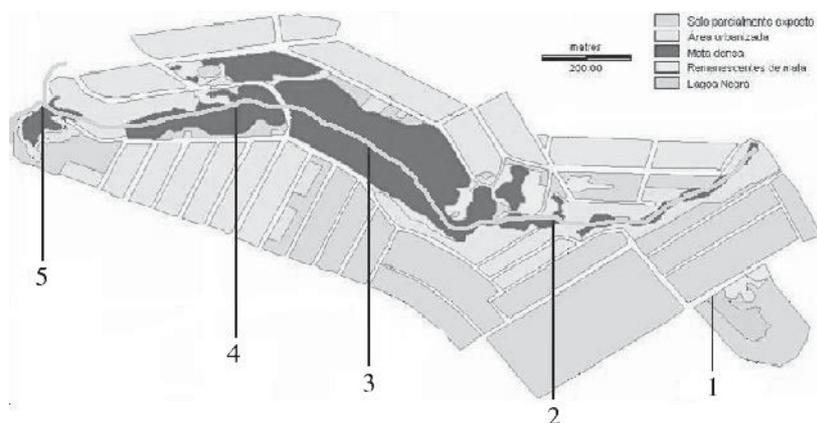


Figura 3. Localização das estações amostrais no Cinturão Verde, Alvorada (RS).

cente à praça José Lutzemberger; Estação amostral 4: cascata Xangô (Associação São Jerônimo); Estação amostral 5: foz do arroio Nunes junto ao arroio Feijó.

### Procedimentos de campo

Foram realizadas amostragens nos dias 22 e 29 de outubro e 5 de novembro de 2003.

#### Meio Aquático

##### a) Análise de potabilidade

Com a finalidade de avaliar a potabilidade da água do arroio Nunes, foi realizada uma coleta no dia 22 de outubro de 2003 em uma nascente na estação 4, seguindo as normas da Portaria Nº 518/04 do Ministério da Saúde (Brasil 2004).

##### b) Análises físico-químicas

Foram medidas em campo as seguintes variáveis: temperatura (°C), condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e sólidos totais ( $\text{mg}/\text{L}$ ) medidos através de condutímetro portátil marca WTW, modelo LF 320. O pH foi determinado com o auxílio de um pHmetro portátil, marca WTW, modelo pH-320. A vazão foi medida através da velocidade da água em secção transversal utilizando um molinete de acordo com a resolução CETESB L4.001 (1999).

Em laboratório, foi determinado o DQO ( $\text{mg}/\text{L}$ ) por digestão e espectrofotometria, série sólidos ( $\text{mg}/\text{L}$ ) por gravimetria, DBO-OXITOP ( $\text{mg}/\text{L}$ ) pelo método manométrico, todos estes conforme APHA (1995); turbidez (NTU) pelo método nefelométrico, através de um Turbidímetro Aqua Tester; os íons orto-fosfato, sulfato, cloreto e fluoreto foram analisados por cromatografia iônica, conforme APHA (1995).

##### c) Análise de parâmetros bióticos

Os parâmetros biológicos analisados foram:

- Coliformes totais e fecais, através do método de Membrana Filtrante, segundo APHA (1995).
- Comunidade de diatomáceas perifíticas: em cada um dos cinco pontos amostrais, foram coletadas amostras do sedimento depositado sobre rochas, folhas, galhos ou outros substratos disponíveis, conforme procedimentos descritos

em Kelly *et al.* (1998). Estas foram acondicionadas em um frasco único de 80ml contendo solução FAA (Gough & Woelkerling 1976). No laboratório o sedimento foi submetido à oxidação seguindo a metodologia de Kobayasi & Mayama (1982) e lâminas permanentes foram confeccionadas observando os critérios descritos em Lobo (1995). A identificação, contagem e fotomicrografia das espécies de diatomáceas foram realizadas em microscópio óptico com equipamento fotográfico. Para a identificação das diatomáceas consultaram-se as seguintes obras taxonômicas básicas: Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a,b), Lange-Bertalot (1995, 1996a,b,c, 1998, 1999, 2000, 2001) Lange-Bertalot & Moser (1994). No que se refere à contagem, todos os indivíduos encontrados foram identificados e computados até que um mínimo de 400 valvas fosse registrado, conforme recomendações de Gómez & Licursi (2001). As informações advindas das etapas acima expostas permitiram a determinação do índice de qualidade da água (IQA) conforme fórmula constante em Wegl (1983), utilizando as classificações de Lobo *et al.* (2002).

- Comunidade de invertebrados bentônicos: para caracterizar qualitativamente a comunidade de invertebrados bentônicos nas cinco estações amostrais, foram coletadas amostras de sedimento através de um amostrador de tubo de PVC com 6 cm de diâmetro. O material biológico foi fixado em campo com formaldeído 10%, previamente tamponado com bórax, e acondicionado em sacos plásticos devidamente identificados para análise posterior. Em laboratório, as amostras foram lavadas através de peneira de 0,5mm de abertura de malha (Hauer & Lamberti, 1996), coradas com Rosa de Bengala (Holme & McIntyre 1984), e posteriormente triadas e identificadas sob estereomicroscópio.

#### Meio Terrestre

##### a) Fauna

A fim de caracterizar a diversidade da fauna presente no Cinturão Verde, foram realizados os seguintes levantamentos:

- Artrópodos de solo: foram realizadas três transecções perpendiculares ao corpo d'água na

zona com maior quantidade de área verde do local de estudo, localizada junto à praça José Lutzemberger (estação amostral 3). A partir da cerca que delimita esta praça, foram colocadas armadilhas de solo (*pittfall traps*) para amostragem da fauna epigéia (Southwood 1980) com distância média de 15 m entre elas (três armadilhas na margem esquerda e três na margem direita do arroio em cada transecção), totalizando 18 pontos amostrais. Destas unidades amostrais, cinco foram perdidas devido à inundação do arroio. Cada armadilha consistiu em um pote de vidro com capacidade de 500ml, os quais foram preenchidos até 1/3 desta capacidade com álcool 70% ou formol 4%, juntamente com detergente líquido. As armadilhas foram colocadas no dia 15 de outubro e retiradas do solo no dia 22 de outubro de 2003. Em laboratório, o material foi triado sob estereoscopia óptica e os espécimes foram identificados em nível de Ordem, segundo Borror & DeLong (1988).

- **Artrópodos de sub-bosque:** nos mesmos 18 pontos amostrais foi realizada a amostragem de artrópodes do sub-bosque, com o uso de guarda-chuva entomológico. O material foi identificado em laboratório sob estereomicroscopia  ptica. Os espécimens foram identificados em nível de Ordem, seguindo Borror & DeLong (1988).

- **Lepidópteros:** as transec es foram percorridas com esforço amostral padronizado em hora/rede, seguindo metodologia proposta por Pollard (1977). Foram realizadas duas transec es de aproximadamente duas horas cada, em dois períodos no mesmo dia: manhã e tarde. Pela manhã percorreu-se o interior da mata e uma clareira junto a um corpo d'água dentro desta mata, e pela tarde a borda da mata e outro local no interior da mesma. As borboletas visualizadas eram registradas e, se necessário para identifica o, capturadas com auxílio de rede entomológica. Para cada indivíduo avistado era registrada a espécie, hora e ponto ao longo da transec o.

- **Aves:** este grupo foi avaliado qualitativamente através de contatos visuais e auditivos de dois observadores em trilhas e ruas percorridas *ad libitum*, nas cinco esta es amostrais. Para auxiliar na identifica o das espécies de aves, foram utilizados guias de campo (De La Pe a &

Rumboll 1998, Efe *et al.* 2001) e fitas cassete com vocaliza es. Cada espécie teve a sua categoria trófica e seu hábitat indicados, possibilitando a caracteriza o da assembléia de aves do local. A classifica o das espécies em categorias tróficas seguiu informa es constantes em Sick (1997) e a classifica o taxonômica segue o proposto por Becke (2001).

#### b) Vegeta o

Na esta o amostral 3, foi utilizado o método do quadrante centrado em um ponto (Barbour *et al.* 1980), baseado em transec es dispostas perpendicularmente ao talvegue. O centro da transec o foi o arroio Nunes, sendo os limites as bordas da mata. As unidades amostrais foram dispostas a cada 10 m ao longo de cada transec o. Para o componente arbóreo foram amostrados os indivíduos com DAP igual ou superior a 15 cm. Em cada um dos 26 pontos foram amostrados os quatro indivíduos mais próximos. Para cada um foram mensurados o perímetro   altura do peito, distância do ponto e estimada a altura total.

Nas demais esta es foi utilizado o método expedito das formas de vida, que consiste na identifica o florística dos espécimes presentes, visando identificar os tipos fisionomicamente dominantes. O método foi utilizado porque a vegeta o apresentava-se muito escassa, não sendo possível aplicar o método do quadrante centrado em um ponto. A classifica o das famílias botânicas seguiu a APG (1998).

#### c) Solo

Levantamentos expeditos foram realizados na área do Cinturão Verde para caracterizar o solo. Para tanto foi adotado o Sistema Brasileiro de Classifica o de Solos (EMBRAPA 1999). Esse sistema utiliza parâmetros como a ocorrência e característica dos horizontes e volumes diagnósticos quantitativamente significativos em superfície e/ou subsuperfície. Também foram utilizados mapas das unidades de mapeamento de classifica o de solos (Brasil 1973).

Foram realizadas duas amostras compostas (cada uma constituída por três subamostras) de solo na esta o amostral 3, obtidas com p  de corte e faca a uma profundidade de 20cm em

dois locais diferentes: área de encosta (à direita) e área de planície (à esquerda) no sentido montante/jusante. As amostras foram embaladas em sacos plásticos devidamente etiquetados, e em seguida encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS, onde foram efetuadas determinações de rotina para análise completa, conforme as de Tedesco *et al.* (1995) e EMBRAPA (1997).

### Geoprocessamento

Para o processamento das imagens de satélite e fotos aéreas foi utilizado o programa Idrisi 32.2 (Clark Labs 2001). Com base em uma fusão de imagem de satélite SPOT de janeiro/fevereiro de 1998 (escala 1:50.000), foi identificada a localização da área de estudo dentro do município de Alvorada, e este no contexto do Estado do Rio Grande do Sul, apresentando o uso e ocupação do solo, os limites municipais e a rede hidrográfica.

Para caracterizar o uso e ocupação do solo no local e seu entorno, foram utilizadas fotos aéreas de 1991, na escala de 1:8.000, gerando mapas vetoriais a partir da interpretação das fotos em estereoscópio, com erro médio de 8,89 m. Como as fotos aéreas são de 1991, foram realizados ajustes às condições atuais fazendo uso de observações georreferenciadas a campo com auxílio do aparelho *Global Positioning System* (GPS). Isto possibilitou identificar a dinâmica da ocupação do solo na área de estudo entre o período de 1991 a 2003.

Para definição das áreas de uso e ocupação do solo foram estabelecidas cinco classes: 1) solo parcialmente exposto (sem edificações, i.e., loteamentos não ocupados), 2) área urbanizada (com edificações), 3) mata densa, 4) remanescentes (mata esparsa) e 5) remanescentes com ocupação (edificações dentro de remanescentes).

Para a definição do zoneamento ambiental foram utilizados os dados básicos obtidos para uso e ocupação do solo. Estes foram comparados com as informações de qualidade ambiental para as áreas naturais, e de percepção e aspectos sócio-econômicos para as zonas ocupadas pelas populações humanas. Os principais critérios utilizados na valoração foram: vegetação e grau de distúrbio para as áreas naturais; e renda, grau de

instrução, tempo de moradia no local e emprego/desemprego para as áreas ocupadas por populações urbanas.

### Percepção Ambiental

A percepção ambiental dos moradores do entorno da área de estudo foi feita em conjunto com um levantamento de suas condições sociais, buscando o estabelecimento da relação ambiente - saúde. A coleta de dados ocorreu através de entrevistas estruturadas (Anexo 1) durante os 3 dias de amostragem, com os moradores do entorno do Cinturão Verde, nos turnos da manhã e tarde. Foram identificados junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 14 setores censitários, todos limítrofes ao entorno do Cinturão, estabelecendo-se como mínimo amostral 1% da população existente em cada setor, totalizando 150 entrevistas.

### Análise dos dados

#### Meio Aquático

##### a) Carga

Em relação ao meio aquático, foi realizada a estimativa da carga, que consiste em quantificar o teor de contaminação orgânica e inorgânica presente em um curso da água, possibilitando detectar o grau de eutrofização do mesmo, sendo este obtido em função da multiplicação da vazão obtida em cada ponto do curso d'água amostrado pela concentração de matéria orgânica e inorgânica, expressa através de variáveis tais como demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), matéria orgânica, sólidos suspensos e totais.

#### Meio Terrestre

##### a) Fauna

Para a fauna de artrópodes foi calculado o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') (Odum 1988) levando-se em conta todas as unidades amostrais de solo. A fim de verificar se existe diferença na riqueza e abundância de artrópodes nas duas margens do arroio, foi realizado um teste de comparação das médias

amostrais (teste “t”) (Zar 1984) dos grupos de unidades de cada margem do arroio, e entre os valores de diversidade obtidos, comparados a outros locais no Estado.

#### b) Vegetação

A suficiência amostral foi avaliada, relacionando o número de espécies amostradas com as unidades amostrais (curva do coletor).

Os dados referentes às alturas médias, mínimas e máximas das 36 espécies amostradas foram utilizados visando à análise da estrutura vertical do fragmento. Alternativamente, os indivíduos foram distribuídos em quatro classes de altura.

As quatro espécies arbóreas com maior número de indivíduos amostrados foram relacionadas com a distribuição do número de indivíduos de cada uma delas ao longo da transecção, formada pela praça, planície, arroio, encosta e CTG (Centro de Tradição Gaúcha), possibilitando a análise da estratificação horizontal do fragmento.

Além da composição florística (espécie, família, nome popular e origem) arbóreo-arbustiva do Cinturão Verde, foram calculados os seguintes parâmetros fitossociológicos (Braun-Blanquet 1979): densidade relativa (Dri), frequência relativa (Fri), área basal (Abi), dominância relativa (DoRi) e índice de valor de importância (IVI), além do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H’).

#### Percepção Ambiental

Em relação à percepção ambiental, foi realizada uma análise multivariada, para a qual, a partir dos questionários, foram selecionadas cinco variáveis (questões) que melhor acessassem os aspectos sócio-econômicos dos 14 setores censitários. As variáveis selecionadas foram: ocupação do entrevistado, escolaridade do mesmo, tempo de residência na moradia, número de estudantes na casa e renda familiar, que totalizaram 32 atributos. Foi considerado o número total de respostas para cada item do setor. A partir da matriz obtida foi aplicada uma análise exploratória dos dados que consistiu na obtenção de uma matriz de dissimilaridade de distâncias euclidianas entre as unidades amostrais (setores). Este passo foi necessário para proceder a

análise de agrupamentos, gerando um dendrograma, análise de suficiência de partições e ordenação dos dados, também com análise de suficiência dos eixos. Como critério para a análise de agrupamento, foi utilizada a variância mínima. A ordenação produz uma síntese do espaço de comparação em um menor número de dimensões, chamadas de coordenadas principais (PCoA) (Manly 1986), que passam pelas zonas de maior variação no espaço de comparação original. O resultado é um diagrama de dispersão em duas dimensões que representa a maior parte da variação original dos dados. Todos os procedimentos estatísticos foram executados com o uso do aplicativo Multiv v.2.0.2 (Pillar 1999).

## Resultados

### Meio Aquático

#### a) Análise de potabilidade

Na estação amostral 4, localizada na cascata Xangô, realizou-se a análise de potabilidade da vertente utilizada pela população local, onde os parâmetros coliformes fecais e totais, juntamente com o teor de alumínio e manganês, encontraram-se fora do padrão estabelecido, enquadrando esta fonte na classe 2 segundo a legislação vigente, o que a torna imprópria para consumo humano sem um tratamento prévio e convencional (Tabela I).

A verificação da presença de alumínio, em valores altos em raízes de plantas nativas que crescem às margens do curso d’água, somados aos elevados valores de condutividade dessas águas, caracterizam uma provável fonte de contaminação por este metal.

Tabela I – Resultados da análise de potabilidade da água coletada na estação amostral 4 (Cascata do Xangô), arroio Nunes, município de Alvorada (RS), 22 de outubro de 2003.

Parâmetros	
Alumínio (mg/L)	0,357
Manganês (mg/L)	0,305
Coliformes fecais (col/100 mg/L)	230
Coliformes totais (col/100 mg/L)	1000

*b) Análise dos parâmetros físico-químicos*

Conforme os dados apresentados na Tabela II, o conteúdo orgânico e os teores de nutrientes dentro do arroio Nunes apresentaram valores bastante elevados. A densidade de coliformes fecais foi elevada, destacando-se as estações 3 e 5, as quais apresentaram valores em torno de 30.000 org./100 mL, maiores que os estipulados pela resolução CONAMA 20/86 (Brasil 1986) para enquadramento de águas na classe 3 (abastecimento pós tratamento, irrigação e dessedentação de animais), a qual prevê um limite de 20.000 org/100 mL. Os valores verificados de DBO e DQO<sub>5</sub> foram em todas as estações bastante superiores ao limite exigido para o enquadramento na classe 3, o qual é de 10 mg/L O<sub>2</sub>. Os valores de DQO também se apresentaram acima dos limites apropriados. Conforme Bran-

co (1994), DQO<sub>5</sub> até 30 mg/L favorecem a biota aquática em ambientes lóticos, e no arroio Nunes os resultados foram todos superiores a 60 mg/L.

A turbidez e os sólidos totais na estação amostral 1, em comparação às demais analisadas, apresentaram valores maiores que o limite estipulado para o enquadramento na classe 3, o qual é de até 100 FTU.

O percentual de oxigênio dissolvido, calculado a partir da relação entre o oxigênio dissolvido e a temperatura da água, foi baixo em todas as estações analisadas, chegando próximo ao nível de ausência total, como registrado na estação amostral 1. Os outros pontos apresentaram um déficit de saturação em torno de 90%.

Quanto à temperatura, esta apresentou um aumento gradual em direção à foz, seguindo o gradiente das vazões. Porém, os resultados não

Tabela II - Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas da água de cinco estações amostrais no arroio Nunes, fragmento de mata urbana, Cinturão Verde, município de Alvorada (RS), 22 de outubro de 2003.

Parâmetros/ Estações Amostrais	1	2	3	4	5
MO sedimento (%)	*	0,765	7,59	7,34	8,03
Colif. Totais (Col/100 mL)	25000	>1000	>1000	4000	*
Colif. Fecais (Col/100 mL)	2000	>1000	31000	14000	30000
DBO5 (mg/L)	45	65	20	15	30
DQO (mg/L)	300	245	80	60	104
Turbidez (FTU)	140	70	80	55	60
Sólidos Totais (mg/L)	1032	256	168	180	156
Sólidos suspensos (mg/L)	278	8	2	14,5	14
OD (% sat)	0,01	13,63	12,55	13,63	10
Oxi. Dis. - O.D. (mg/L)	0,001	1,2	1,08	1,2	0,84
Temperatura da água (oC)	18,1	19,9	21,6	20,4	22,4
pH	6,1	7,2	6,9	6,9	7,1
Condutividade (µs/ cm)	304	434	400	333	368
Fluoreto (mg/L)	0,02	0,13	0,15	0,11	0,13
Cloreto (mg/L)	16,65	23,19	20,64	16,72	19,46
Nitrato (mg/L)	0,16	0,75	0,79	1,3	0,001
Fosfato (mg/L)	15,66	14,4	13,61	10,5	9,37
Sulfato (mg/L)	3,18	17,49	1,03	8,67	6,25
Vazão (m3/s)	0,00084	0,002175	0,002672	0,014328	1,218375

\* resultado com impossibilidade de contagem

foram suficientes para comprovar quaisquer indícios de superaquecimento das águas.

A condutividade elétrica apresentou valores extremamente altos, evidenciando uma grande quantidade de eletrólitos presentes na água.

O íon cloreto esteve, em todas as estações amostradas, dentro dos limites estabelecidos pelo CONAMA 20/86, os quais compreendem uma faixa de 1 até 250 mg/L de  $Cl_2$  para a manutenção de uma produtividade global adequada em ecossistemas aquáticos.

O íon orto-fosfato foi detectado em grandes concentrações, expressando de maneira coerente os grandes influxos de matéria orgânica oriunda do lançamento indiscriminado de esgotos domésticos dentro do curso. Este íon apresentou um gradiente inverso ao do íon cloreto, diminu-

indo em direção à foz, possivelmente devido ao processo de diluição decorrente do aumento de vazão à jusante.

Os resultados referentes ao íon sulfato, outro indicador dos níveis de eutrofização de ambientes aquáticos, principalmente relacionado ao impacto causado pela presença de animais e seus dejetos, estiveram dentro da faixa limite de 1-250 mg/L para águas de classe 1 em todas as estações analisadas. Os índices de fluoretos foram detectados em baixas concentrações em todas as estações.

A carga de matéria orgânica do arroio Nunes correspondente à coleta da água realizada no dia 22, foi calculada a partir das variáveis analisadas: DQO, DBO, sólidos dissolvidos e sólidos totais. (Tabelas III e IV).

Tabela III – Vazão (L/s) das estações amostrais e carga de matéria orgânica expressa em kg/dia de DBO e DQO. Arroio Nunes, fragmento de mata urbana, Cinturão Verde, município de Alvorada (RS), 22 de outubro de 2003.

Parâmetros/ Estações Amostrais	1	2	3	4	5
Vazão	0,840	2,175	2,672	14,32	1218
DBO	3,265	12,21	4,617	18,550	3157
DQO	21,772	46,040	18,468	74,23	10944

Tabela IV - Vazão das estações amostrais e carga de matéria orgânica expressa em kg/dia sólidos suspensos e sólidos totais. Arroio Nunes, fragmento de mata urbana, Cinturão Verde, município de Alvorada (RS), 22 de outubro de 2003.

Parâmetros/ Estações Amostrais	1	2	3	4	5
Vazão (L/s)	0,840	2,175	2,672	14,32	1218
Sólidos Suspensos (Kg/dia)	20,176	1,5033	0,4617	17,940	1473,2
Sólidos Totais (Kg/dia)	74,898	48,107	33	222,70	16416

As cargas de DBO e DQO (Tab. III), com exceção da estação 3, foram aumentando gradualmente em relação à foz, acompanhando o gradiente das vazões. A diminuição da carga na estação 3 foi possivelmente devida à interrupção no lançamento de efluentes orgânicos durante o percurso do arroio que passa por dentro do Cinturão Verde e à existência de pequenas quedas d'água, antes do ponto coletado, que acarretariam uma maior oxigenação da água e, conseqüentemente, maior decomposição de matéria orgânica por microorganismos aeróbios.

Apesar da diminuição evidente dos teores de matéria orgânica na estação 3, a carga voltou a crescer intensamente até a foz, expressando o impacto causado pelo lançamento de esgotos da população do entorno. Os valores registrados serviram para representar a alta contaminação orgânica do arroio Nunes decorrente da falta de saneamento básico da população residente no entorno.

As cargas de sólidos suspensos e totais (Tabela IV) foram muito altas e sofreram variações ao longo do curso do arroio Nunes. Na estação 1,

as cargas foram extremamente altas de acordo com a vazão registrada. Nas estações 2 e 3, as cargas diminuíram de intensidade e voltaram a aumentar a partir da estação 4 até a foz. Provavelmente os elevados valores registrados para a carga de sólidos na estação 1 sejam devidos a maior densidade populacional existente à montante do curso e à falta de saneamento básico em torno de um corpo de água eutrofizado (lagoa Negra) que contribui grandemente com o abastecimento do arroio Nunes. É provável que a diminuição das cargas na estação 2 deva-se à diluição dos sólidos em função do aumento da vazão ao longo do curso d'água. Em relação à estação 3, como já mencionado anteriormente, referente às cargas de DBO e DQO para o mesmo ponto, a diminuição da carga talvez seja também decorrente da cobertura vegetal e da ausência do lançamento de despejos domésticos durante o percurso dentro do Cinturão Verde.

### c) Análises dos parâmetros bióticos

#### · Comunidade de diatomáceas perifíticas

A Tabela V apresenta a abundância relativa das espécies de diatomáceas identificadas nas cinco estações de coleta ao longo do arroio Nunes, incluindo o índice da qualidade da água. Foram identificadas 48 espécies, distribuídas em 21 gêneros. Destas, oito destacaram-se como abundantes: *Diadsmis contenta*, *Gomphonema olivaceum olivaceum*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula cryptotenella*, *Nitzschia palea*, *Pinnularia gibba*, *Sellaphora pupula*, *Sellaphora seminulum*, sendo todas típicas representantes, em menor ou maior grau, de ambientes organicamente poluídos e eutrofizados. *Diadsmis contenta*, *Navicula cryptotenella* e *Pinnularia gibba* apresentam maior espectro de tolerância podendo ser encontradas desde ambientes oligotróficos até hipereutróficos (Van Dam *et al.* 1994).

Tabela V – Abundância relativa de diatomáceas perifíticas: análise espacial da frequência e parâmetros estruturais. Arroio Nunes, município de Alvorada (RS), 22 de outubro de 2003. Em destaque as espécies abundantes de acordo com o critério de Lobo e Leighton (1986). N.V.= Número de valvas. %= Abundância relativa. F= Poluição orgânica forte; ambiente eutrofizado. MF= Poluição orgânica muito forte; ambiente muito eutrofizado.

Espécies	P1	P2	P3	P4	P5
<i>Achnanthes rupestoides</i> Hohn R-Schale	2,4				
<i>Achnanthes sp.2</i>			1,0		0,9
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	0,9	0,5			
<i>Amphora montana</i> Krasse	1,9	2,5	2,9	0,5	2,7
<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) Mann				0,5	
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing		1,8			
<i>Diadsmis contenta</i> (Grunow) D. G. Mann	13,4	1,4	0,5	1,5	
<i>Eolimna minima</i> Grunow	1,4	0,5			3,2
<i>Eolimna subminuscule</i> Marguin				1,9	3,6
<i>Eunotia sp. 1</i>	0,5				
<i>Eunotia sp. 2</i>	0,5				
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	1,2				
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni			1,4		
<i>Gomphonema affine</i> Kützing	0,5			2,2	
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst		2,3	1,4	0,5	
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg emend Van Heurck					0,5
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson var. <i>olivaceum</i>	0,9			33,9	

Tabela V (Continuação...)

Espécies	P1	P2	P3	P4	P5
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	12,2	12,8	12,9	15,5	11,1
<i>Gomphonema pseudobaugur</i> Lange-Bertalot					0,5
<i>Gyrosigma scalproides</i> (Rabenhorst) Cleve			3,1		
<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch in Rabenhorst) D. G. Mann	0,5				
<i>Luticola mutica</i> (KÜTZING) D. G. Mann	1,4	0,5			
<i>Luticola aequatorialis</i> (Heiden) Lange-Bertalot	0,5				
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	1,9		2,9	1,0	
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	1,9	2,3	2,4	21,6	3,2
<i>Navicula gregaria</i> Donkin			0,5		
<i>Navicula lundii</i> Reichardt				1,7	1,8
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	0,5				
<i>Navicula rostellata</i> Kützing			1,4	0,5	
<i>Navicula sp.</i>	0,9				
<i>Navicula symmetrica</i> Patrick			0,5	0,5	
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot			0,5		
<i>Navicula veneta</i> Kützing		0,5			
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	3,3		0,5		
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W. Smith var. linearis			2,4		
<i>Nitzschia nana</i> Grunow in Van Heurck	0,5		0,5		
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	34,0	59,2	43,0	9,2	60,5
<i>Pinnularia borealis</i> Ehrenberg	1,4				
<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg	10,6	1,8	8,1	1,9	1,8
<i>Pinnularia myerii</i> Krammer			0,5		
<i>Planorhynchium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Round & Bukhtiyarova	0,5				
<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehrenberg) O. Müller	0,5				
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowksy	0,5	0,9	6,2	1,0	2,3
<i>Sellaphora seminulum</i> (Grunow) D. G. Mann	5,6	13,2	3,8	5,8	7,9
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg			0,5		
<i>Stauroneis smithii</i> Grunow				0,5	
<i>Surirella angusta</i> Kützing			2,9		
<i>Surirella linearis</i> W. M. Smith			0,5		
<b>Número Total de Valvas Consideradas</b>	426	439	419	413	441
<b>Índice da Qualidade da Água (Lobo et. al., 2002)</b>	3,15	3,32	3,42	2,73	3,33
<b>Classificação</b>	MF	MF	MF	F	MF

A qualidade da água das estações de coleta variou de um nível de poluição orgânica e eutrofização forte na estação 4, a muito forte nas demais estações. O decréscimo do índice na estação 4 pode ser atribuído à alta abundância de *Gomphonema olivaceum* neste sítio, uma vez que esta população ainda não foi incluída nos índices regionais de avaliação da qualidade da água desenvolvidos para a Região Hidrográfica do Guaíba, tendo em vista sua baixa frequência e densidade detectadas até então, sendo-lhe atribuída, portanto, por convenção, valor sapróbico e indicativo 1,0, o mesmo designado a espécies pouco tolerantes.

#### · Comunidade de invertebrados bentônicos

Foram identificados quatro grupos taxonômicos pertencentes à macrofauna bentônica: Chironomidae (*Chironomus* sp.), Oligochaeta (*Limnodrilus hoffmeisteri*), Insecta, Hirudinea (Glossiphoniidae) e um grupo de meiofauna, Nematoda (Fig. 4).

Em todas as estações de amostragem, o grupo dos quironomídeos esteve presente, seguidos pelos oligoquetos, à exceção da estação 2. Em relação aos hirudíneos, estes só estiveram presentes nas estações amostrais 3 e 4. Quanto à meiofauna, os nematóides foram observados em todas as estações, com ausência na 2. A título de

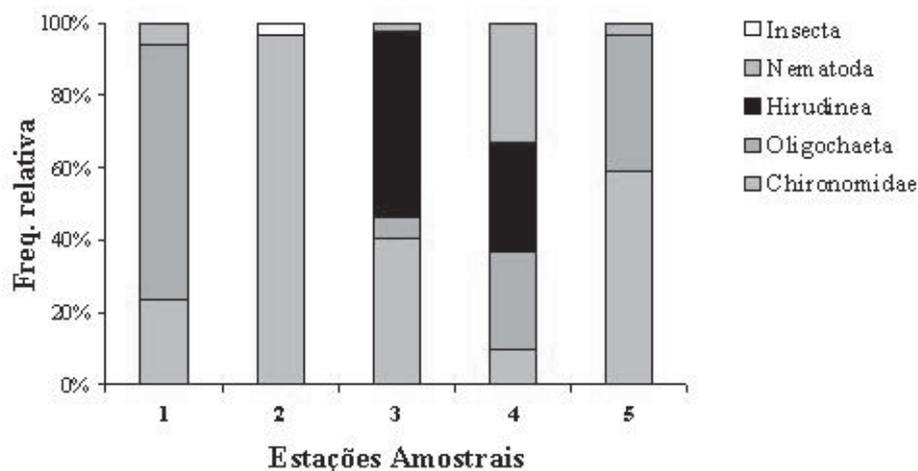


Figura 4. Frequência relativa dos principais táxons da macrofauna bentônica, em substrato sedimentar do Arroio Nunes, Alvorada (RS), primavera de 2005.

informação, na estação amostral 4, junto à coleta de bentos foram amostrados juvenis de *Phaloceros caudimaculatus*, um peixe da família Poeciliidae, vivíparo, que suporta ambientes degradados.

A frequência elevada das popularmente conhecidas “minhocas d’água” neste estudo, identificadas como sendo do grupo dos oligoquetos (*Limnodrilus hoffmeisteri*) e larvas vermelhas de *Chironomus* (Diptera), está diretamente relacionada a elevados teores de matéria orgânica.

## Meio Terrestre

### a) Fauna

#### · Artrópodos de solo

Foram coletados 4.797 indivíduos, distribuídos em 15 Ordens. As Ordens com maior abundância na área e maior abundância na maioria dos pontos amostrais foram Collembola e Amphipoda, contribuindo com 84,26% dos espécimes respectivamente (Tabela VI). Nas Ordens mais abundantes podem ser incluídos, também,

os dípteros, himenópteros e coleópteros, padrões similares aos encontrados em um estudo realizado no Morro Santana (Porto *et al.* 2002).

TABELA VI - Abundância total e relativa das ordens de artrópodes encontradas em 12 pontos amostrais com armadilhas de solo, ao longo das duas margens do arroio Nunes, em um fragmento de mata urbana, Cinturão Verde, município de Alvorada (RS), 29 de outubro de 2003.

Ordens	Margem esquerda	Margem direita	Total	%
Collembola	610	1944	2653	55,31
Amphipoda	491	813	1393	29,04
Diptera	132	178	331	6,90
Hymenoptera	63	73	144	3,00
Coleoptera	16	61	115	2,40
Dermaptera	25	39	64	1,33
Araneae	14	29	49	1,02
Acarina	10	5	16	0,33
Orthoptera	1	8	10	0,21
Isopoda	7	0	7	0,15
Homoptera	1	4	6	0,13
Blattaria	1	3	4	0,08
Thysanura	1	1	3	0,06
Hemiptera	0	1	1	0,02
Opiliones	0	1	1	0,02
Total	1372	3160	4797	

Margem esquerda = planície. Margem direita = encosta.

A abundância total de artrópodos no solo da área de encosta (margem direita do arroio) foi mais do que o dobro da abundância na área plana (margem esquerda do arroio). O distúrbio de inundação na área plana junto ao arroio, ocorrida durante a semana na qual as armadilhas ficaram no solo, deve ter sido responsável por esta diferença. Porém, não houve diferença significativa entre estes microhabitats ( $p > 0,19$ ). Também

não houve diferença entre a riqueza de artrópodes nos dois microhabitats ( $p = 0,46$ ).

#### Artrópodos de sub-bosque

Foram coletados 1.203 indivíduos, distribuídos em 17 Ordens. As Ordens com maior abundância na área e maior abundância na maioria dos pontos amostrais foram Araneae, Collembola e Hymenoptera, contribuindo com 41,23%, 22,36% e 11,31% dos espécimes respectivamente (Tabela VII).

TABELA VII - Abundância total e relativa das ordens de artrópodes encontradas em 18 pontos amostrais no sub-bosque, ao longo das duas margens do arroio Nunes, em um fragmento de mata urbana, Cinturão Verde, município de Alvorada (RS), 29 de outubro de 2003.

Ordens	Margem esquerda	Margem direita	Total	%
Araneae	268	228	496	41,23
Collembola	190	79	269	22,36
Hymenoptera	76	60	136	11,31
Psocoptera	43	45	88	7,32
Coleoptera	34	28	59	4,90
Homoptera	31	18	45	3,74
Isopoda	28	17	34	2,83
Acarina	15	4	20	1,66
Hemiptera	14	1	19	1,58
Orthoptera	12	1	15	1,25
Blattodea	2	1	12	1,00
Diptera	2	0	3	0,25
Dermaptera	2	0	2	0,17
Pseudoscorpionida	1	0	2	0,17
Embiopoda	1	0	1	0,08
Thysanura	1	0	1	0,08
Odonata	1	0	1	0,08
Total	721	482	1203	

Margem esquerda = planície. Margem direita = encosta.

O teste de comparação entre as médias de riqueza e abundância nas duas margens mostrou que houve diferença significativa na riqueza de artrópodos da encosta do sub-bosque (margem direita, média=6,22) em relação à riqueza da área plana (margem esquerda, média=9,56) ( $p < 0,05$ ) (Tabela VII e Fig. 5). As Ordens Blattaria, Embioptera, Thysanura, Odonata, Pseudoscorpionida e Isopoda ocorreram somente na margem esquerda plana do arroio.

Foram realizadas correlações entre as variáveis riqueza de artrópodos, abundância de

artrópodos, riqueza e abundância da vegetação, indicando que não houve correlações significativas entre as variáveis da fauna e da flora ( $r^2 < 0,5$ ). Ressaltamos, porém, que o esforço amostral, tanto levando em consideração o número de repetições, como o de tempo utilizado, pode ter resultado numa sub-amostragem da riqueza e da abundância. O método para levantamento da flora também não poderia detectar a presença de muitas estruturas que poderiam ser utilizadas pelos artrópodos como recurso ambiental.

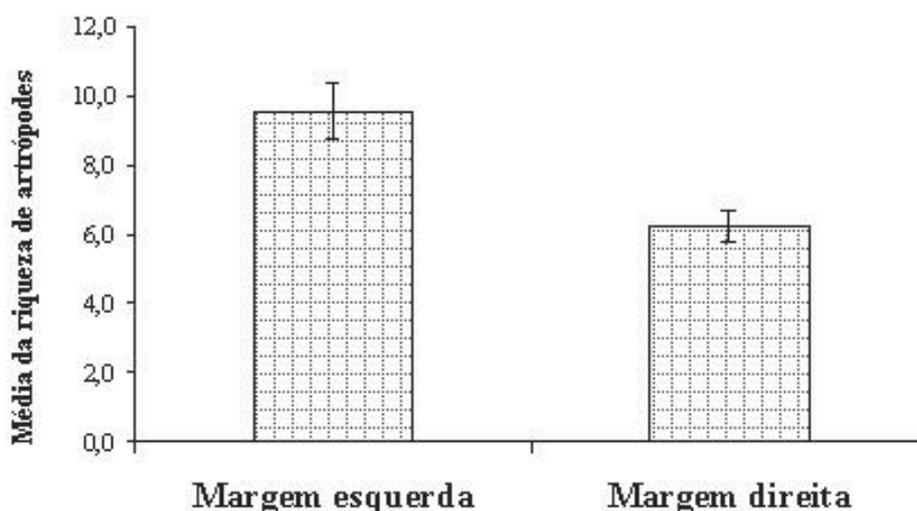


Figura 5. Média  $\pm$  erro padrão da riqueza de artrópodos em duas margens do Arroio Nunes, num fragmento de mata no município de Alvorada (RS), primavera de 2003.

#### · Lepidópteros

Foram registradas vinte espécies (Tab. VIII), na grande parte comuns e generalistas, inclusive encontradas também no Município de Porto Alegre (Ruszczuk 1986). Todas as espécies das famílias Nymphalidae e Pieridae e duas espécies de Papilionidae (*Heracles astyalus* e *H. anchisiades capys*) são características de borda de mata e de locais abertos ou de ambientes secundários. Como exemplo foram capturadas as espécies *Heliconius erato phyllis*, *Dryas iulia* e *Tegosa claudina*, sendo talvez estas as mais abundantes no estado do Rio Grande do Sul (Helena Romanowski, comun. pess.). Por outro lado, a

amostragem de espécies como *Heracles thoas brasiliensis*, *H. hectorides*, *Parides agavus* (Papilionidae) e de *Milanon leucaspis* (Hesperiidae) confere um certo grau de preservação da estação amostral 3, pois estas são espécies especialistas e associadas a interior de floresta.

#### · Avifauna

Foram registradas 54 espécies de aves — pertencentes a 25 famílias e 10 ordens — nas cinco estações ao longo do arroio Nunes, sendo 48 através de registros confirmados pelos dois observadores, quatro através de registros sem a total certeza dos observadores, mas de ocorrência provável e outras quatro que não foram

TABELA VIII – Lista das espécies de borboletas (Lepidoptera) observadas em um fragmento de mata urbana, Cinturão Verde, município de Alvorada (RS), 29 de outubro de 2003.

Espécie	Família
<i>Actinote sp.</i>	Nymphalidae
<i>Danaus plexippus erippus</i> (Cramer, 1775)	Nymphalidae
<i>Diaethria clymena meridionalis</i> Bates, 1864	Nymphalidae
<i>Dryas iulia</i> (Cramer, 1779)	Nymphalidae
<i>Hamadryas sp.</i>	Nymphalidae
<i>Heliconius erato phyllis</i> (Fabricius, 1775)	Nymphalidae
<i>Heliconius ethilla narcaea</i> (Godart, 1819)	Nymphalidae
<i>Heraclides anchisiades capys</i> (Hübner, 1809)	Papilionidae
<i>Heraclides astyalus</i> (Godart, 1819)	Papilionidae
<i>Heraclides hectorides</i> (Esper, 1794)	Papilionidae
<i>Heraclides thoas brasiliensis</i> (Rothschild & Jordan, 1906)	Papilionidae
<i>Hesperiidae sp. 1</i>	Hesperiidae
<i>Hesperiidae sp. 2</i>	Hesperiidae
<i>Milanion leucaspis</i> (Mabille, 1878)	Hesperiidae
<i>Parides agavus</i> (Drury, 1782)	Papilionidae
<i>Phoebis argante</i> (Fabricius, 1775)	Pieridae
<i>Phoebis neocypris</i> (Hübner, 1823)	Pieridae
<i>Tegosa claudina</i> (Eschscholtz, 1821)	Nymphalidae
<i>Thecla sp.</i>	Lycaenidae
<i>Urbanus albinargo rica</i> Evans, 1952	Hesperiidae

registradas pelos observadores mas relatadas por moradores locais (Tabela IX). A estação 3 foi a que apresentou maior riqueza (33 espécies), seguida da 4 (24 espécies) e 1 (21 espécies). É importante salientar que o esforço amostral foi significativamente maior nestes três pontos (3h25min., 1h20min. e 2h30min., respectivamente, contra apenas 10min. para cada um dos pontos 2 e 5). Essa medida foi tomada em razão da perspectiva de se registrar espécies relevantes e em maior número na mata ciliar como um todo. Assim, tornou-se conveniente dar maior atenção

àquelas estações que apresentassem maior probabilidade de se registrar novas espécies em menor espaço de tempo.

Houve predomínio de aves insetívoras e onívoras, que responderam juntas por 72,22% das espécies. Verificou-se, no entanto, que oito espécies de aves (Tabela IX) são possíveis consumidoras e dispersoras de 49 das 73 espécies da flora arbórea/arbustiva da mata ciliar do arroio Nunes (Tabela X). Isto significa que cerca de 67% desta floresta é parcialmente dependente do papel de dispersão de apenas oito espécies de aves,

o que incorre num certo risco a elas, já que, se são totalmente dependentes do papel das aves, tem seu potencial de dispersão reduzido em função das poucas espécies de aves que restaram para desempenhar esta função ecológica.

TABELA IX - Lista de presença das espécies de aves observadas em cinco estações amostrais (1, 2, 3, 4 e 5) ao longo do arroio Nunes, em um fragmento de mata urbana, Cinturão Verde, município de Alvorada (RS), dias 22 e 29 de outubro e 5 de novembro de 2003. Seqüência taxonômica, classificação das espécies em nível de família e nomes populares seguem o proposto por BENCKE (2001). Categorias de grupo trófico: N = necrófago, C = carnívoro, O = onívoro, I = insetívoro, G = granívoro, N = nectarívoro) e categorias de hábitat: F=floresta, B=borda, A=áreas abertas.

Espécies	Nomes populares	1	2	3	4	5
<b>ORDEM CICONIIFORMES</b>						
Família Ardeidae	garças e/ou socós					x
N. I. garças e/ou socós (C/B)2						
Família Threskiornithidae						
<i>Phimosis infuscatus</i> (Lichtenstein, 1823) (C/A)1	maçarico-de-cara-pelada			x		
<b>ORDEM FALCONIFORMES</b>						
Família Cathartidae	urubu-de-cabeça-preta			x	x	x
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793) (N/B)						
Família Accipitridae						
<i>Buteo magnirostris</i> (Gmelin, 1788) (C/B)	gavião-carijó			x		
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777) (O/A)	caracará			x		
<b>ORDEM GRUIFORMES</b>						
Família Rallidae	galinhola	x				
<i>Gallinula chloropus</i> (Linnaeus, 1758) (O/A)						
<b>ORDEM CHARADRIIFORMES</b>						
Família Jacanidae	jaçaná	x				
<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766) (O/A)						
Família Charadriidae						
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782) (I/A)	quero-quero	x				
<b>ORDEM COLUMBIFORMES</b>						
Família Columbidae	pombo-doméstico	x	x	x	x	
<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (G/B)						
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813) (G/B)	rolinha-picuí			x	x	
<b>ORDEM CUCULIFORMES</b>						
Família Cuculidae	alma-de-gato					x
<i>Playa cayana</i> (Linnaeus, 1766) (I/F)						
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758 (I/A)	anu-preto	x				
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788) (I/A)	anu-branco	x				
<b>ORDEM STRIGIFORMES</b>						
Família Strigidae	jacurutu					x
<i>Bubo virginianus</i> (Gmelin, 1788) (C/B)2						

TABELA IX (Continuação...)

Espécies	Nomes populares	1	2	3	4	5
ORDEM APODIFORMES						
Família Apodidae	andorinhão	x	x		x	
<i>Chaetura sp.</i> (I/A)						
Família Trochilidae	beija-flor-de-fronte-violeta				x	
<i>Thalurania glaucopis</i> (Gmelin, 1788) (N/F)						
<i>Hylocharis chrysura</i> (Shaw, 1812) (N/B)	beijo-flor-dourado				x	x
ORDEM PICIFORMES						
Família Picidae	picapauzinho-verde-carijó				x	
<i>Veniliornis spilogaster</i> (Wagler, 1827) (I/F)						
<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788) (I/B)	pica-pau-verde-barrado				x	x
<i>Colaptes campestris</i> (Vieillot, 1818) (I/A)	pica-pau-do-campo	x				
ORDEM PASSERIFORMES						
Família Dendrocolaptidae	arapaçu-verde				x	
<i>Sittasomus griseicapillus</i> (Vieillot, 1818) (I/F)						
Família Furnariidae	joão-de-barro	x	x	x	x	
<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788) (I/A)						
<i>Synallaxis cinerascens</i> Temminck, 1823 (I/F)	pi-puí				x	x
<i>Certhiaxis cinerascens</i> (Gmelin, 1788) (I/A)	curutié	x				
Família Formicariidae	choca-da-mata				x	
<i>Thamnophilus caeruleus</i> Vieillot, 1816 (I/F)						
Família Tyrannidae	guaracava				x	
<i>Elaenia sp.</i> (O/B)*						
<i>Phylloscartes ventralis</i> (Temminck, 1824) (I/F)	borboletinha-do-mato				x	x
<i>Todirostrum plumbeiceps</i> Lafrenaye, 1846 (I/B)	tororó				x	
<i>Satrapa icterophrys</i> (Vieillot, 1818) (I/B)	suiriri-pequeno				x	
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766) (O/B)*	bem-te-vi	x	x	x	x	x
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819 (I/B)	suiriri				x	x
<i>Tyrannus savana</i> Vieillot, 1808 (I/A)	tesourinha	x			x	x
Família Hirundinidae	andorinha-do-campo	x				x
<i>Progne tapera</i> (Linnaeus, 1766) (I/A)						
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot, 1817) (I/A)	andorinha-pequena-da-casa					x
Família Troglodytidae	corruíra	x			x	x
<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823 (I/B)						

TABELA IX (Continuação...)

Quando se analisa a composição de grupos tróficos de avifauna nas cinco estações de amostragem, no sentido do gradiente nascente-foz, verifica-se um padrão muito similar de composição nas quatro primeiras estações, mesmo que o esforço amostral tenha sido diferenciado entre os pontos (Fig. 6). Este padrão é razoavelmente esperado, já que os grupos mais ricos em florestas tendem a ser de espécies insetívoras e onívoras. As espécies granívoras são o terceiro grupo mais expressivo nestas estações. As aves necrófagas e carnívoras só aparecem a partir da estação 3 e as nectarívoras foram registradas apenas nas estações 3 e 4. Estas foram as únicas que apresentaram os seis grupos tróficos, atestando o melhor estado de conservação da floresta nestes locais.

Já em relação à categoria “hábitat” (Fig. 7), as estações 3 e 4 se mostraram um pouco diferentes. Mesmo que o predomínio de espécies de borda seja maior em ambas, as espécies de floresta vêm logo depois na terceira estação, enquanto na quarta elas são o grupo menos expressivo. Portanto, se a categoria “grupos tróficos” não demonstra praticamente nenhuma diferença entre as duas estações, o hábitat das espécies demonstra o melhor estado conservativo da estação 3. O número de espécies de áreas abertas foi maior na estação amostral 1 devido à lagoa Negra.

Quando o grupo trófico foi cruzado com o hábitat de cada espécie (Fig. 8), as aves insetívoras de áreas abertas foram as predomi-

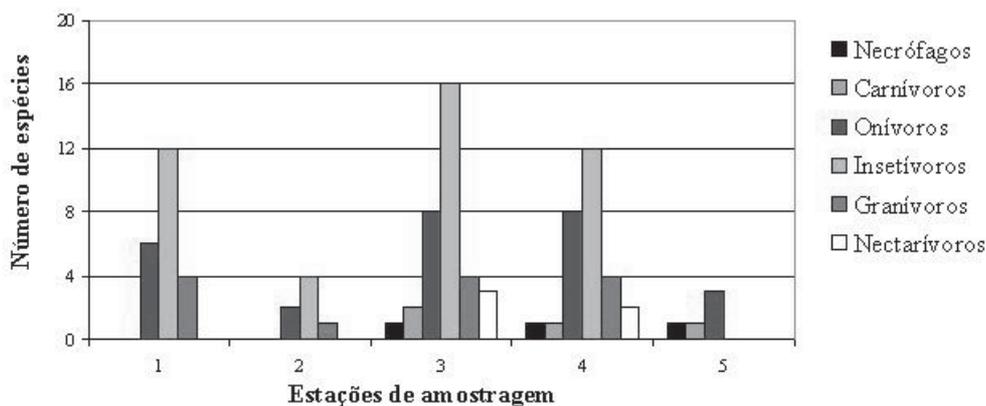


Figura 6. Proporção do número de espécies de cada grupo trófico nas cinco estações de amostragem da avifauna na mata ciliar do arroio Nunes, Alvorada (RS) e entorno nos dias 22 e 29 de outubro e 5 de novembro de 2003.

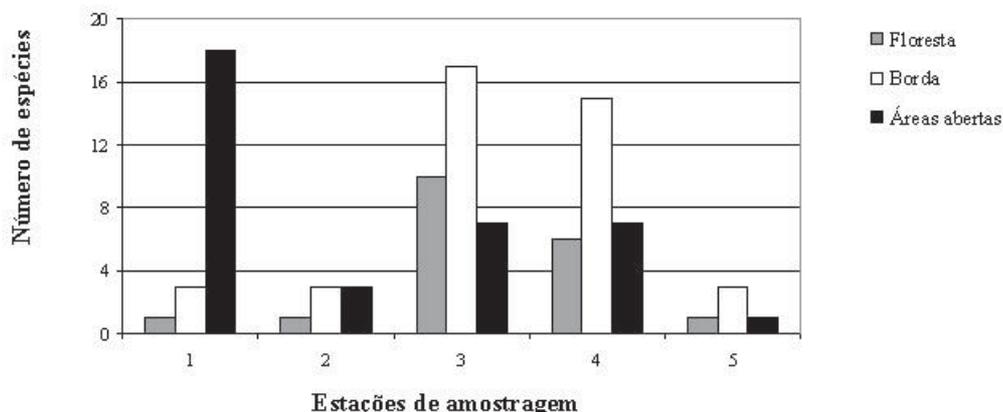


Figura 7. Proporção do número de espécies da avifauna de cada hábitat nas cinco estações de amostragem na mata ciliar do arroio Nunes, Alvorada (RS) e entorno nos dias 22 e 29 de outubro e 5 de novembro de 2003.

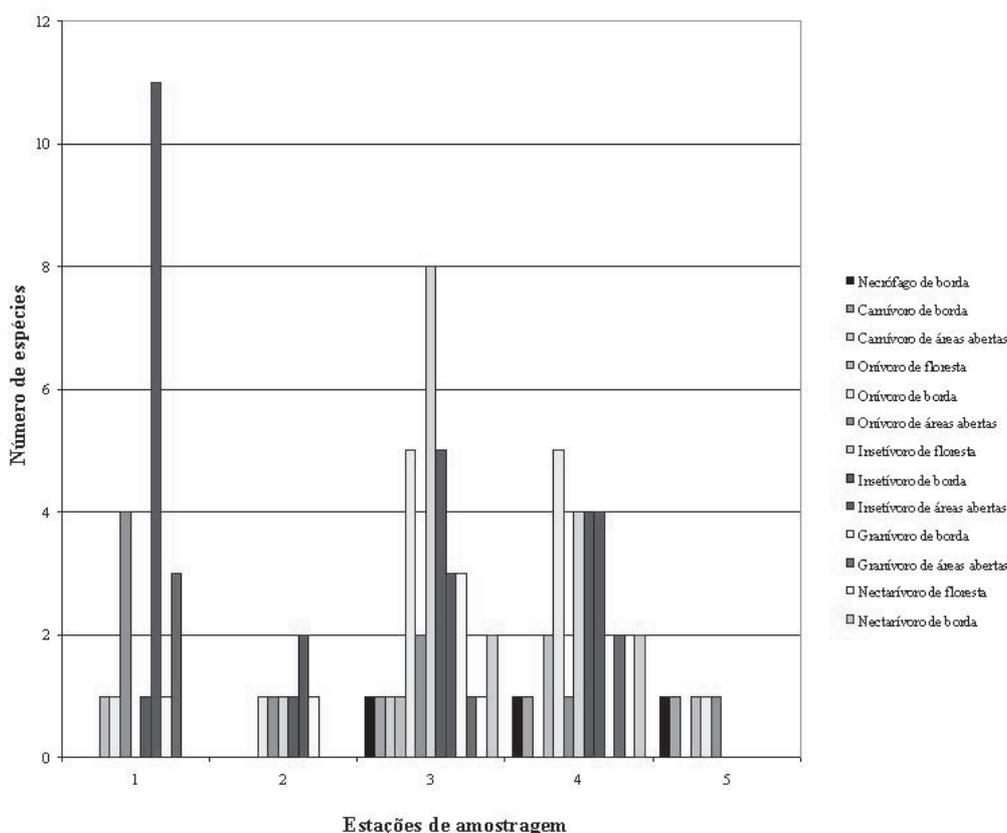


Figura 8. Proporção do número de espécies da avifauna de cada grupo trófico/habitat nas cinco estações de amostragem na mata ciliar do arroio Nunes, Alvorada (RS) e entorno nos dias 22 e 29 de outubro e 5 de novembro de 2005.

nantes, seguidas pelas insetívoras de floresta e onívoras de borda. Estes resultados refletem o elevado distúrbio local, já que o grupo predominante congrega duas características de espécies que obtêm sucesso em ambientes alterados.

Por fim, demonstrou-se a maior complexidade estrutural da estação 3, que apresentou 13 diferentes tipos de grupos tróficos/habitats, contra 11 da estação 4 e apenas sete da estação 1. A foz, de longe o ambiente mais degradado, apresentou a menor complexidade, com apenas cinco grupos.

#### b) Vegetação

Foram registradas 71 espécies arbóreas e arbustivas amostradas na área do Cinturão Verde, incluindo as encontradas no levantamento expedito e no quali-quantitativo (estação 3),

estando as espécies arranjadas em ordem alfabética (Tabela X).

A primeira estação amostral, caracteriza-se por uma vegetação tipicamente aquática (macrófitas), com *Eicchornia* sp e *Typha* sp dentre outras, e na margem alguns arbustos e arvoretas. No entorno, junto às habitações, ocorrem árvores nativas esparsas como a figueira (*Ficus organensis*) e o maricá (*Mimosa bimucronata*).

Na estação amostral 2, a vegetação restringe-se aos remanescentes da mata original com muitas habitações intercaladas. Entre as árvores salienta-se a maria-mole (*Guapira opposita*), o açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), a figueira (*Ficus organensis*), a canjerana (*Cabralea canjerana*), a capororoca (*Myrsine umbellata*) e a palmeira-jerivá (*Syagrus romanzoffiana*).

TABELA X - Lista das espécies arbóreas e arbustivas identificadas em um fragmento de mata urbana, Cinturão Verde, município de Alvorada (RS), 22 de outubro de 2003.

Espécie	Família	Nome popular	Origem
* <i>Aegiphila</i> sp.	Verbenaceae		nativa
* <i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	tanheiro	nativa
* <i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Radlk.	Sapindaceae	cha-chal	nativa
<i>Brunfelsia australis</i> Benth.	Solanaceae	primavera	nativa
* <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Meliaceae	canjerana	nativa
* <i>Calypttranthes concinna</i> DC.	Myrtaceae	pitangueira-do-mato	nativa
* <i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	Myrtaceae	guabiroba	nativa
* <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae	chá-de-bugre	nativa
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	cedro	nativa
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	Malvaceae	paineira	exótica
* <i>Celtis</i> sp.	Canabinaceae	esporão-de-galo	nativa
* <i>Cestrum</i> sp.	Solanaceae		nativa
* <i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. et Arn.) Radlk.	Sapotaceae	aguaí-vermelho	nativa
* <i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Boraginaceae	louro-salgueiro	nativa
* <i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Sapindaceae	camboatá-vermelho	nativa
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	Bignoniaceae	ipê-verde	nativa
* <i>Dyospiros inconstans</i> Jacq.	Ebenaceae	maria-preta	nativa
* <i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr.	Lauraceae	canela-burra	nativa
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Fabaceae	orelha-de-macaco	nativa
<i>Erythrina falcata</i> Benth	Fabaceae	corticeira-da-serra	nativa
<i>Eucalyptus</i> sp.	Myrtaceae	eucalipto	exótica
* <i>Eugenia rostrifolia</i> D. Legrand.	Myrtaceae	batinga-vermelha	nativa
* <i>Eugenia schuchiana</i> O. Berg.	Myrtaceae	uvá	nativa
* <i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae	pitangueira	nativa
* <i>Eugenia umbelliflora</i> O. Berg.	Myrtaceae	guamirim	nativa

TABELA X (Continuação...)

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Nome popular</b>	<b>Origem</b>
* <i>Faramea marginata</i> Cham.	Rubiaceae	famea	nativa
* <i>Ficus organensis</i> (Miq.) Miq.	Moraceae	figueira-de-folha-miuda	nativa
<i>Gymnanthes concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	laranjeira-do-mato	nativa
* <i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Nyctaginaceae	maria-mole	nativa
* <i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Meliaceae	pau-d'-arco	nativa
* <i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Rhamnaceae	uva-do-japão	exótica
* <i>Inga</i> sp.	Fabaceae	ingá	nativa
* <i>Inga marginata</i> Willd.	Fabaceae	ingá-feijão	nativa
* <i>Inga Vera</i> Willd.	Fabaceae	ingá	nativa
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Bignoniaceae	caroba	nativa
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Bignoniaceae	jacarandá	exótica
*N.I.	Lauraceae		nativa
* <i>Lithraea brasiliensis</i> March.	Anacardiaceae	aroeira-brava	nativa
<i>Luehea divaricata</i> Mart. et Zucc.	Tiliaceae	açoita-cavalo	nativa
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	Fabaceae	farinha-seca	nativa
* <i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Sapindaceae	camboatá-branco	nativa
* <i>Myrtenus</i> sp.	Celastraceae		nativa
<i>Mimosa bimacronata</i> (DC.) Kuntze	Fabaceae	maricá	nativa
* <i>Mollinedia elegans</i> Tul.	Monimiaceae	pimenteiro-do-mato	nativa
* <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	Myrsinaceae	capororoquina	nativa
* <i>Myrsine</i> sp.	Myrsinaceae		nativa
* <i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	Lauraceae	canela-amarela	nativa
* <i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Lauraceae	canela-guaicá	nativa
<i>Patagonula americana</i> L.	Boraginaceae	guajuvira	nativa
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Fabaceae	canafístula	nativa
* <i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	abacateiro	exótica
* <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Rosaceae	pessegueiro-do-mato	nativa

TABELA X - Lista das espécies arbóreas e arbustivas identificadas em um fragmento de mata urbana, Cinturão Verde, município de Alvorada (RS), 22 de outubro de 2003. (Continuação...)

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Nome popular</b>	<b>Origem</b>
* <i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Myrtaceae	araçá	nativa
* <i>Psychotria</i> sp.	Rubiaceae		nativa
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch.	Proteaceae	carvalho-brasileiro	nativa
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Salicaceae	salso-chorão	nativa
* <i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Euphorbiaceae	leitero	nativa
* <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae	aroeira-vermelha	nativa
<i>Schizolobium paralyka</i> (Vell.) Blake	Fabaceae	guapuruvú	exótica
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Euphorbiaceae	leiteirinho	nativa
<i>Sebastiania serrata</i> (Baill. Ex Müll. Arg.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	branquilha	nativa
* <i>Solanum</i> sp.	Solanaceae		nativa
<i>Sorocea bonplandii</i> (Bail.) Burger et al.	Moraceae	sincho	nativa
* <i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Styracaceae	carne-de-vaca	nativa
* <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Arecaceae	jerivá	nativa
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. Ex DC.) Standley.	Bignoniaceae	ipê-amarelo	nativa
* <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Canabinaceae	gandiúva	nativa
* <i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	Meliaceae	catiguá	nativa
* <i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Meliaceae	pau-ervilha	nativa
<i>Vernonia</i> sp.	Asteraceae		nativa
* <i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Lamiaceae	tarumã	nativa

\* Espécies que têm seus frutos possivelmente consumidos e dispersos por aves.

A estação amostral 3 foi a única estudada do ponto de vista quali-quantitativo das espécies arbóreas, pois constitui, em extensão e grau de conservação, o maior núcleo de vegetação florestal remanescente do Cinturão Verde. Foram amostrados 102 indivíduos de 36 espécies, pertencentes a 21 famílias botânicas, em 26 unida-

des amostrais. Os parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies arbóreo-arbustivas amostradas na estação 3 que apresenta o índice de diversidade de Shannon-Wiener, calculado em 3,19 nats/indivíduo estão apresentados na Tabela XI. Constatou-se uma densidade total por hectare (DTA) de 1.147,704 indivíduos com DAP

acima de 5 cm, sendo a área média (AM) por indivíduo de 8,71 m<sup>2</sup>. Apesar de se observar, em campo, uma diferença estrutural, não houve diferença estatística ( $p=0,93$ ) quanto ao parâmetro densidade, para a partição em dois grupos distintos de comunidades vegetais, na planície e na área de encosta (Fig. 9).

Sendo a área originalmente florestal, a estação amostral 4 caracteriza-se por forte alteração antrópica (extrativismo e limpeza do sub-bosque).

Na estação amostral 5, observa-se a degradação da vegetação da margem. No entanto, algumas espécies nativas de árvores ainda são observadas, como o salgueiro (*Salix humboldtiana*).

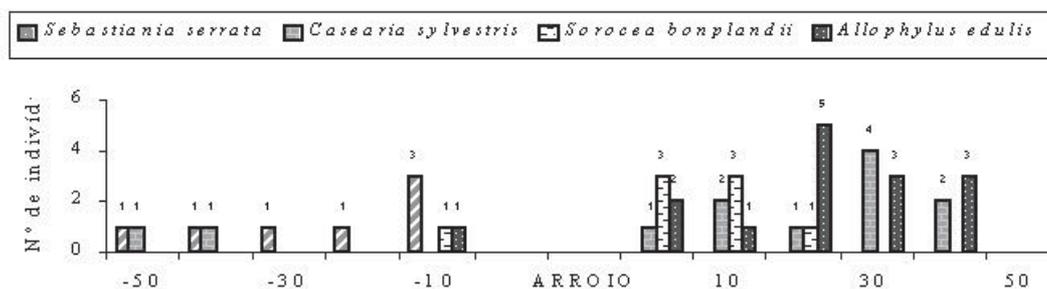


Figura 9. Padrões de distribuição dos indivíduos arbóreos e arbustivos das quatro espécies com maior número de indivíduos, na estação amostral 3 do Cinturão Verde, Alvorada (RS), primavera de 2003.

### c) Solo

O solo do Cinturão Verde pertence à Unidade de Mapeamento Camaquã, onde predominam, nas terras altas, solos com boas condições de drenagem, chamados de não-hidromórficos, com destaque para o podzólico. Na área mais baixa, o solo é formado pelos depósitos fluviais, provenientes das áreas de encosta do Cinturão, caracterizando solos de coloração mais escura devido a maiores teores de matéria orgânica (Tabela XII). O material de origem dos solos do cinturão é o granito, que confere boa drenagem, alta lixiviação e percolação de nutrientes, alta susceptibilidade à erosão, elevado grau de intemperização, acidez relativamente alta e com diferenças de textura evidentes entre os horizontes superficiais e subsuperficiais.

De acordo com a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul (1995), os valores obtidos nas análises (Tabela XII), para planície e encosta, os teores de enxofre, zinco, cobre e boro são considerados altos, o pH é bai-

xo e os teores de matéria orgânica, cálcio e magnésio são considerados médios. Quanto ao teor de argila, o solo é classificado como pertencente à classe IV (baixos teores) em ambas as amostras. Na Tabela XII observa-se também que a maioria das variáveis analisadas apresentam, em geral, maiores valores na área de planície. Na planície, os teores de fósforo e potássio são classificados como altos e na encosta são baixos e médios, respectivamente. Esta diferença entre encosta e planície reflete uma possível deposição de materiais pela ação do arroio Nunes oriundas das áreas mais altas.

Quanto à contaminação do solo, não foi detectada nenhuma irregularidade, ou seja, os teores de metais pesados foram considerados normais (Tabela XII). Entretanto, ressalta-se que não foram realizadas amostragens em pontos próximos ao arroio Nunes, onde poderia haver maior concentração de contaminantes oriundos de áreas à montante, ou próximos a locais com acúmulo de resíduos domiciliares.

TABELA XI - Fitossociologia da vegetação arbórea e arbustiva de um fragmento de mata urbana, Cinturão Verde, município de Alvorada (RS), 22 de outubro de 2003 (estação amostral 3). Ni = número de indivíduos; Dri = densidade relativa; Fri = frequência relativa; Abi = área basal relativa; DoRi = dominância relativa; IVI = índice de valor de importância.

<b>Espécie</b>	<b>Ni</b>	<b>Dri (%)</b>	<b>Fri (%)</b>	<b>Abi (m<sup>2</sup>)</b>	<b>DoRi (%)</b>	<b>IVI</b>
<i>Allophylus edulis</i>	15	14,71	12,50	0,448	7,69	34,90
<i>Ficus organensis</i>	2	1,96	2,27	1,670	28,67	32,91
<i>Coccoloba sylvestris</i>	12	11,76	11,36	0,183	3,14	26,27
<i>Erythrina falcata</i>	2	1,96	2,27	1,002	17,20	21,44
<i>Sebastiania serrata</i>	7	6,86	6,82	0,100	1,72	15,40
<i>Sorocea bonplandii</i>	8	7,84	6,82	0,042	0,72	15,38
<i>Ocotea puberula</i>	4	3,92	4,55	0,369	6,34	14,80
<i>Jacaranda micrantha</i>	5	4,90	5,68	0,163	2,80	13,38
<i>Trema micrantha</i>	4	3,92	3,41	0,302	5,19	12,52
<i>Guapira opposita</i>	3	2,94	3,41	0,236	4,05	10,40
<i>Luehea divaricata</i>	3	2,94	2,27	0,257	4,41	9,63
<i>Prunus sellowii</i>	2	1,96	2,27	0,139	2,39	6,62
<i>Cordia ecalyculata</i>	2	1,96	2,27	0,135	2,32	6,55
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	2	1,96	2,27	0,107	1,84	6,07
<i>Styrax leprosus</i>	2	1,96	2,27	0,101	1,73	5,97
<i>Inga marginata</i>	2	1,96	2,27	0,034	0,58	4,82
<i>Machaerium stiptatum</i>	2	1,96	2,27	0,031	0,53	4,77
<i>Trichilia clausenii</i>	2	1,96	2,27	0,026	0,45	4,68
<i>Gymnanthes concolor</i>	2	1,96	2,27	0,013	0,22	4,46
<i>Eugenia uniflora</i>	2	1,96	2,27	0,008	0,14	4,37
<i>Nectandra oppositifolia</i>	2	1,96	1,14	0,070	1,20	4,30
<i>Maytenus sp.</i>	1	0,98	1,14	0,104	1,79	3,90
<i>Endlicheria paniculata</i>	2	1,96	1,14	0,022	0,38	3,47
<i>Vernonia sp.</i>	2	1,96	1,14	0,008	0,14	3,23
<i>Dyospiros inconstans</i>	1	0,98	1,14	0,055	0,94	3,06
<i>Celtis sp.</i>	1	0,98	1,14	0,036	0,62	2,73

TABELA XI (Continuação...)

TABELA XII - Características químicas do solo amostrado em um remanescente de mata urbana, Cinturão Verde, ao longo das margens do arroio Nunes (estação amostral 3). Município de Alvorada (RS), 29 de outubro de 2003.

TABELA XII (Continuação...)

Variável	Margem esquerda	Margem direita
Manganês (mg/L)	62	38
Alumínio (cmolc/L)	0,8	0,6
Cálcio (cmolc/L)	2,2	2,4
Magnésio (cmolc/L)	0,8	0,9

Margem esquerda = planície. Margem direita = encosta.

### Evolução da ocupação e valoração sócio-ambiental

Nas figuras 10 e 11, observam-se os mapas de uso e ocupação do solo na área do Cinturão Verde e seu entorno. Estas figuras mostram a dinâmica de ocupação num período de 12 anos, entre 1991 e 2003. A figura 12 apresenta a valoração adotada de acordo com os critérios definidos.

A área total do fragmento (mata densa e remanescentes) em 1991 era de 15,2ha e em 2003 de 14,3 ha. Apesar da área total não ter sido substancialmente alterada, aumentou a área de remanescentes com ocupação (que hoje representam 15,67% da área total do fragmento) com perda de mata densa (Tabela XIII). Também houve um decréscimo de 23,25% da área de mata densa, e a área urbanizada, dentro do cinturão e no entorno, teve um incremento de 112,94%. Foi mantido 76,35% da área de mata densa inicial e o restante foi modificado para outras classes de uso, principalmente para remanescentes com ocupação (12,15%). A classe de remanescentes teve uma alteração substancial de 23,18% para remanescentes com ocupação. Grande parte da área de solo exposto (96,05%) foi ocupada por áreas construídas, ou seja, praticamente toda a área disponível para loteamento foi ocupada (Tabela XIV).

Por meio da avaliação dos diferentes aspectos ambientais e sociais foi possível definir, baseando-se na análise dos dados e em avaliações empíricas, três categorias de valoração sócio-ambiental para o Cinturão Verde e para o entorno (Fig. 12):

A – áreas naturais com presença de mata densa e menor influência antrópica;

B – remanescentes de áreas naturais com ocupação humana e/ou elevada influência antrópica;

C – área urbana (Fig. 15);

C1 – categoria com maior quantidade de indivíduos com ensino fundamental incompleto e renda média de um a três salários mínimos;

C2 – categoria com maior número de famílias com uma pessoa estudando, famílias com renda média de um a três salários mínimos e famílias residentes entre cinco e dez anos em Alvorada;

C3 – categoria com maior número de famílias residentes entre um e cinco anos em Alvorada, entrevistados empregados e maior número de pessoas com ensino médio completo.

### Percepção Ambiental

A maioria dos entrevistados apresentou idade entre 36 e 50 anos e, aproximadamente, 60% eram mulheres. É significativo o número de entrevistados (40%) que declaram residir há mais de 10 anos no município de Alvorada.

Quanto à escolaridade, mais de 60% dos entrevistados declararam não ter completado o ensino fundamental, porém é interessante salientar o contraste entre 0,6% (1 indivíduo) que possui curso superior completo e 4,6%, de pessoas não alfabetizadas. Quase 70% das residências apresentaram, ao menos, uma pessoa estudando, sendo que 70% destes estudantes estavam em idade escolar (7 a 15 anos).

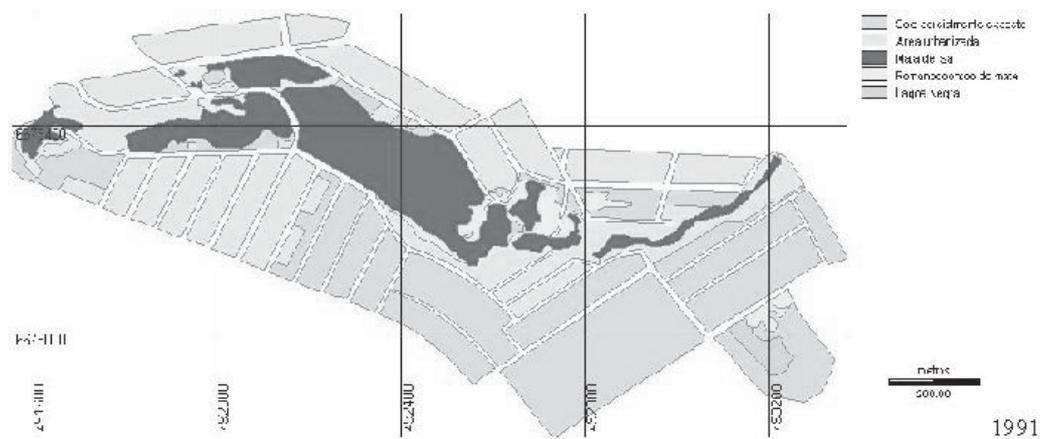


Figura 10. Mapa de uso e ocupação do solo da área do Cinturão Verde e entorno para o ano de 1991, Alvorada (RS).

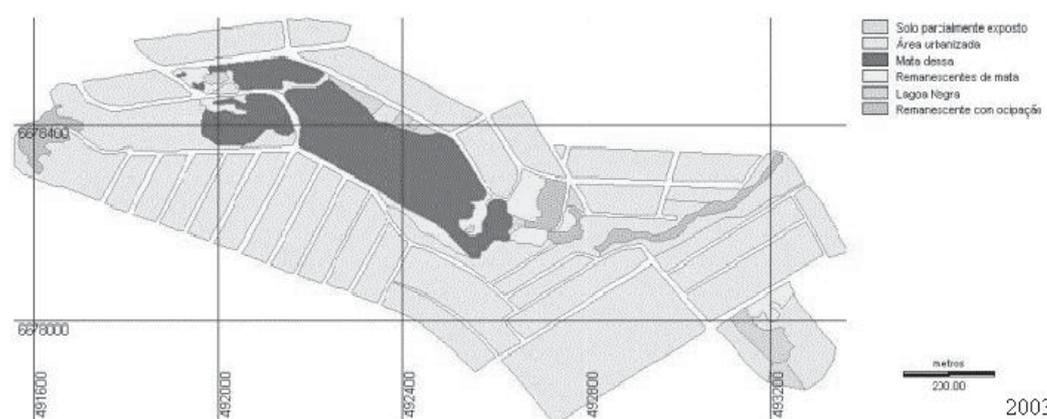


Figura 11. Mapa de uso e ocupação do solo da área do Cinturão Verde e entorno para o ano de 2003, Alvorada (RS).

TABELA XIII - Área de cada classe de ocupação do solo, em 1991 e 2003, da região de um remanescente de mata urbana, Cinturão Verde, e de seu entorno, município de Alvorada (RS), outubro de 2003. Valores gerados a partir da interpretação de fotografias aéreas e de ajustes no campo com uso de "GPS" ("The Global Positioning System").

TABELA XIV - Dinâmica de substituição da classe de mata densa, remanescentes e solo parcialmente exposto de 1991 até 2003, para outras classes, na região de um remanescente de mata urbana, Cinturão Verde, e de seu entorno, município de Alvorada (RS), outubro de 2003.

Classe	Mata Densa		Remanescentes		Solo Parcialmente Exposto	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Solo parcialmente exposto	0,004	0,03	0,025	0,87	0,92	3,46
Área urbanizada	0,69	5,63	0,29	10,03	25,56	96,05
Mata densa	9,36	76,35	0,028	0,97	-	-
Remanescentes	0,72	5,87	1,87	64,71	0,05	0,19
Remanescentes com ocupação	1,49	12,15	0,67	23,18	0,08	0,30

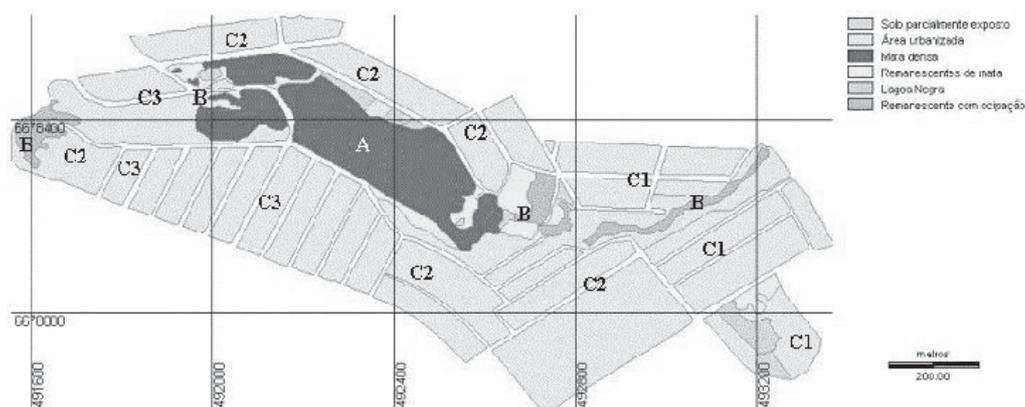


Figura 12. Mapa com a valoração sócio-ambiental da área do Cinturão e do entorno, Alvorada (RS). A = área natural com presença de mata densa e menor influência antrópica; B = remanescentes de áreas naturais com ocupação humana; C = área urbana (C1 = maioria de indivíduos com ensino fundamental incompleto, C2 = maioria de indivíduos com ensino fundamental completo, C3 = maioria de indivíduos com ensino médio completo).

Em 85% das residências, aproximadamente, houve ao menos uma pessoa trabalhando e, entre estas, a idade mínima foi de 15 anos e a máxima de 72. Porém, em nenhuma das famílias, mesmo entre as de maior número, declarou apresentar mais de 4 pessoas trabalhando. Consideravelmente, 46% das pessoas possuem como ocupação o emprego formal ou trabalho autônomo, estando a porcentagem restante distribuída en-

tre desempregados, estudantes, inativos e donas de casa. Cerca de 50% destas pessoas que possuem algum tipo de ocupação, a realizavam no município de Alvorada. A renda familiar média declarada por mais de 45% dos entrevistados foi entre 1 e 3 salários mínimos.

No que se refere à percepção das pessoas entrevistadas em relação ao ambiente, quase 80% desconhecia a área denominada "Cinturão Ver-

de” e metade da população entrevistada não sabia informar quem era o responsável ou proprietário da área. Quase 70% das pessoas não utilizavam áreas verdes e dentre os que o faziam, o Porto Verde era o local mais freqüentado (12%). Os 12% de moradores que opinaram sobre o Cinturão Verde, consideravam o local inseguro, colocando a área como sendo utilizada para consumo de drogas, descarte de lixo ou animais mortos.

Sobre a água, único item unanimemente respondido, os entrevistados disseram que esta era fornecida aos moradores pela Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN). O esgoto foi tido, por 50% dos entrevistados, como encanado e 54% das pessoas acreditavam que existisse coleta normal e seletiva em sua rua.

Dentre os inúmeros pontos positivos e negativos do bairro apontados na entrevista, os mais citados foram falta de segurança (22%), falta de infraestrutura (21,5%), tranqüilidade (33%) e melhorias de infraestrutura (16%). Quando questionados sobre os benefícios e prejuízos causados pelo Cinturão Verde, metade não soube informar, 21% acreditava que pudesse haver benefícios na existência da área, 17% prejuízos e 12% as duas coisas.

Através da percepção das pessoas não houve identificação de zoonoses, porém 60% da população possuía, ao menos, um cão em casa e

outros 20% possuíam ambos, cães e gatos, com uma grande quantidade de relatos de sarna nos animais, principalmente os soltos na rua. Quase 50% dos entrevistados relataram que não tiveram nenhum tipo de doença nos familiares nos últimos 12 meses. Entre os restantes, as doenças mais freqüentemente citadas foram gripe (6,5%), diarreia e vômito (6,5%) e vômitos (6,0%). Quando doentes, os hospitais foram os locais mais procurados (45%), seguidos dos postos de saúde (37%), na sua maioria em Alvorada (53%).

O dendrograma (Fig. 13), elaborado a partir da matriz original de dados (Tab. XV) indicou a formação de três grupos, através da avaliação de nitidez de grupos por auto-reamostragem “bootstrap” (Fig. 14). No diagrama de dispersão (Fig. 15) as variáveis que apresentaram maior correlação com o eixo 1 e que refletem em uma condição sócio-econômica diferenciada foram E2, pessoas que possuíam o ensino fundamental incompleto ( $r=0,98$ ) e R2, famílias com renda média de 1 a 3 salários mínimos ( $r=0,82$ ). Estas variáveis diferenciaram os setores censitários 120, 121, 122, 132, 149 e 150 dos demais, estando situados próximos às estações amostrais 1 e 2. As variáveis NE2, famílias com apenas uma pessoa estudando ( $r=0,77$ ), R2, famílias com renda média de 1 a 3 salários mínimos ( $r=0,72$ ) e T3, famílias residentes entre 5 e 10 anos em Alvorada ( $r=0,69$ ), foram as que mais colaboraram

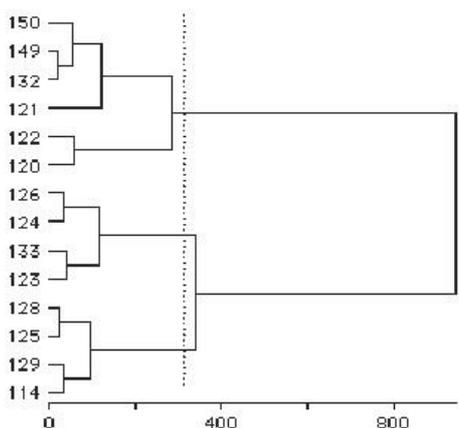


Figura 13. Dendrograma (variância mínima) dos setores censitários (114 a 150), elaborado a partir da matriz de distâncias euclidianas (a linha tracejada indica o nível de partição).

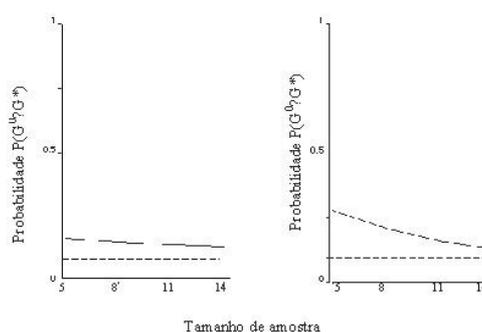


Figura 14. a) Avaliação de suficiência amostral e significância em níveis de partição para 3 grupos de unidades amostrais (setores); b) significância do primeiro eixo de ordenação. Ambos foram gerados a partir de 1000 iterações de reamostragem “bootstrap”, sendo que a linha tracejada indica  $P=0,1$ .

para o agrupamento e similaridade dos setores censitários 123, 124, 126 e 133, estando próximos à estação amostral 3. As variáveis T2, famílias residentes entre 1 e 5 anos em Alvorada ( $r=0,67$ ), O1, entrevistados que estão empregados ( $r=0,61$ ) e E5, pessoas que possuíam o ensi-

no médio completo ( $r=-0,61$ ) colaboraram na reunião dos setores 114, 125, 128 e 129, próximos às estações 4 e 5. A probabilidade (P) considerada foi de 0,1 para suficiência tanto da partição do dendrograma como para a suficiência de eixos da ordenação.

TABELA XV – Frequência de respostas para cinco descritores sócio-econômicos utilizados nos questionários realizados nos setores censitários do IBGE quanto aos critérios: O = ocupação, E = escolaridade, T = tempo de residência, NE = número de estudantes e R = renda familiar. Entorno de um fragmento de mata urbana, Cinturão Verde, Município de Alvorada (RS). Questionários aplicados em 22 e 29 de outubro, e 05 de novembro de 2003.

Descritores	Setores Censitários													
	114	120	121	122	123	124	125	126	128	129	132	133	149	150
O1=Empregado	3	5	6	4	6	4	2	6	0	4	6	8	6	9
O2=Desempregado	1	0	1	0	1	3	1	2	2	0	0	0	2	0
O3=Inativo	1	3	1	4	1	3	3	2	4	1	2	3	1	1
O4=Dona de casa	0	6	6	3	0	2	1	2	2	3	2	0	3	1
O5=Estudante	1	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
O6=Não respondido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
E1=Analfabeto	0	3	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
E2=Fund. Incmpl.	0	11	12	6	3	6	3	6	2	2	8	7	11	11
E3=Fund. Compl.	1	0	2	1	1	3	1	1	2	2	1	0	1	0
E4=Médio Incoml.	1	0	0	2	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0
E5=Médio Compl.	4	1	1	2	5	1	1	3	2	3	0	1	0	1
E6=Sup. Incompl.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
E7=Sup. Compl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
E8=Não respondido	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
T1=Menos de 1 ano	1	0	0	2	0	1	0	2	1	1	1	2	0	1
T2=1 a 5 anos	0	6	4	0	3	3	1	3	4	1	4	1	5	5
T3=5 a 10 anos	0	1	7	3	1	2	2	5	0	2	2	3	4	5
T4=Mais de 10 anos	5	7	5	6	5	6	4	3	3	4	3	5	3	1
T5=Não respondido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

TABELA XV (Continuação...)

Descritores	Setores Censitários													
	114	120	121	122	123	124	125	126	128	129	132	133	149	150
NE1=Nenhuma	1	6	4	8	3	6	3	3	1	1	3	3	4	2
NE2=Uma	4	5	6	3	1	4	1	5	3	2	4	3	6	7
NE3=Duas	0	2	0	0	3	1	2	4	3	2	0	6	1	2
NE4=Três	1	1	5	0	1	0	1	0	1	2	2	0	1	0
NE5=Quatro	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0
NE6=Cinco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE7=Seis ou mais	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R1=Menos de 1 salário	0	0	1	0	0	1	3	1	0	0	0	1	1	2
R2=1 a 3 salários	1	10	7	10	5	4	1	6	3	0	5	5	8	5
R3=3 a 5 salários	3	2	3	1	1	2	1	3	2	1	3	1	2	4
R4=5 a 10 salários	0	1	0	0	3	4	0	1	1	4	1	5	0	1
R5=Mais que 10 salários	2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
R6=Não respondido	0	1	5	0	0	1	1	2	1	2	0	0	1	0

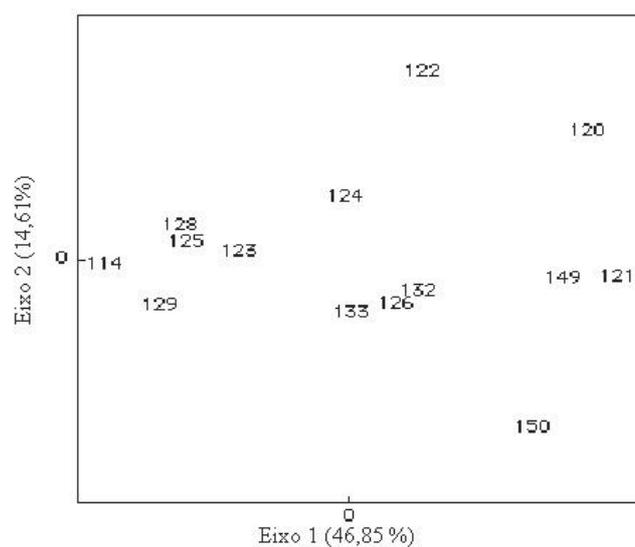


Figura 15. Gráfico de ordenação dos setores censitários, gerado a partir dos escores obtidos via análise de coordenadas principais (PCOA).

## Discussão

Apesar dos impactos antrópicos pelos quais sofre a área do Cinturão Verde, o fragmento apresenta ainda uma certa integridade biótica refletida pela representatividade dos grupos avaliados. Quando comparado com a área do Morro Santana, no município de Porto Alegre, a área do Cinturão Verde possui um número semelhante de espécies arbóreas, porém em uma área menor (e menor número de indivíduos) do que o já registrado no Morro Santana (Porto *et al.* 2002), em Porto Alegre. O extrativismo parece ser acentuado na área do Cinturão Verde, pela permanência de espécies sem interesse econômico e pela maior frequência (e índice de importância) de espécies pioneiras. Por outro lado, o número de aves e artrópodes é menor, se comparado ao Morro Santana, índice de alterações ambientais e do grau de isolamento do fragmento.

Para a sustentabilidade da área-núcleo do Cinturão Verde (estação amostral 3) deve-se ressaltar o caráter de dependência que boa parte das espécies arbóreas existentes no local possui em relação à fauna, que dispersa suas sementes. Nesta questão ressalta-se o papel das aves, grupo faunístico amostrado (morcegos são também importantes, porém não puderam ser estudados), que por outro lado teve o predomínio de espécies insetívoras e onívoras, indicando um certo grau de degradação ambiental do fragmento (Willis 1979). A elevada fragmentação florestal do local também se refletiu no baixo percentual de aves florestais, sendo as mais representativas as espécies de borda e áreas abertas. Este resultado pode ser em função de que o registro das aves ocorreu em toda a área do Cinturão Verde. Por outro lado o núcleo mais arborizado da área vem perdendo espaço para áreas urbanizadas, segundo resultados da análise espacial. A redução de áreas florestadas diminui a disponibilidade de recursos tanto alimentares quanto de espaço e aumenta o isolamento das populações de aves florestais (Bierregaard & Lovejoy 1989). Como a autossustentabilidade do fragmento florestal pressupõe que a floresta tenha condições de, sem interferência humana, ser perpetuada pela sua dinâmica natural, a possibilidade de aumentar a conectividade com outras áreas florestais é desejável e esta poderia ser realizada com um aumen-

to na arborização urbana do entorno. Também os caminhos traçados por pedestres no interior do Cinturão Verde e os depósitos de lixo encontrados no seu interior contribuem para a perda da área de sub-bosque, descaracterizando a floresta e impedindo sua regeneração natural.

Apesar de não termos encontrado correlação entre a vegetação e a distribuição de artrópodes de sub-bosque na estação amostral 3, as diferenças encontradas entre a área plana (margem esquerda do arroio Nunes) e da encosta (margem direita do arroio Nunes) indicam que este fragmento possui ainda microhabitats que podem abrigar diferentes espécies de artrópodes, provavelmente devido às diferenças na estrutura da vegetação, que afetam a distribuição e ocorrência de insetos (Schwab *et al.* 2002). Estas diferenças são importantes na medida em que há uma maior oferta de ambientes para o estabelecimento e desenvolvimento de determinados grupos de artrópodes, mantendo a diversidade destes e de seus predadores (aves, por exemplo).

Um estudo realizado no Morro Santana (Porto *et al.* 2002) indicou um índice de diversidade maior do que encontrado no Cinturão Verde para a fauna de artrópodes. Possivelmente o grau de dominância encontrado nas amostragens realizadas no Cinturão Verde pode ter contribuído para esta diferença. Também esta diferença pode estar ligada à heterogeneidade de habitats, mais rica no Morro Santana, por ser uma área maior e que ainda abriga remanescentes das matas originais da região de Porto Alegre.

Sem dúvida o compartimento ambiental mais impactado no Cinturão Verde é o arroio Nunes. Tanto as análises físicas e químicas como as biológicas indicaram um alto grau de eutrofização, advinda da falta de saneamento de boa parte do entorno. Estas áreas foram indicadas na análise sócio-ambiental como as localizadas próximas às estações amostrais 1, 2 e 5, sendo as áreas urbanas próximas às estações 3 e 4 com maior infra-estrutura urbana. Apesar do fato de que as análises limnológicas foram realizadas em um único momento amostral, foi possível constatar que o curso da água em questão recebe cargas constantes de esgotos e lixo doméstico durante o seu percurso antes e depois de penetrar no Cinturão Verde até a sua foz no arroio Feijó.

Os resultados das análises limnológicas da estação amostral 3, dentro da área núcleo do Cinturão Verde, apresentaram os menores valores de carga para DQO, sólidos suspensos e totais. No entanto, a variação destes valores em comparação com as estações 4 e 5, para os mesmos parâmetros, não chegaram a ser suficientes para verificar uma influência significativa dos processos naturais de filtragem e depuração da água do arroio por parte da vegetação circundante. Tal fato sugere que a influência da biota presente na área núcleo do Cinturão Verde sobre os processos de depuração das águas deixa de ser maior devido ao excesso no aporte de matéria orgânica de origem antrópica e à pequena distância percorrida pelo mesmo por dentro da mata, a qual é de apenas 2km. Em um parque urbano no município de Porto Alegre, Porto *et al.* (1996) também encontram níveis elevados de matéria orgânica e de coliformes totais, advindos de despejos domésticos e de esgoto.

De acordo com os resultados obtidos para o sistema sócio-econômico e cultural, apesar da formação de três grupos, pode-se observar uma relativa homogeneidade nos entrevistados quanto ao perfil sócio-econômico da população do entorno da área do Cinturão Verde. Uma renda familiar média de 1 a 3 salários-mínimos e uma escolaridade de ensino fundamental incompleto configura uma população de baixo poder aquisitivo e escassa escolaridade. Assim, a percepção ambiental faz-se necessária para a utilização mais racional dos recursos ambientais, possibilitando uma relação mais harmônica do conhecimento local com o conhecimento científico. Projetos de pesquisa que abordam as relações homem-natureza e o gerenciamento de ecossistemas devem, necessariamente, incluir estudos da percepção ambiental como parte integrante da abordagem interdisciplinar que estes projetos exigem (Unesco 1973).

No que se refere à percepção que as pessoas têm sobre o Cinturão Verde, as respostas mostraram-se, de certa forma, contraditórias. Ressalta-se o grande desconhecimento da própria denominação do local, somado ao não conhecimento da área como pública, onde apenas uma minoria a utiliza para lazer. É interessante verificar que os entrevistados atribuíram ao Cinturão Verde tanto aspectos positivos quanto negativos. O

aumento da insegurança local foi o principal aspecto negativo levantado. Tal resultado foi o mesmo encontrado para o Parque Alemanha, no município de Porto Alegre (Porto *et al.* 1996), onde a população em torno da área manifestou-se como sendo a segurança o aspecto mais relevante para a escolha de um local público de lazer, tendo em vista que áreas verdes com reduzida ocupação são refúgios de marginais. Simultaneamente, as pessoas próximas ao Cinturão Verde mostraram-se desejosas de poder contar com uma área adequada de lazer, onde apenas uma fração utiliza atualmente a área do Porto Verde (loteamento adjacente ao Cinturão Verde).

Todos pareceram saber de onde vem a água que bebem, mas desconheciam o destino do lixo, sendo o conhecimento da coleta seletiva o mais prejudicado, pois muitos entrevistados disseram não haver este tipo de coleta, quando de fato a Prefeitura de Alvorada oferece este serviço à comunidade. Do mesmo modo, qualquer preocupação com a regularização do esgoto prendia-se à existência de mau cheiro ou riscos de desabamento, sem associação a noções de higiene e saúde pública.

Com isso, de acordo com as respostas dadas, transparece que para os entrevistados o ambiente não é uma problemática que permeie suas vidas diárias, podendo ser também noção externa da qual eles não participam como atores. Esta posição de “espectadores” verifica-se em relação a todas as questões que dizem respeito à municipalidade, tanto infra-estrutura como saúde, ou a própria insegurança ou uso da área verde como depósito de lixo. Comportam-se, provavelmente, como de fato “expectadores”, ou seja, indivíduos que permanecem à espera de soluções externas, sem conseguirem exercer (ou terem a percepção de) sua cidadania. Neste sentido, os esforços demonstrados por parte do Poder Público do Município de Alvorada, de reorganizar a pressão antrópica sobre a área do Cinturão Verde, são dignos de registro, pois envolvem a união de esforços tanto científicos, como políticos, econômicos e de participação da sociedade local, maior beneficiária da manutenção do fragmento florestal.

Como considerações finais, algumas sugestões são necessárias para a manutenção da área do Cinturão Verde, bem como se seus processos ecológicos:

1º) Aprofundar os estudos ambientais referentes à estação amostral 1, por ser este local contribuinte do Arroio Nunes. O saneamento e a recuperação da área do entorno da lagoa Negra e da Vila Bom Samaritano (estações amostrais 1 e 2) é de fundamental importância para a atenuação da carga orgânica poluidora sobre a qualidade da água do arroio Nunes.

2º) As áreas baixas, na abrangência do Cinturão Verde, devem ser objeto de maior investigação ambiental do lençol freático, tendo em vista a proximidade com a superfície, fazendo com que este aflore em vários pontos, tendo sido identificado pela baixa qualidade da água de uma fonte na Cascata do Xangô (estação amostral 4).

3º) A recuperação das áreas a serem eventualmente desocupadas é necessária para que se estabeleça a regeneração florestal, evitando desta forma a erosão e o deslizamento de sedimentos que acarretam o assoreamento do arroio Nunes e regiões mais baixas do Cinturão Verde.

4º) Controlar o trânsito desordenado de pessoas, de colocação de lixo e de extrativismo de espécies nativas no interior do Cinturão Verde, providenciando o cercamento da área e delimitação de trilhas interpretativas para visitantes e aulas de educação ambiental.

5º) Providenciar a recuperação do arroio Feijó, revegetando as suas margens, bem como ampliar a arborização urbana com espécies nativas, para que se aumente a conectividade do Cinturão Verde com áreas verdes adjacentes ao fragmento.

6º) Ampliar as ações de educação ambiental junto às comunidades do entorno, visando desenvolver maior interação homem-natureza, garantindo assim, a conservação de áreas verdes e o aumento da qualidade ambiental do município de Alvorada.

### Agradecimentos

À Prefeitura Municipal de Alvorada pela autorização da realização deste estudo, bem como o auxílio no transporte dos pesquisadores; aos biólogos Eduardo Dias Forneck e Cristiano Isehard pelo auxílio nas campanhas de amostragem da vegetação e lepidópteros, respectivamente; ao Prof. Andreas Kindel pelo auxílio na análise dos

resultados da avifauna; ao CNPq e a CAPES pela concessão das bolsas de pós-graduação aos alunos vinculados à disciplina ECP 79 — Prática Integrada de Campo, do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da UFRGS e ao Programa PROF/CAPES/UFRGS por financiar as atividades ligadas à disciplina.

### Referências

- APG. 1998. An ordinal classification for the families of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 85: 531-553.
- APHA (American Public Health Association). 1995. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 19<sup>th</sup> edition. Washington: APHA/AWWA/WEF. 964 p.
- BARBOUR, M. G., BURK, J. H., PITTS, W. D. 1980. *Terrestrial Plant Ecology*. Menlo Park: The Benjamin Cummings Publishing Company. 604 p.
- BENCKE, G. A. 2001. *Lista de referência das aves do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do RS. 102 p.
- BIERREGAARD Jr., R. O. & LOVEJOY, T. E. 1989. Effects of forest fragmentation on Amazonian understory bird communities. *Acta Amazônica*, 19: 215-241.
- BORROR, D. J. & DeLONG, D. M. 1988. *Introdução ao estudo dos insetos*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda. 653 p.
- BRANCO, S. M. 1994. *Água: origem, uso e preservação*. São Paulo: Editora Moderna. 71 p.
- BRASIL. 1973. *Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul* (Boletim Técnico nº 30). Recife: Ministério da Agricultura/Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. 431 p.
- BRASIL. 1986. *Portaria Federal 20*. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília: Diário Oficial da União, 30 de julho de 1986.
- BRASIL. 2004. *Portaria Federal 518*. Ministério da Saúde. Brasília: Diário Oficial da União, 26 de março de 2004.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. *Fitosociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid: H. Blume. 820 p.
- CAMPANHOLA, C. 2001. Processos e pressões antrópicas que degradam a biodiversidade: estudos de caso. In: GARAY, I. & DIAS, B. (Orgs.). *Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais*. Petrópolis: Ed. Vozes. p. 89-91.

- CETESB (Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Ambiental). 1999. *Qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo*. São Paulo: CETESB. 371 p.
- CLARK LABS. 2001. *The Idrisi Project, version I32.2*. Worcester (USA): Clark University. CD-ROM.
- De La PEÑA, M. R. & RUMBOLL, M. 1998. *Birds of Southern South America and Antarctica*. London: Harper Collins Publishers. 304 p.
- EFE, M. A., MOHR, L. V. & BUGONI, L. 2001. *Guia Ilustrado das Aves dos Parques de Porto Alegre*. Porto Alegre: PROAVES/SMAM/COPEL/CEMAVE. 144 p.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 1997. *Manual de métodos de análise de solo*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Levantamento de Solos. 212 p.
- . 1999. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 412 p.
- FOWLER, H. G. & AGUIAR, A. M. 1991. A integração da teoria ecológica na análise ambiental. In: TAUKE, S. M. (Org.). *Análise Ambiental: Uma visão multidisciplinar*. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista. 133-141.
- GOMEZ, N. & LICURSI, M. 2001. The Pampean Diatom Index (IDP) for assessment of rivers and streams in Argentina. *Aquatic Ecology*, 35: 173-181.
- GOUGH, S. B. & WOELKERLING, W. 1976. On the removal and quantification of algal growths from macrophyte hosts. *Hydrobiologia*, 48 (3): 203-207.
- HOLME, N. A. & McINTYRE, A. D. 1984. *Methods for the study of marine benthos*. 2th edition. Great Yarmouth: Blackwell Scientific Publications. 387 p.
- KELLY, M. G., CAZAUBON, A., CORING, E., DELL'UOMO, A., ECTOR, L., GOLDSMITH, B., GUASH, H., HÜRLIMANN, J., JARLMAN, A., KAWECKA, B., KWANDRANS, J., LAUGASTE, R., LINDSTROM, E. A., LEITÃO, M., MARVAN, P., PADISÁK, J., PIPP, E., PRYGIEL, J., ROTT, E., SABATER, S., VAN DAM, H. & VIZINET, J. 1998. Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *Journal of Applied Phycology*, 10: 215-224.
- KOBAYASI, H. & MAYAMA, S. 1982. Most pollution tolerant diatoms of severely polluted rivers in the vicinity of Tokio. *Japanese Journal of Phycology*, 30: 188-196.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. 1986. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae 2/1 Naviculaceae*. Stuttgart: Gustav Fischer. 876 p.
- . 1988. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae 2/2 Epithemiaceae, Surirellaceae*. Stuttgart: Gustav Fischer. 596 p.
- . 1991a. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae 2/3 Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. Stuttgart: Gustav Fischer. 576 p.
- . 1991b. *2/4 Achnantaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Gesamt-literaturverzeichnis Teil 1-4*. Stuttgart: Gustav Fischer. 437 p.
- LANGE-BERTALOT, H. 1995. *Taxonomy. Iconographia Diatomologica*. Gantner Verlag: Koeltz Scientific Books. v. 1, 107 p.
- . 1996a. *Ecology – Diversity - Taxonomy. Iconographia Diatomologica*. Gantner Verlag: Koeltz Scientific Books. v. 2, 390 p.
- . 1996b. *Taxonomy. Iconographia Diatomologica*. Gantner Verlag: Koeltz Scientific Books. v. 3, 358 p.
- . 1996c. *Taxonomy. Iconographia Diatomologica*. Gantner Verlag: Koeltz Scientific Books. v. 4, 287 p.
- . 1998. *Tropical Diatoms of South America I. Iconographia Diatomologica*. Gantner Verlag: Koeltz Scientific Books. v. 5, 695 p.
- . 1999. *Zur Revision der Gattung Gomphonema. Iconographia Diatomologica*. Gantner Verlag: Koeltz Scientific Books. v. 8, 206 p.
- . 2000. *Diatoms of Europe*. Gantner Verlag: Koeltz Scientific Books. v. 1, 594 p.
- . 2001. *Diatoms of Europe*. Gantner Verlag: Koeltz Scientific Books. v. 2, 526 p.
- LANGE-BERTALOT, H. & MOSER, G. 1994. *Brachysira – Monographie der Gattung*. Stuttgart: Bibliotheca Diatomologica band 29. 212 p.
- LOBO, E. A. 1995. *Comparative study of the approaches for evaluation of river water quality using epilithic diatom assemblages*. 237 f. Doctor Thesis — University of Fisheries, Tokyo.
- LOBO, E. A., CALLEGARO, V. L. & BENDER, P. 2002. *Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadoras da qualidade da água em rios e arroios da Região Hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil*. Santa Cruz do Sul: EDUNISC. 127 p.
- LOBO, E. A. & LEIGHTON, G. 1986. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la Zona Central de Chile. *Biología Marina*, 22: 1-29.

- LIVI, F. P. Elementos do clima: o contraste de tempos frios e quentes. In: MENEGAT, R., PORTO, M. L., CARRARO, C. C. & FERNANDES, L. A. D. (Orgs.). 1998. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS. 73-78.
- MANLY, B. F. J. 1986. *Multivariate statistical methods: A primer*. London: Chapman and Hall. 159 p.
- MORELLATO, P. C. & LEITÃO FILHO, H. F. 1995. *Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana – Reserva de Santa Genebra*. Campinas: Editora da UNICAMP. 136 p.
- ODUM, E. P. 1988. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan. 434 p.
- PILLAR, V. D. 1999. *MULTIV - Multivariate exploratory analysis, randomization testing and bootstrap resampling*. User's Guide v. 2.1.
- POLLARD, E. 1977. A method for assessing changes in the abundance of butterflies. *Biological Conservation*, 12: 115-134.
- PORTO, M. L., OLIVEIRA, P. L., CAMPAGNA, A. R., BUCHMAN, A. R., MENEZES, C. R. M., HOFFMANN, D. S., FERMINO-PAGANOTTO, F. S., PEREIRA, F. E., FABRÍCIO FILHO, J. A., CHEMIN, J. A., SCHIFINO, L. C., VERDADE, M. A. L., RIES, M. A., ESKINAZI, M. C. O., PORTO, P. R., ROSADO, R. M., FORTES, V. B., SALDANHA, V. 1996. *Avaliação e zoneamento preliminar de condições ambientais visando a implantação de um parque municipal em Porto Alegre*. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Ecologia/UFRGS. 82 p.
- PORTO, M. L., OLIVEIRA, P. L., HARTZ, S. M., MACHADO, N. A. F., SILVA, C. P., DUARTE, M. M., HAASE, J. F., POLIDORI, M. C., MÜLLER, S., KAPUSTA, S., PROCHNOW, T. R., BERGER, T., BIANCHI, V., SCHÜTZ, A. R., TOMAZZONI, A. C., LEMOS, C. A., BARBIERI, C. B., SCHLINDWEIN, G., IRGANG, G. V., ACCORDI, I. A., SILVANO, J., OLIVEIRA, J. M., SCHMIDT, L. E. C., FONSECA, M. B., ACIOLI, M. F. 2002. *Análise ambiental de duas microbacias inseridas no campus do Vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Ecologia/UFRGS. 177 p.
- RONCHI, L. H. & LOBATO, A. O. C. 2000. *Minas do Camaquã, um estudo multidisciplinar*. São Leopoldo: Ed. UNISINOS. 366 p.
- RUSZCZYK, A. 1986. Ecologia urbana de borboletas I. o gradiente de urbanização e a fauna de Porto Alegre. *Revista Brasileira de Biologia*, 46 (4): 675-688.
- SANTOS, J. E. & PIRES, J. S. R. 2000. *Estudos Integrados em Ecossistemas - Estação Ecológica de Jataí*. São Carlos: Rima Editora. v. 1, 346 p.
- SCHWAB, A., DUBOIS, D., FRIED, P. M. & EDWARDS, P. J. 2002. Estimating the biodiversity of hay meadows in northeastern Switzerland on the basis of vegetation structure. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 93:197-209.
- SICK, H. 1997. *Ornitologia brasileira*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 912 p.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO/NÚCLEO REGIONAL SUL – SBSCS/NRS. 1995. *Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. 3ª edição. Passo Fundo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul. 224 p.
- SOUTHWOOD, T. R. 1980. *Ecological Methods*. London: Chapman & Hall. 524 p.
- TABANEZ, A. A. J., VIANA, V. M. & DIAS, A. S. 1997. Conseqüências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, 57 (1): 47-60.
- TEDESCO, M. J., GIANELLO, C., BISSANI, C., BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S. J. 1995. *Análises de solo, plantas e outros materiais* (Boletim técnico nº 5). 2ª edição. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS. 174 p.
- UNESCO. 1973. *Rapport final du groupe d'experts sur le project 13: la perception de la quilité du milieu dans le Programme sur l'homme et la biosphere (MAB)*. Paris: UNESCO. v. 9, 79 p.
- VAN DAM, H.; MERTENS, A. & SINKELDAM, J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 28 (1): 117-133.
- WEGE, R. 1983. Index für die Limnosaprobität. *Wasser und Abwasser band*, 26: 1-175.
- WILLIS, E. O. 1979. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 33 (1): 1-25.
- ZAR, J. H. 1984. *Bioestatistical analysis*. Englewood Cliffs: Prentice Hall. 718 p.