

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MICHELLA YAMAMURA BARDELLI DA SILVA

FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE UMA FORMAÇÃO PIONEIRA COM INFLUÊNCIA
FLÚVIO-LACUSTRE 12 ANOS APÓS DERRAMAMENTO DE ÓLEO, ARAUCÁRIA,
PARANÁ

CURITIBA
2014

MICHELLA YAMAMURA BARDELLI DA SILVA

FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE UMA FORMAÇÃO PIONEIRA COM INFLUÊNCIA
FLÚVIO-LACUSTRE 12 ANOS APÓS DERRAMAMENTO DE ÓLEO, ARAUCÁRIA,
PARANÁ

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de concentração em Conservação da Natureza, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais.

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Yoshiko Saito Kuniyoshi

Co-Orientadores:

Prof. Dr. Carlos Vellozo Roderjan

Prof. Dr. Franklin Galvão

Prof. Dr. Rodrigo de Andrade Kersten

CURITIBA
2014

Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR
Ficha catalográfica elaborada por Denis Uezu – CRB 1720/PR

Silva, Michella Yamamura Bardelli da

Florística e estrutura de uma formação pioneira com influência flúvio-lacustre
12 anos após derramamento de óleo, Araucária, Paraná / Michella Yamamura
Bardelli da Silva. – 2014

129 f. : il.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Yoshiko Saito Kuniyoshi

Coorientadores: Prof. Dr. Carlos Vellozo Roderjan, Prof. Dr. Franklin
Galvão, Prof. Dr. Rodrigo de Andrade Kersten

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências
Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa:
Curitiba, 25/08/2014.

Área de concentração: Conservação da Natureza

1. Efeito do derramamento de óleo. 2. Comunidades vegetais - Paraná. 3.
Ecologia das várzeas. 4. Teses. I. Kuniyoshi, Yoshiko Saito. II. Roderjan, Carlos
Vellozo. III. Galvão, Franklin. IV. Kersten, Rodrigo de Andrade. V. Universidade
Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. VI. Título.

CDD – 636.7

CDU – 504.05

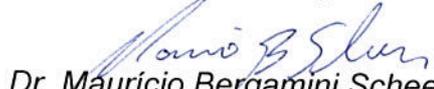


Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

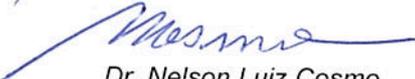
PARECER

Defesa nº. 1055

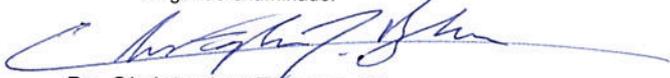
A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após argüir o(a) doutorando(a) *Michella Yamamura Bardelli da Silva* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE UMA FORMAÇÃO PIONEIRA COM INFLUÊNCIA FLÚVIO-LACUSTRE 12 ANOS APÓS DERRAMAMENTO DE ÓLEO, ARAUCÁRIA, PARANÁ**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o (a) ao título de *Doutor* em Engenharia Florestal, área de concentração em CONSERVAÇÃO DA NATUREZA.


Dr. Maurício Bergamini Scheer

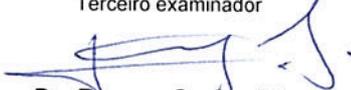
SANEPAR
Primeiro examinador


Dr. Nelson Luiz Cosmo

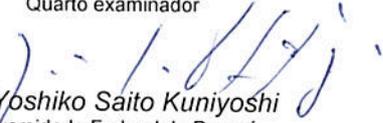
Prefeitura Municipal de Curitiba
Segundo examinador


Dr. Christopher Thomas Blum

Universidade Federal do Paraná
Terceiro examinador


Dr. Roman Carlos Rios

Universidade Federal do Paraná
Quarto examinador


Dr. Yoshiko Saito Kuniyoshi

Universidade Federal do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora



Curitiba, 25 de agosto de 2014.


Antonio Carlos Batista

Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

Ao amor mais lindo e valioso: à minha família!

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço à querida profa. Yoshiko Saito Kuniyoshi, pelo seu acolhimento, amizade e orientação.

Aos estimados professores, co-orientadores e amigos; Carlos Vellozo Roderjan, por me incentivar, mostrar a exuberante beleza da várzea, pelos conselhos e principalmente pela exaustiva abertura de picadas em campo; Franklin Galvão, por me depositar confiança e transmitir conhecimentos técnicos, sempre com muito carinho; e Rodrigo de Andrade Kersten, pelas discussões, sugestões e análises estatísticas.

Aos membros da banca examinadora, pelas correções da tese e sugestões.

Aos taxonomistas que auxiliaram na identificação de espécies, Carina Kozera, Rafael Trevisan, Antônio Dunaisky, Osmar dos Santos Ribas e toda equipe do Museu Botânico Municipal de Curitiba.

Ao LACTEC, pelas análises de hidrocarbonetos totais de petróleo.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação, Reinaldo e David, pela prontidão em atender os alunos.

Aos amigos do Laboratório de Ecologia, Tomaz Longhi Santos, Jaçanan Eloisa de Freitas Milani e Maria Raquel Kaniesky, pela agradável convivência e companheirismo em tantas idas à REPAR.

Aos estagiários Bruno Palka Miranda e Alexandre Braghini, pelo imenso auxílio nos levantamentos de campo, sempre com bom humor, e principalmente à Carolina Schueda, por me acompanhar inúmeras vezes em campo, pela tabulação dos dados, montagem de materiais e pela amizade.

A todos os meus amigos, mesmos que alguns distantes, que sempre me incentivaram e proporcionaram momentos de alegria.

À minha família, em especial aos meus pais, Amir e Yae, por cuidarem de mim com tanto amor, pelos abraços de conforto e por investirem no meu futuro. Ao meu irmão, Giancarlo, por tantas conversas e conselhos. Ao meu filho Leonardo, que me inspira todos os dias para seguir em frente. Amo vocês!

À família Accioly, por me acolher de forma singular e pelos gestos de carinho e consideração. Obrigada por tudo!

Ao meu grande amor e sempre amigo, Pyramon Accioly, que além do auxílio técnico em campo e na elaboração desta pesquisa, acalma meu coração com sua alegria. Obrigada por existir e estar presente desde o início da nossa vida acadêmica, pelos conselhos, cumplicidade e companheirismo ao longo destes anos... Obrigada por me fazer sentir o amor todos os dias! Te amo, meu amor!

Agradeço a todos da Universidade Federal do Paraná, que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta pesquisa.

Agradeço também a oportunidade concedida pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal e ao auxílio financeiro fornecido pela CAPES/REUNI.

Muito obrigada!

RESUMO

O vazamento de mais de quatro milhões de litros de óleo ocorrido em julho de 2000 na Refinaria Presidente Getúlio Vargas (Petrobras), Araucária – PR, foi um dos acidentes ambientais mais drásticos dos últimos anos no Brasil. A área mais impactada foi a Formação Pioneira Flúvio-lacustre (várzea) do rio Barigui, afluente do rio Iguaçu, um dos mais importantes cursos hídricos do estado do Paraná. Em vista da importância ecológica das várzeas, o presente estudo teve como objetivo analisar essa Formação Pioneira Flúvio-lacustre após 12 anos do derramamento, por meio de levantamento florístico, levantamento fitossociológico em estações distintas (verão e inverno), e relacionar sua estrutura com a presença ou ausência de hidrocarbonetos. A área em estudo possui cerca 5,5 ha e situa-se a 890 m s.n.m., com clima Cfb, sobre geologia da Formação Guabirota, tendo como solo predominante Gleissolo Melânico. Para descrever a composição florística foram realizadas coletas quinzenais de material fértil de espécies com formas de vida herbácea, trepadeira, sub-arbustiva, arbórea e epífita para posterior herborização e identificação. Para o levantamento fitossociológico, foram instalados 30 pontos amostrais com 4 parcelas de 1m² cada, onde foram estimadas a porcentagem de cobertura e altura predominante de cada espécie para posterior cálculo dos parâmetros fitossociológicos (frequência, valor de cobertura e valor de importância - VI). Para analisar a influência da sazonalidade na estrutura da comunidade foram comparados os levantamentos fitossociológicos realizados no inverno e verão de 2011 e 2012. No intuito de verificar se o óleo persiste na área, foi realizada coleta de solo nos 30 pontos amostrais entre 20 e 40 cm, profundidade que representa maior concentração de raízes, posteriormente encaminhada para análise de hidrocarbonetos totais de petróleo (TPH). O levantamento florístico resultou em uma riqueza de 221 espécies, distribuídas em 60 famílias e 152 gêneros. Foram encontradas nove espécies de pteridófitas e entre as angiospermas destacaram-se as famílias Asteraceae (35), Poaceae (24) e Cyperaceae (22), que perfazem 36,6% do total de espécies. Os gêneros mais representativos foram *Cyperus* (6 spp.), *Ludwigia* (6) e *Solanum* (6). Quanto às formas de vida, as herbáceas predominaram sobre as subarbusivas, arbóreas e trepadeiras. O levantamento fitossociológico resultou em *Typha domingensis* (Typhaceae), *Hymenachne pernambucensis* (Poaceae) e *Mimosa oblonga* (Fabaceae) como as espécies mais importantes da área, em ambas as estações analisadas. A estrutura da comunidade é influenciada por extremos de temperatura, apresentando no inverno, menor riqueza e menor cobertura vegetal, com muitos indivíduos em estágio inicial de desenvolvimento. A análise de TPH confirmou que o óleo ainda persiste na área de estudo de forma heterogênea, com valores entre 183,84 e 6.444,62 mg/kg de solo, porém, não houve correlação com a estrutura da comunidade. Após 12 anos do derramamento, apesar da permanência do contaminante, a comunidade apresenta elevada riqueza florística com uma dinâmica influenciada pela sazonalidade, e presença de espécies provavelmente tolerantes a estes teores de hidrocarbonetos. Tais fatores conferem às várzeas uma alta resiliência ao impacto que foi submetida, considerando as medidas mitigadoras logo após o evento.

Palavras-chave: várzea; florística; fitossociologia; sazonalidade; hidrocarbonetos.

ABSTRACT

The leak of four million liters of oil, occurred on July 2000, from the Presidente Getulio Vargas Refinery (Petrobrás S.A.), in Araucária - PR, was one of the most aggressive environmental accident happened in Brazil. The most affected area was the wetlands of Barigüi river, a tributary of the Iguacu river, one of the most important water courses in the State of Paraná. Minding the ecological importance of those areas, the present study aimed to analyze this wetland vegetal community 12 years after the leak, by a floristic study and a phytosociological analysis in different seasons (summer and winter) and also relate their structure to the presence or absence of hydrocarbons. The study area has about 5.5 ha and is located at 890 m of sea level, with Cfb climate, on the Guabirotuba geological formation, with the predominant soil classified as Melanics Gleisols. To describe the floristic composition, was collected fertile material of herbaceous species and trees for later herborization and identification. For the phytosociological analysis, 30 sampling points were installed with 4 plots of 1m² each, which was estimated percentage coverage and predominant height for all species, followed by the calculation of phytosociological parameters (frequency, amount of coverage and importance value). To analyze the influence of seasonality on community structure, the phytosociological parameters in winter and summer of 2011 and 2012 were compared. In order to verify if the oil remains in the area, a collecting soil was conducted in 30 sampling points between 20 and 40 cm depth, where is a greater concentration of roots and subsequently forwarded for analysis of total petroleum hydrocarbons (TPH). The floristic study resulted in a wealth of 221 species belonging to 60 families and 152 genders. Nine species of plants were found among angiosperms families: Asteraceae (35), Poaceae (24) and Cyperaceae (22), which account for 36.6% of the total species. The most representative genders were *Cyperus* (6), *Ludwigia* (6) and *Solanum* (6). In relation of forms of life, herbaceous predominated over subshrubs, trees and vines. The phytosociological shows *Typha domingensis* (Typhaceae), *Hymenachne pernambucensis* (Poaceae) and *Mimosa oblonga* (Fabaceae) as the most important species in the area, in both seasons analyzed. The community structure is influenced by temperature extremes, presenting in winter, lower wealth and lower cover area, with many individuals in early stages of development. The TPH analysis confirmed that the oil remains in the study area heterogeneously, with values between 183.84 and 6444.62 mg/kg soil, however, did not correlate with the community structure. After 12 years of the spill, despite the contaminant retention, the community is very rich in flora with a dynamic influenced by climatic conditions, and the presence of probably tolerant to these hydrocarbon contents species. These factors give the floodplains high resilience to the impact that was submitted, considering the mitigating measures after the event.

Keywords: wetlands; floristic composition; phytosociology; seasonal; hydrocarbons.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - Localização da área de estudo.....	18
FIGURA 02 - Bacia do arroio Saldanha, destacando a superfície contaminada....	19
FIGURA 03 - Fotos aéreas do vazamento de petróleo em 2000.....	20
FIGURA 04 - Obras de remediação na várzea do rio Barigui.....	20
FIGURA 05 - Climatograma mensal entre 1961 e 2001 na região de Curitiba.....	21
FIGURA 06 - Mapa geológico da região.....	23
FIGURA 07 - Mapa da cobertura vegetal original do estado do Paraná.....	25

CAPÍTULO I - COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DE UMA FORMAÇÃO PIONEIRA FLÚVIO-LACUSTRE APÓS DERRAMAMENTO DE ÓLEO EM ARAUCÁRIA, PR

FIGURA 01 - Mapa de localização da área de estudo.....	42
FIGURA 02 - Número de espécies e gêneros das famílias mais representativas, na várzea da REPAR, Araucária, PR, que juntas correspondem mais de 70% do total de espécies.....	52

CAPÍTULO II - ESTRUTURA DE UMA COMUNIDADE HERBÁCEO-ARBUSTIVA APÓS DERRAMAMENTO DE ÓLEO EM ARAUCÁRIA, PR

FIGURA 01 - Mapa de localização da área de estudo.....	63
FIGURA 02 - Distribuição dos pontos amostrais na várzea da REPAR, Araucária, PR.....	65
FIGURA 03 - Modelo de instalação dos pontos amostrais.....	65
FIGURA 04 - Moldura de alumínio para leitura das parcelas.....	66
FIGURA 05 - <i>H. Pernambucensis</i> (em primeiro plano) e <i>T. domingensis</i> (ao fundo) na várzea da REPAR, Araucária, PR.....	71
FIGURA 06 - Indivíduos de <i>Mimosa oblonga</i> (A) e <i>Neocabreria serrulata</i> (B), destacando diferenças na forma de crescimento na várzea da REPAR, Araucária, PR.....	73
FIGURA 07 - <i>Mikania micrantha</i> (Asteraceae) recobrando outras espécies na vegetação da várzea da REPAR, Araucária, PR.....	73
FIGURA 08 - População de <i>Thalia geniculata</i> (A) e de <i>Schoenoplectus californicus</i> (B) na várzea da REPAR, Araucária, PR.....	74

CAPÍTULO III - INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA ESTRUTURA DE UMA FORMAÇÃO PIONEIRA FLÚVIO-LACUSTRE EM ARAUCÁRIA, PR

FIGURA 01 - Mapa de localização da área de estudo.....	81
--	----

FIGURA 02 - Distribuição dos pontos amostrais na várzea da REPAR, Araucária, PR.....	83
FIGURA 03 - Modelo de instalação dos pontos amostrais.....	83
FIGURA 04 - Representatividade de <i>Schoenoplectus californicus</i> no inverno (A - em segundo plano) e indivíduos de <i>Thalia geniculata</i> no inverno (A, em primeiro plano) e no verão (B) na várzea da REPAR, Araucária, PR.....	88
FIGURA 05 - Famílias mais representativas em valores de cobertura relativa no inverno de 2011 e verão de 2012 na várzea da REPAR, Araucária, PR	89
FIGURA 06 - Famílias mais representativas em valores de cobertura relativa no verão e inverno de 2012 na várzea da REPAR, Araucária, PR.....	90
FIGURA 07 - <i>Hygrophila costata</i> (Acanthaceae) em sua forma adulta no verão (A) e em estágio de regeneração no inverno (B), na várzea da REPAR, Araucária, PR.....	91
FIGURA 08 - Aspecto da vegetação da várzea da REPAR, Araucária, PR, em diferentes estações do ano: inverno (A) e início do verão (B).....	93
FIGURA 09 - Precipitação média mensal nos anos de 2011 e 2012 em Curitiba.....	93
FIGURA 10 - Temperaturas mensais registradas nos anos de 2011 e 2012 em Curitiba.....	94

CAPÍTULO IV - EFEITO DE HIDROCARBONETOS NA ESTRUTURA DE UMA FORMAÇÃO PIONEIRA FLÚVIO-LACUSTRE EM ARAUCÁRIA, PR

FIGURA 01 - Mapa de localização da área de estudo.....	101
FIGURA 02 - Dendrograma do Índice de Similaridade de Jaccard entre os pontos amostrais da várzea da REPAR, Araucária, PR.....	107
FIGURA 03 - Modelo digital evidenciando valores de hidrocarbonetos totais de petróleo (TPH) nos diferentes grupamentos sobre a várzea da REPAR, Araucária, PR.....	107
FIGURA 04 - Diagrama de ordenação ($p < 0,05$) dos pontos amostrais da várzea da REPAR, Araucária, PR, baseados na cobertura relativa e correlação com a concentração de hidrocarbonetos totais de petróleo (TPH).....	108

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I - COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DE UMA FORMAÇÃO PIONEIRA FLÚVIO-LACUSTRE APÓS DERRAMAMENTO DE ÓLEO EM ARAUCÁRIA, PR

- TABELA 01 - Pteridófitas e angiospermas da Formação Pioneira Flúvio-lacustre da REPAR e suas respectivas formas biológicas (FB - he: herbácea; sub: subarbustiva; tr: trepadeira; arb: arbórea; ep: epífita), natureza (N – n: nativa; e: exótica), número do coletor (NC) e número de registro no Herbário EFC..... 45
- TABELA 02 - Espécies exóticas encontradas na na várzea da REPAR, Araucária, PR..... 55
- TABELA 03 - Índice de similaridade de Jaccard da várzea da REPAR com outras várzeas ou reservatórios do Brasil. (N: número de espécies; J: similaridade de Jaccard incluindo todas as espécies registradas; J*: similaridade de Jaccard excluindo as espécies denominadas como ruderais)..... 56

CAPÍTULO II - ESTRUTURA DE UMA COMUNIDADE HERBÁCEO-ARBUSTIVA APÓS DERRAMAMENTO DE ÓLEO EM ARAUCÁRIA, PR

- TABELA 01 - Relação de espécies amostradas no levantamento fitossociológico da várzea da REPAR, Araucária, PR..... 68
- TABELA 02 - Parâmetros fitossociológicos da várzea da REPAR, Araucária, PR. (H: altura média; FA: frequência absoluta; FR: frequência relativa; CA: cobertura absoluta; CR: cobertura relativa; VI: valor de importância)..... 69

CAPÍTULO III - INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA ESTRUTURA DE UMA FORMAÇÃO PIONEIRA FLÚVIO-LACUSTRE EM ARAUCÁRIA, PR

- TABELA 01 - Espécies amostradas nos levantamentos fitossociológicos na várzea da REPAR, Araucária, PR, e sua representatividade em diferentes épocas do ano. (a) Amostragem em 40 pontos (56 m²). (b) Amostragem em 30 pontos (120 m²)..... 84
- TABELA 02 - Parâmetros fitossociológicos das dez espécies mais importantes da comunidade obtidos no inverno de 2011 (Inv.) e verão de 2012 (Ver.) com base em 56 m² de amostragem na várzea da REPAR, Araucária, PR..... 87
- TABELA 03 - Parâmetros fitossociológicos das dez espécies mais importantes da comunidade obtidos no verão de 2012 (Ver.) e inverno de 2012 (Inv.) com base em 120 m² de amostragem na várzea da REPAR, Araucária, PR..... 90

**CAPÍTULO IV - EFEITO DE HIDROCARBONETOS NA ESTRUTURA DE UMA
FORMAÇÃO PIONEIRA FLÚVIO-LACUSTRE EM ARAUCÁRIA, PR**

TABELA 01 - Resultados de hidrocarbonetos totais de petróleo (TPH) nos
pontos amostrais da várzea da REPAR em Araucária, PR..... 104

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 GERAL.....	17
2.2 ESPECÍFICOS.....	17
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO.....	18
3.1.1 Localização.....	18
3.1.2 Histórico da área de estudo.....	19
3.1.3 Clima.....	21
3.1.4 Geologia e Geomorfologia.....	22
3.1.5 Solos.....	23
3.1.6 Vegetação.....	25
3.2 AS FORMAÇÕES PIONEIRAS FLÚVIO-LACUSTRES.....	26
3.2.1 Importância ecológica das várzeas.....	28
3.3 EFEITO DO ÓLEO SOBRE AS PLANTAS.....	30
3.3.1 Fitorremediação.....	32
REFERÊNCIAS	32

CAPÍTULO I - COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DE UMA FORMAÇÃO PIONEIRA FLÚVIO-LACUSTRE APÓS DERRAMAMENTO DE ÓLEO EM ARAUCÁRIA, PR

Resumo	40
1 INTRODUÇÃO	40
2 MATERIAL E MÉTODOS	42
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	42
2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	43
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
3.1 ESPÉCIES EXÓTICAS.....	54
3.2 SIMILARIDADE FLORÍSTICA.....	55
4 CONCLUSÕES	57
REFERÊNCIAS	57

CAPÍTULO II - ESTRUTURA DE UMA COMUNIDADE HERBÁCEO-ARBUSTIVA APÓS DERRAMAMENTO DE ÓLEO EM ARAUCÁRIA, PR

Resumo	61
1 INTRODUÇÃO	61
2 MATERIAL E MÉTODOS	62
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	62
2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	64
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
4 CONCLUSÕES	75
REFERÊNCIAS	76

CAPÍTULO III - INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA ESTRUTURA DE UMA FORMAÇÃO PIONEIRA FLÚVIO-LACUSTRE EM ARAUCÁRIA, PR

Resumo	79
1 INTRODUÇÃO	79
2 MATERIAL E MÉTODOS	80
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	80
2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	82
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
3.1 COMPARAÇÃO ENTRE JULHO DE 2011 E FEVEREIRO DE 2012.....	86
3.2 COMPARAÇÃO ENTRE FEVEREIRO DE 2012 E AGOSTO DE 2012.....	89
3.3 ANÁLISE GERAL E DISCUSSÃO.....	92
4 CONCLUSÕES	96
REFERÊNCIAS	97

CAPÍTULO IV - EFEITO DE HIDROCARBONETOS NA ESTRUTURA DE UMA FORMAÇÃO PIONEIRA FLÚVIO-LACUSTRE EM ARAUCÁRIA, PR

Resumo	99
1 INTRODUÇÃO	99
2 MATERIAL E MÉTODOS	100
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	100

2.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	102
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	103
4 CONCLUSÕES.....	110
REFERÊNCIAS.....	110
CONCLUSÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES.....	114
APÊNDICE 1 – TABELAS DO LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO.....	116
APÊNDICE 2 – REGISTROS FOTOGRÁFICOS.....	121

1 INTRODUÇÃO GERAL

A exploração dos recursos naturais, representada principalmente pelo avanço das fronteiras agrícolas e pela extração mineral, expressa-se atualmente, em uma significativa redução das florestas primárias sobre toda a superfície terrestre. Segundo o relatório "*Global Forest Resources Assessments 2010*" divulgado pela *Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO, 2010)*, restavam pouco mais de 4 bilhões de hectares de floresta no mundo em 2010, o que corresponde a aproximadamente 30% da superfície continental do planeta. Greenpeace¹ (2007) *apud* Soares e Motta (2010) estima esta supressão vegetal em 99,7% da Europa Ocidental, 94% da Ásia, 92% da África, 78% da Oceania, 66% da América do Norte e 54% da cobertura florestal original da América do Sul.

Tais perdas causaram irreversíveis impactos sobre a biodiversidade, bem como corroboraram com uma drástica alteração sobre o balanço hidrológico do planeta, prejudicado tanto em disponibilidade, quanto em qualidade, visto que a cobertura vegetal, associada a outros fatores, configuram-se como os principais mantenedores deste recurso.

A vegetação próxima aos ambientes fluviais possui aspectos diferenciados na sua florística e estrutura de acordo com os fatores que caracterizam estas áreas, tais como, geomorfologia, solo, relevo, periodicidade de inundação, e deposição de sedimentos, entre outros, estando sempre condicionada à dinâmica dos cursos d'água aos quais estão associadas.

As Formações Pioneiras com Influência Flúvio-lacustre, conhecidas popularmente como várzeas, assumem uma funcionalidade ecológica singular no equilíbrio de ecossistemas, pois representam áreas de sazonal ou permanente comunicação hídrica entre o lençol freático e a superfície terrestre.

O vazamento de 4 milhões de litros de petróleo na Refinaria Getúlio Vargas (REPAR) em julho de 2000 em Araucária- PR foi um dos incidentes ambientais mais marcantes do país. Após a ruptura do oleoduto, o petróleo atingiu primeiramente a

¹ GREENPEACE Brasil. **O que fazer para salvar a floresta**. Brasil, 2007. Disponibilizado em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/amazonia>>. Acessado pelos autores em: março de 2010.

encosta atingindo o arroio Saldanha em direção ao rio Barigui, sendo contido somente na sua foz, o rio Iguaçu. Neste percurso, o óleo extravasou pela planície atingindo principalmente as áreas de Formação Pioneira Flúvio-lacustre e de Floresta Ombrófila Mista Aluvial (floresta aluvial) causando a mortalidade quase integral dos componentes vegetais que tiveram contato com o poluente.

O período de estiagem na época ocasionou um baixo nível nas águas dos rios Barigui e Iguaçu, favorecendo a remoção de grande parte do óleo (cerca de três milhões de litros). Apesar disso, supõe-se que o restante do óleo tenha percolado e sido retido principalmente nas áreas abaciadas adjacentes, onde foi proposto o presente trabalho.

Após o incidente foram desenvolvidas diversas pesquisas científicas voltadas à análise do comportamento da vegetação nas áreas atingidas, relacionadas principalmente às formações arbóreas e regeneração pela Universidade Federal do Paraná (FUNPAR, 2001; BARDDAL, 2002; CARVALHO, 2003; GRAF NETO, 2011; MILANI, 2013; LONGHI-SANTOS, 2013; KANIESKY, 2013). Estudos que abordam os efeitos do petróleo ou derivados na germinação, morfoanatomia e crescimento de plantas também foram realizados, sendo a maioria sob condições controladas em casas de vegetação, destacando-se os de Bardelli da Silva (2006), Rezende (2006), Bona *et al.* (2011), Santos (2006), Inkot (2007), Maranhão (2004), Rodrigues (2005); Silva *et al.* (2004) e Garcia *et al.* (2004).

Por haver poucas pesquisas em áreas de várzea no Paraná, e trabalhos relacionados a derramamento de óleo serem escassos, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a florística e a fitossociologia de um trecho de Formação Pioneira Flúvio-lacustre diretamente afetada pelo vazamento ocorrido na REPAR, analisar a variação na dinâmica fitossociológica decorrente da sazonalidade, bem como correlacionar a influência de hidrocarbonetos sobre a estrutura florística desta comunidade.

Estudos florísticos e fitossociológicos poderão colaborar com informações úteis quanto à dinâmica dessas formações em ambientes alterados e assim contribuir para planos de recuperação, pois as áreas de várzea ainda não são muito estudadas com este enfoque.

O presente trabalho foi redigido em quatro capítulos, sendo esta primeira parte destinada à informação ao leitor sobre o efeito do óleo às plantas e caracterização geral da área de estudo.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Analisar uma Formação Pioneira Flúvio-lacustre 12 anos após derramamento de óleo.

2.2 ESPECÍFICOS

- a) Descrever a flora que compõe a comunidade por meio de levantamento florístico e comparar sua riqueza com outras áreas não contaminadas, por meio de índices de similaridade.
- b) Analisar a estrutura da comunidade por meio de parâmetros fitossociológicos e identificar os processos de reocupação da vegetação.
- c) Verificar se há variação estrutural da comunidade herbáceo-arbustiva em diferentes épocas do ano.
- d) Detectar a existência de óleo por meio de análises de Hidrocarbonetos Totais do Petróleo (TPH) e se a estrutura da vegetação é influenciada por este contaminante;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 Localização

A várzea estudada está localizada na propriedade da Refinaria Presidente Getúlio Vargas – REPAR, em Araucária, Região Metropolitana de Curitiba, Paraná. A partir da capital, o principal acesso à refinaria é através da BR-116, sentido Sul, até a BR-476 (Rodovia do Xisto), próximo ao km 16, distando cerca de 25 km de Curitiba.

A área de estudo possui aproximadamente 5,5 hectares e está situada no primeiro planalto paranaense, em planície adjacente ao arroio Saldanha, sendo influenciada diretamente pela dinâmica do rio Barigui (FIGURA 01), afluente do rio Iguaçu. As coordenadas UTM centrais da área de estudo são 665.780 leste e 7.168.868 norte, em uma altitude próxima de 890 m s.n.m.

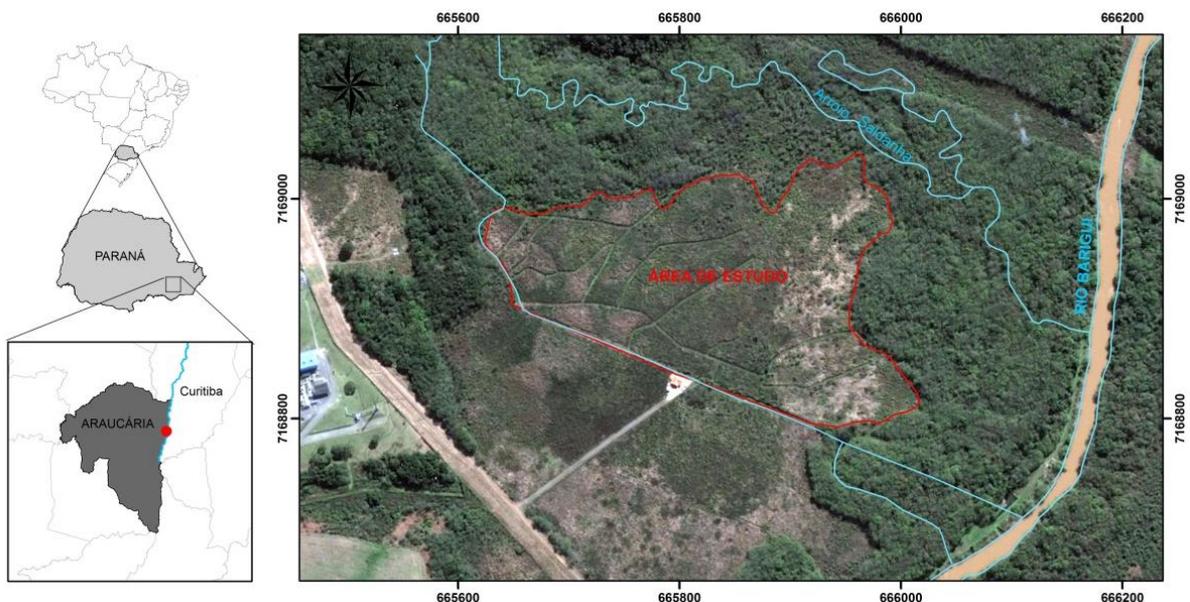


FIGURA 01 – Localização da área de estudo. (FONTE: a autora)

3.1.2 Histórico

Em 16 de julho de 2000, uma ruptura no oleoduto OSPAR da Refinaria Presidente Getúlio Vargas (REPAR) causou um dos mais drásticos acidentes ecológicos em ambientes dulceaquícolas dos últimos anos no Brasil. O evento afetou diretamente a bacia hidrográfica do rio Barigui, principal afluente do terço superior do rio Iguaçu, um dos mais importantes cursos hídricos do Sul do Brasil (FUNPAR, 2001). O óleo foi contido somente cerca de 40 km a jusante, já no rio Iguaçu, no município de Balsa Nova (MELO *et al.*, 2003).

A partir do ponto de ruptura, o *scraper* da REPAR, cerca de 4 milhões de litros de petróleo cru escoaram pela encosta atingindo o arroio Saldanha. A Figura 02 ilustra a delimitação da superfície impactada (MELO, 2006).

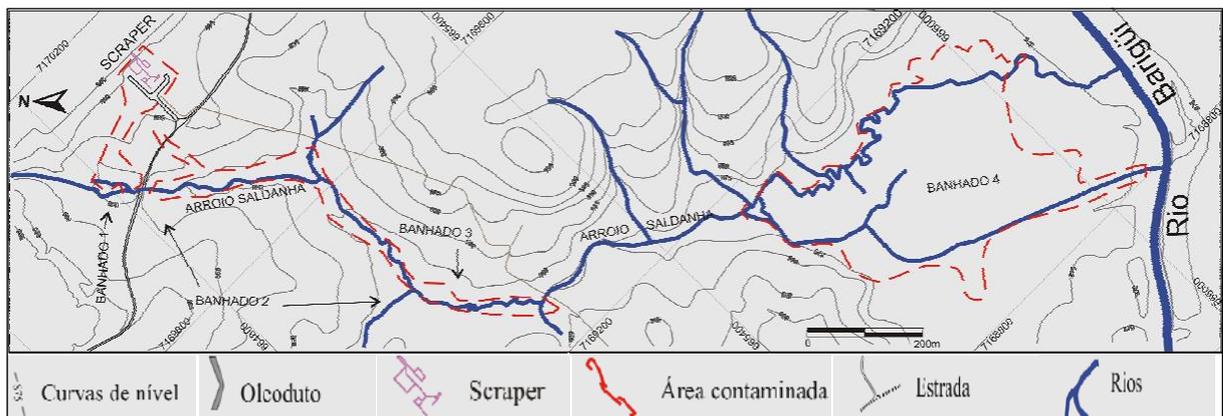


FIGURA 02 – Bacia do arroio Saldanha, destacando a superfície contaminada. (FONTE: MELO, 2006, modificado)

Os impactos negativos ao componente biótico foram mais expressivos junto aos 2,25 km de extensão deste arroio, por onde o óleo foi inicialmente drenado desde uma de suas nascentes até a sua foz, na margem direita do rio Barigui, sendo parte do óleo carreado até o rio Iguaçu (FIGURA 03-A). Foram intensamente contaminados os solos, as águas e as comunidades bióticas dependentes das encostas próximas à conexão dos dutos com o *scraper*, além dos ambientes ripários adjacentes ao arroio e da extensa várzea formada pelo aplainamento deste, antes de sua afluência no rio Barigui (FIGURA 03-B) (FUNPAR, 2001; MELO *et al.*, 2003).

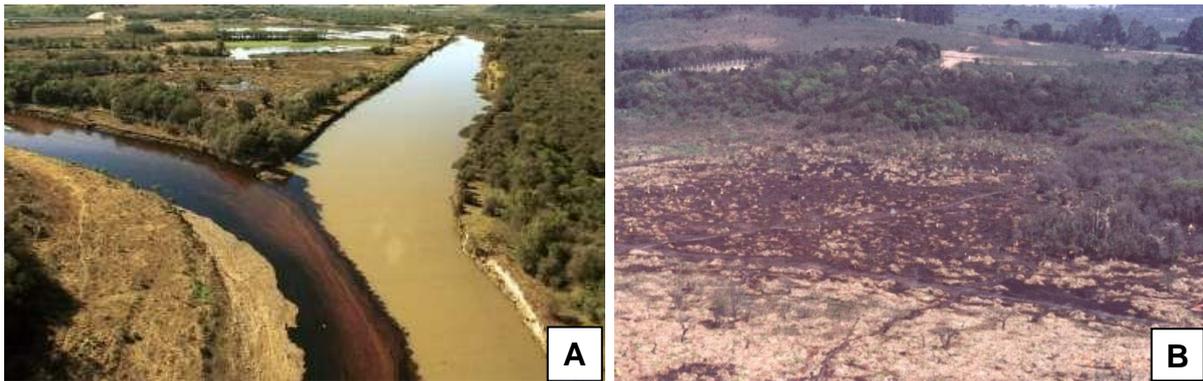


FIGURA 03 - Fotos aéreas do vazamento de petróleo em 2000. A) Óleo atingindo o rio Iguaçu (FONTE: GAZETA DO POVO, 2013). B) Várzea intensamente afetada pelo derramamento (FONTE: MELO, 2006).

O evento mobilizou mais de 2.000 pessoas para conter a poluição, tanto dos rios, quanto da várzea do arroio Saldanha. De acordo com dados fornecidos pela REPAR na época do acidente, dos 4 milhões de litros de óleo, 800 mil litros evaporaram, 2,2 milhões de litros ficaram na área interna da refinaria e 1 milhão de litros foram para os rios Barigui e Iguaçu sendo que, no total, foram recuperados 2,85 milhões de litros. Porém, o restante não recolhido (cerca de 350 mil litros) percolou pela drenagem dos terrenos adjacentes e o maior volume deste ficou retido ao longo do arroio Saldanha, principalmente na várzea formada junto ao rio Barigui (GAZETA DO POVO, 2000).

Destaca-se que, no período pós vazamento, as comunidades vegetais foram intensamente impactadas pelas atividades de controle e remoção do óleo, pois estas foram pisoteadas por colaboradores, passaram por processos de instalação de maquinários, além de terem seu fluxo hídrico superficial alterado pela instalação de taipas (rede de manilhas de concreto) que visavam efetuar uma inundação controlada no banhado como sistema de remediação (FIGURA 04).



FIGURA 04 – Obras de remediação na várzea do rio Barigui (FONTE: MELO, 2006).

Nas taipas foram instaladas comportas para desviar parte da água do canal principal do arroio Saldanha para dentro do banhado e um separador água/óleo foi instalado na foz do arroio, em local à jusante do ponto, onde as águas provenientes do sistema de taipas juntavam-se novamente ao canal. Assim, o óleo recuperado no separador não era apenas o proveniente do banhado, não sendo possível avaliar através do separador água/óleo a efetividade do sistema implantado (MELO, 2006).

3.1.3 Clima

O clima regional, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo Cfb - temperado, com verões frescos, geadas frequentes, sem estação seca definida, com médias anuais de temperatura do mês mais quente inferior a 22°C e do mês mais frio inferior a 18°C (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR, 2000).

Com base nos registros dos últimos 30 anos, obtidos da estação meteorológica de Piraquara, cuja localização retrata a região estudada, a temperatura média anual é de 16,5°C, a temperatura média do mês mais frio é de 12,7°C (julho) e a do mês mais quente 20,3°C (fevereiro), com temperaturas mínimas podendo atingir valores inferiores a -5°C e com máximas superiores a 33°C (FUNPAR, 2001). A Figura 05 ilustra um climatograma elaborado por LONGHI-SANTOS (2013), com base em dados do Instituto Nacional de Meteorologia localizado em Curitiba, entre os anos 1961 e 2001.

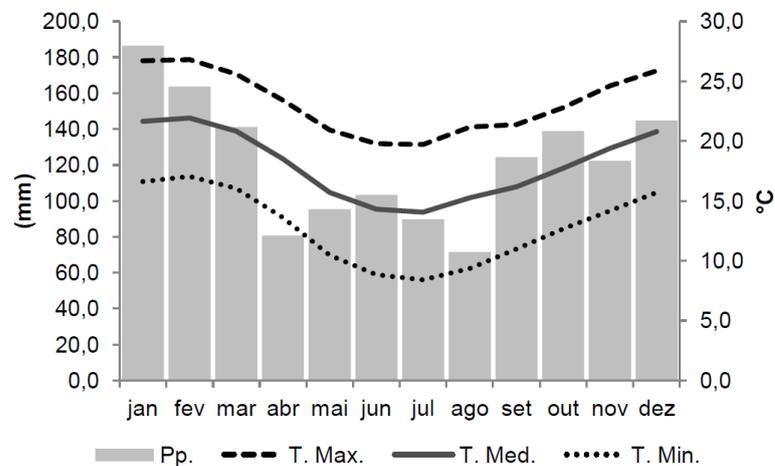


FIGURA 05 – Climatograma mensal entre 1961 e 2001 na região de Curitiba. (FONTE: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, elaborado por LONGHI-SANTOS, 2013).

Conforme Maack (1981), a formação de geadas é bastante comum na região, embora o número de ocorrências possa variar muito de um ano para o outro, indo desde duas até mais de 20.

A precipitação média anual é de 1400 mm, no entanto, observam-se variações importantes, com valores anuais tão baixos quanto 936 mm, ocorrido no ano de 1985, e tão altos quanto 2009 mm, registrado em 1983. Historicamente, os meses de maior precipitação coincidem com o verão, e os valores são, em média, pelo menos duas vezes maiores que os dos meses mais secos, os quais ocorrem no inverno, tendo em julho ou agosto os de menor precipitação. No entanto, como a precipitação nesse período é, em média, superior a 70 mm, considera-se que as chuvas na região são bem distribuídas durante o ano, o que em parte determina uma umidade relativa do ar média em torno de 85% (FUNPAR, 2001).

3.1.4 Geologia e Geomorfologia

A superfície da porção sul do primeiro planalto é formada por sedimentos sobre e entre rochas cristalinas (MAACK, 1968), de natureza metamórfica. Apesar da resistência das rochas metamórficas de alto grau (granulitos e migmatitos), esta região foi aplainada naturalmente originando relevos suave-ondulados formando planícies e várzeas intercaladas, constituídas por sedimentos colúvio-aluvionares recentes e paludais ao longo dos principais cursos de água (SANTOS *et al.*, 2006).

Associada aos grandes depósitos sedimentares de origem fluvial e lacustre, a geologia da região de Curitiba também é formada por sedimentos vulcânicos (cinzas e fluxos de detritos) do Cenozóico, que deram origem a paisagens planas e rochas pouco resistentes (KERSTEN *et al.*, não publicado), que corresponde à Formação Guabirotuba, constituindo uma área de relevo de colinas que se articulam às planícies fluviais mediante suaves rampas (SANTOS *et al.*, 2006). A geologia da região pode ser observada na Figura 06.

Por outro lado, Bigarella e Salamuni (1962) descrevem que os sedimentos da Formação Guabirotuba, provavelmente do Pleistoceno, são constituídos principalmente por argilitos e arcósios. Esta formação é representada por sedimentos da Bacia de Curitiba, constituindo um conjunto de leques aluviais e de depósitos fluviais cuja espessura raramente ultrapassa os 60 metros (BIGARELLA;

SALAMUNI, 1962). As argilas são litotipos predominantes, apresentando-se intercalados com lentes de arcósios, sendo também comuns intercalações de argila roxa com arenitos arcosianos conglomeráticos e crostas de laterita de pequena espessura (MELO, 2006).

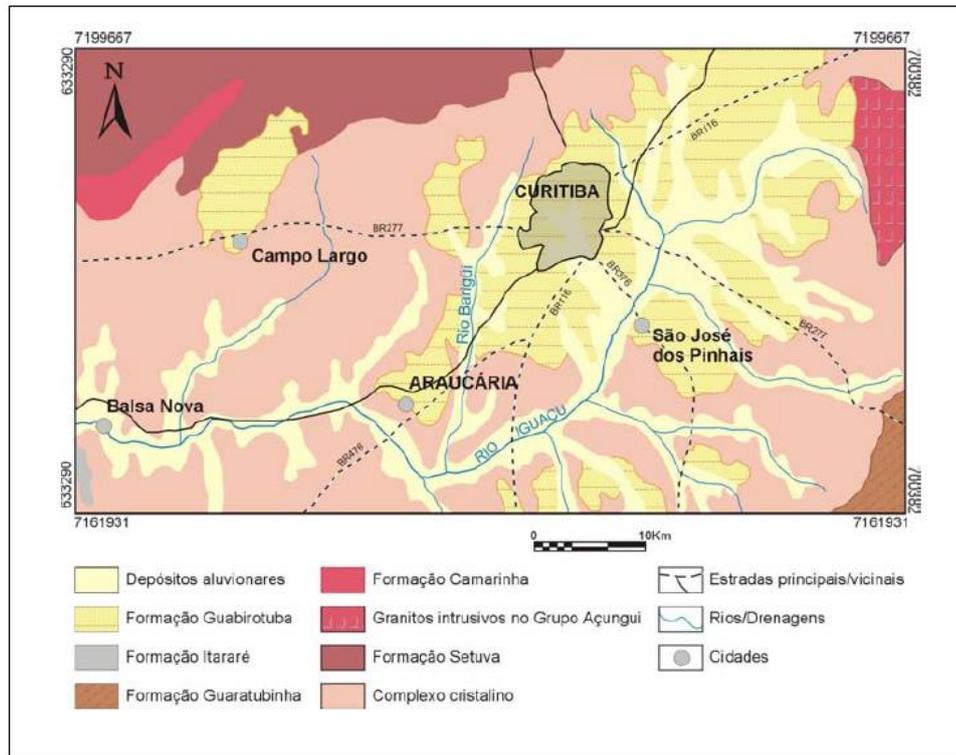


FIGURA 06 – Mapa geológico da região. (FONTE: MELO, 2006).

Já as planícies aluvionares, que são mais recentes (Holoceno), são comandadas pela influência do rio Barigui, apresentando, de um modo geral, sedimentos argilo-siltico-arenosos (SALAMUNI, 1998). Os depósitos aluvionares fluviais constituem-se de cascalhos e areias de granulometria média a grossa, com seixos subarredondados e subangulosos de quartzo, gradando para areia, areia com matriz argilosa e argila plástica cinza no topo, atingindo espessuras médias de 3 m, sendo capeados por solos hidromórficos com espessura de cerca de 1 m (MELO, 2006).

3.1.5 Solos

Sobre a Formação Guabirotuba, encontram-se distribuídos de uma maneira ampla em toda a região os Latossolos Vermelhos e Vermelhos-Amarelos, os

Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos, e os Cambissolos, todos com características não hidromórficas. Nas planícies encontram-se os Neossolos Flúvicos, os Organossolos Háplicos e os Gleissolos Melânicos e Háplicos, todos com elevado grau de hidromorfia (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 1999).

De acordo com Melo (2006), as encostas da bacia do arroio Saldanha são constituídas por sedimentos compostos por argilas e, subordinadamente, areias de granulometria variada, com presença constante de matéria orgânica e óxidos de ferro associados. Já nos banhados, ocorrem sedimentos aluvionares atuais, sendo observados pela mesma autora, sedimentos mais finos superficialmente e materiais mais arenosos em profundidade. Matéria orgânica também é observada, principalmente na superfície.

Especificamente na várzea, objeto do presente estudo, os solos hidromórficos analisados pela FUNPAR (2001) e Melo (2006) pertencem à classe dos Gleissolos, com coloração acinzentada com pontos ou manchas de cor ou tonalidade diferentes. Segundo Melo (2006), nestes solos, em qualquer circunstância, a água do solo pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície do mesmo.

Os Gleissolos são caracterizados pela forte gleização em decorrência do regime de umidade redutor, que se processa com a deficiência ou mesmo ausência de oxigênio, devido à saturação do solo por longo período ou durante o ano inteiro. O processo de gleização implica na manifestação de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, devido aos compostos ferrosos resultantes da escassez de oxigênio causada pelo excesso de água. Provoca, também, a redução e solubilização do ferro, promovendo translocação e reprecipitação dos seus compostos (MELO, 2006).

Esses solos são formados sob vegetação hidrófila ou higrófila herbácea, arbustiva ou arbórea. Normalmente, são mal ou muito mal drenados, em condições naturais, com o horizonte A desde cinzentos até pretos, espessura normalmente entre 10 e 50 cm e teores médios a altos de carbono orgânico. Solos deste tipo são formados em materiais originalmente estratificados ou não, e sujeitos a constante ou periódico excesso d'água, o que pode ocorrer em diversas situações (MELO, 2006).

3.1.6 Vegetação

A associação entre uma série de acontecimentos geológicos e as variações climáticas ocorridas durante milhares de anos na região do estado do Paraná, configurou distintos ambientes que regraram o estabelecimento de distintas comunidades vegetais, primeiramente classificadas e descritas por Maack em 1950 e posteriormente sistematizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012).

Tais estudos dividem a cobertura vegetal original do estado em cinco Regiões Fitoecológicas: Estepe (Campo Gerais), Savana (Cerrados), Floresta Ombrófila Mista (floresta com araucária), Floresta Ombrófila Densa (floresta atlântica) e a Floresta Estacional Semidecidual (floresta pluvial tropical-subtropical) (FIGURA 07).

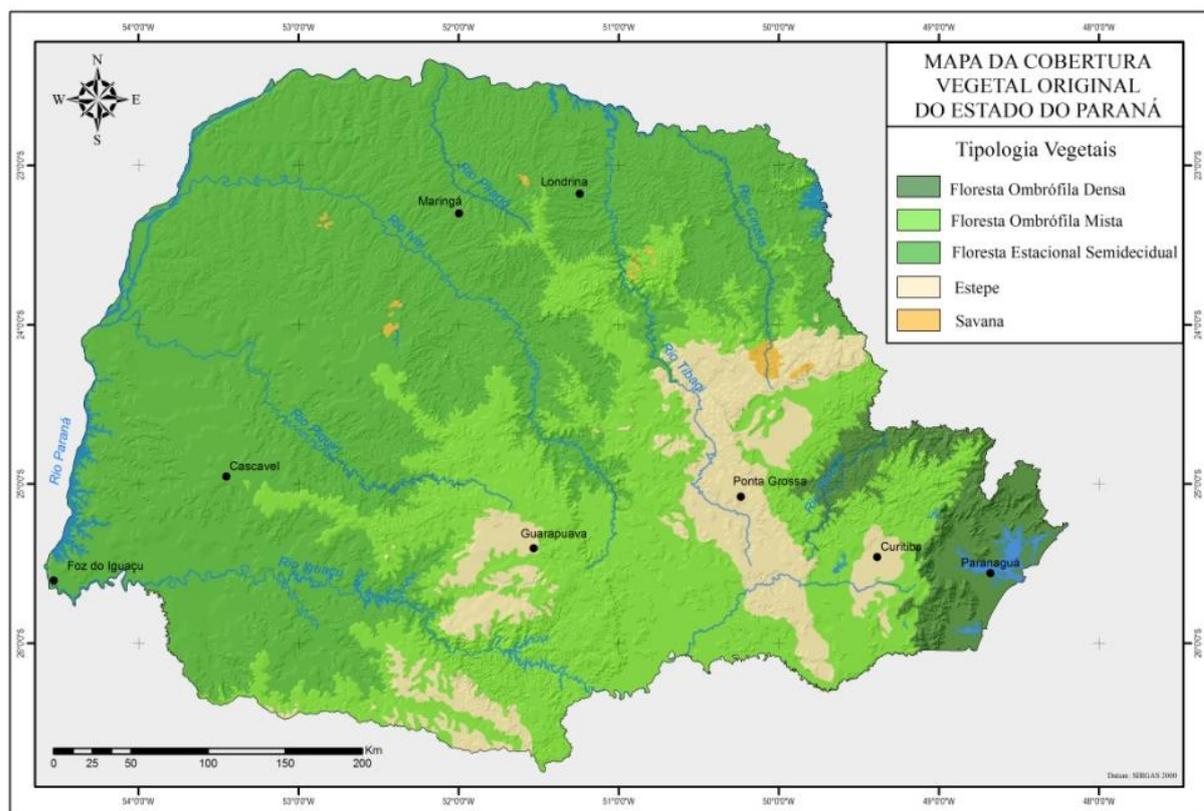


FIGURA 07 – Mapa da cobertura vegetal original do estado do Paraná. (FONTE: Maack, 1950, adaptado por GALVÃO, F., e modificado por ACCIOLY (2013)).

A intensa ação antrópica sobre as comunidades vegetais ocorrida nos últimos cem anos, resultou não apenas na supressão de mais de 70% da cobertura

vegetal do Estado, bem como na descaracterização da composição florística e estrutural originais destas comunidades (ACCIOLY, 2013).

A região de Curitiba e arredores era coberta, originalmente, por uma vegetação de constituição herbáceo-graminóide, denominada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1992) como Estepe Gramíneo-Lenhosa, os conhecidos campos limpos com capões e com florestas ripárias (vegetação arbórea ao redor das nascentes e ao longo dos rios e córregos) constituídas de espécies típicas da Floresta Ombrófila Mista (floresta com araucária), formação característica dos planaltos sul-brasileiros.

Em 1962, Klein e Hatschbach relatam em seus estudos que a região ao sul da cidade de Curitiba, originalmente recoberta por campos naturais, já encontrava-se profundamente alterada e convertida a uma densa pastagem (KLEIN; HATSCHBACH, 1962).

Ainda mais ao sul, nas planícies junto ao arroio Saldanha e ao rio Barigui, ocorre um complexo vegetacional diferenciado, adaptado às condições de saturação hídrica (várzeas hidromórficas), denominado Formações Pioneiras com Influência Flúvio-lacustre (IBGE, 1992) que, conforme seu desenvolvimento, pode assumir uma fisionomia exclusivamente herbácea (campos higrófilos) ou associar-se a elementos arbóreos (*Erythrina crista-galli* e *Sebastiania commersoniana*) (FUNPAR, 2001).

3.2 AS FORMAÇÕES PIONEIRAS FLÚVIO-LACUSTRES

As áreas de formações pioneiras abrangem tipos distintos de vegetação, as quais, em diferentes níveis ou intensidades, são influenciadas pelas águas do mar, dos rios, ou pela ação combinada de ambas (RODERJAN *et al.*, 2002). São frequentemente encontradas em terrenos instáveis ao longo do litoral, nas planícies fluviais e ao redor das depressões aluviais (pântanos, lagoas e lagoas) (IBGE, 2012). São comunidades vegetais que se estabelecem em ambientes conformados por fatores abióticos que não proporcionam condições edafoclimáticas para o estabelecimento de uma comunidade florestal (ACCIOLY, 2013).

A Formação Pioneira Flúvio-lacustre, também conhecida como planícies de inundação, banhado, brejo ou várzea, objeto do presente estudo, trata-se de

comunidades vegetais das planícies aluviais que refletem os efeitos das cheias dos rios nas épocas chuvosas, ou então, das depressões permanentemente alagadas (IBGE, 2012) e constituem, segundo Kozera *et al.* (2012), ambientes de alta fragilidade ambiental.

Este condicionamento, imposto pela dinâmica hídrica, configura ecossistemas edaficamente instáveis em constante sucessão ecológica (hidroseres) (MANABE; SILVA, 2010), ocorrendo predominantemente sobre Organossolos e Gleissolos, dispersos sobre diversas regiões do estado do Paraná.

Klein e Hatschbach (1962) descrevem que em virtude das condições edáficas especiais, estas áreas são ocupadas por uma vegetação típica, adaptada as condições pedológicas e composta por um pequeno número de espécies seletivas e exclusivas, responsáveis pela formação de ambientes de grande uniformidade fitofisionômica.

Nestes terrenos aluviais, conforme a quantidade de água acumulada e ainda o tempo de permanência na área, as comunidades vegetais vão desde a pantanosa criptofítica (hidrófitos) até os terraços alagáveis temporariamente de terófitos, geófitos e caméfitos. Trata-se de uma vegetação de primeira ocupação de caráter edáfico, que ocupa terrenos rejuvenescidos pelas seguidas deposições de sedimentos nos ribeirinhos aluviais e lacustres (IBGE, 2012).

Em uma análise mais individualizada, pequenas variações do grau de hidromorfia do solo, condicionados pela dinâmica do nível do lençol freático, resultam em sensíveis mudanças na dispersão das espécies dentro da comunidade, exemplificadas por Klein e Hatschbach (1962) pelas populações de *Eryngium eburneum*, ocorrentes sobre áreas de água estagnada, e as de *Eryngium lassauxii*, preferenciando áreas de maior fluxo hídrico.

De acordo com Roderjan *et al.* (2002), as formações herbáceas fluvio-lacustres são representadas principalmente por espécies de Cyperaceae, Poaceae e Typhaceae (taboa, *Typha domingensis* Pers.), esta última cosmopolita das regiões tropicais e subtropicais do sul do Brasil, bem como registrada em estudos realizados em todos os continentes (MISSOURI BOTANICAL GARDEN, 2013; GRIFFITH; WILSON, 2008; DE BOCK *et al.*, 2009; GRIFFITH *et al.*, 2003; GIGANTE *et al.*, 2013).

Segundo IBGE (2012), os gêneros *Typha*, *Cyperus* e *Juncus* dominam nas depressões brejosas em todo o país e, nas planícies alagáveis mais bem-drenadas

ocorrem comunidades campestres e os gêneros *Panicum* e *Paspalum* dominam em meio ao caméfito do gênero *Thalia*.

Ainda dentre as principais populações vegetais destaca-se o gênero *Andropogon* sp. que podem recobrir de 50 a 70% destes ambientes (KLEIN; HATSCHBACH, 1962). Tal gênero também foi registrado nos estudos de Kafer *et al.* (2011), Magalhães *et al.* (2013), Spellmeier *et al.* (2009), Pivari *et al.* (2012) e Kozera *et al.* (2009).

Espécies arbóreas podem ocorrer de forma esparsa nesta formação, dando início à colonização destes ambientes nos planaltos interioranos, como *Erythrina crista-galli* L. (Fabaceae) e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae) (RODERJAN *et al.*, 2002).

3.2.1 Importância ecológica das várzeas

Áreas úmidas são ecossistemas na interface entre ambientes terrestres e aquáticos, continentais ou costeiros, naturais ou artificiais, permanentemente ou periodicamente inundados por águas rasas ou com solos encharcados, doces, salobras ou salgadas, com comunidades de plantas e animais adaptadas à sua dinâmica hídrica (JUNK, 2013). Neste contexto, o termo abrange diversos ecossistemas, incluindo as várzeas ou banhados.

De acordo com Maltchik (2003), as áreas úmidas possuem alta diversidade biológica, podendo ser consideradas como os ambientes mais produtivos do mundo, pois produzem oito vezes mais matéria orgânica do que os campos de cultivo e tem grande capacidade de fixar a energia solar. A variedade de condições físicas e químicas, a heterogeneidade espacial e a grande disponibilidade de nutrientes verificadas nestes ambientes fazem com que apresentem esta diversidade de vida (WIDHOLZER, 1986² *apud* CARVALHO; OZÓRIO, 2007).

Segundo Thomaz (2013), as planícies de inundação são compostas pelas planícies associadas lateralmente a rios de médio a grande porte e que são inundadas em determinados períodos. Esses ecossistemas possuem várias funções ecológicas: retêm sedimentos e poluentes, evitam cheias catastróficas em áreas localizadas a jusante, além de abrigar várias espécies aquáticas e terrestres.

² WIDHOLZER, F. **Banhados do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Riocell S. A., 1986. 40 p.

Estas áreas alagáveis absorvem o excesso das chuvas durante a época chuvosa ou durante períodos de chuvas torrenciais e devolvem parte deste excesso para a atmosfera, para o lençol freático e para os riachos e rios conectados, funcionando como “efeito esponja” na paisagem (JUNK, 2013). Além disso, contribuem para descargas subterrâneas, recarregam os aquíferos e contribuem com o balanço das condições climáticas de uma região (MALTCHIK, 2003).

Os banhados, termo muito utilizado no Rio Grande do Sul, formam-se em regiões planas resultantes de sedimentação ou encordoamentos paralelos à linha de costa, onde a água doce é represada e flui lentamente. A água que abastece os banhados provém de corpos hídricos próximos, como lagoas, lagunas, rios e/ou dos afloramentos do lençol freático e das precipitações pluviométricas. Os banhados podem ter comunicação direta com outros corpos hídricos, desenvolvendo-se na planície de inundação, ligando-se com lagoas e rios apenas no período das cheias, ou serem isolados. O padrão oscilatório natural das águas nos banhados alterna períodos de seca e de cheia. Contudo, a vida nos banhados é perfeitamente adaptada a esse ciclo, havendo espécies que vivem no ecossistema durante os dois períodos e outras que o utilizam em apenas uma estação (INSTITUTO BRASILEIRO DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE (IBAMA), 2000³ *apud* CARVALHO; OZORIO, 2007).

Marques *et al.* (2000) define hidroperíodo como a ocorrência periódica ou regular de inundação ou condições de solo saturado (frequência, duração), sendo, portanto, a assinatura hidrológica de um banhado, a qual depende do balanço hídrico, da topografia e das condições subsuperficiais, e essa assinatura hidrológica relaciona-se com as funções existentes nestes ecossistemas.

Os banhados apresentam inter-relação com ambientes próximos por meio de processos ecológicos, como migração de fauna, dispersão de vegetais e de trocas de sedimentos, transportados pelo vento e fluxos hídricos, tanto na superfície quanto no subsolo (IBAMA, 2000³ *apud* CARVALHO; OZÓRIO, 2007). De acordo com a mesma literatura, também atuam como fonte e reservatório de carbono, pois, através da decomposição e respiração dos organismos, liberam para a atmosfera terrestre gás metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂) e, através do processo de fotos-

³ INSTITUTO BRASILEIRO DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE (IBAMA). **Banhados**. 2000. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acessado pelos autores em: novembro de 2006.

síntese, aprisionam o CO₂. Tais processos atuam de maneira importante na composição de gases da atmosfera e em fenômenos globais.

Conforme Widholzer (1986)¹ *apud* Carvalho e Ozório (2007), outra importante função ecológica dos banhados é o fornecimento de alimento e abrigo, tanto para a fauna local, quanto para a que habita os ecossistemas associados ou a migratória. Pela mesma razão, são considerados locais de reprodução e crescimento de várias espécies, propiciando áreas de repouso, nidificação e hibernação, especialmente para aves migratórias.

3.3 EFEITO DO ÓLEO SOBRE AS PLANTAS

O petróleo é uma mistura complexa de hidrocarbonetos e quantidades variáveis de não-hidrocarbonetos. Quando ocorre no estado líquido em reservatórios de subsuperfície ou superfície, é denominado de óleo (PETROLEUM GEOSCIENCE TECHNOLOGY, 2013).

Dentre os hidrocarbonetos de petróleo, os maiores problemas de contaminação nos solos e águas subterrâneas são atribuídos aos hidrocarbonetos aromáticos, pois são geralmente mais tóxicos que os alifáticos e possuem maior mobilidade em água (MELO, 2006).

Acidentes envolvendo derramamento de petróleo e derivados em áreas continentais podem atingir o lençol freático por percolação (CAVALCANTE; SABADIA, 1992), contaminando rios, e, por consequência, a vegetação que compõe as planícies de inundação associadas. As plantas, na maioria das vezes, são os primeiros organismos a serem atingidos por derramamento de óleo (MALALLAH *et al.*, 1996).

Os efeitos da poluição nas plantas podem variar de acordo com o tipo e a quantidade de óleo, a idade da planta, a época do ano e a espécie vegetal atingida (BAKER, 1970). Pezeshki *et al.* (2000), baseado em diversos trabalhos, afirmam que as plantas são mais sensíveis ao óleo durante o período de crescimento, ou seja, quando o metabolismo está ativo, ocorrendo interrupção das funções fisiológicas e maiores danos.

O solo contaminado por petróleo gera problemas ecotoxicológicos resultantes do potencial tóxico, carcinogênico e mutagênico dos hidrocarbonetos para as plantas e microorganismos (POTHULURI; CERNIGLIA, 1994).

O óleo pode causar efeitos crônicos ou agudos, podendo causar interferência nas relações hídricas da planta. Essa interferência, acompanhada das condições anaeróbicas e hidrofóbicas, vem a ser o efeito mais importante em relação à germinação de sementes e ao crescimento das plantas (RACINE, 1994).

A redução na germinação de plantas submetidas a hidrocarbonetos foi constatada por diversos autores (BOSSERT; BARTHA, 1985; GALLEGOS-MARTÍNEZ *et al.*, 2000; ADAN; DUNCAN, 2002; BARDELLI-DA-SILVA, 2006; REZENDE, 2006; ROSA, 2006; ACHUBA, 2006). O efeito inibitório do óleo na germinação pode ser atribuído pela morte do embrião devido à entrada do contaminante na semente, ou pela redução da absorção de água e oxigênio devido à camada impermeabilizante formada ao redor do tegumento (BAKER, 1970), o que varia conforme a espécie.

Outras pesquisas resultaram em maior germinação em solo contaminado com óleo, porém com menores taxas de crescimento (RIVERA-CRUZ; TRUJILLO-NARCÍA, 2004; FARIAS *et al.*, 2008; MARTÍNEZ, 2012). O estresse provocado pelos hidrocarbonetos pode causar estimulação à síntese de substâncias reguladoras do crescimento, agindo positivamente sobre a germinação (MERKL *et al.*, 2004). Rosa (2006) observou que dependendo da espécie, condições experimentais e da concentração do óleo, o mesmo pode inibir, adiar ou favorecer a germinação, assim como a produção de biomassa.

Efeitos negativos quanto ao crescimento de plantas submetidas à contaminação com petróleo também foram observados por Bardelli-da-Silva (2006), Rezende (2006), Santos (2006) e Inckot (2007). A redução na taxa de crescimento pode ser ocasionada pelos componentes tóxicos do óleo, que podem desintegrar as membranas celulares, e em alguns casos, matar as células (MERKL *et al.*, 2004; BAKER, 1970), ou por desequilíbrio nutricional causado por alterações químicas e físicas (HESTER; MENDELSSOHN, 2000).

3.3.1 Fitorremediação

A recuperação de áreas contaminadas por petróleo é lenta (KINAKO, 1981), entretanto, certas espécies de plantas possuem capacidade de crescer em solos contaminados, desenvolvendo mecanismos de desintoxicação, onde os efeitos do acúmulo de substâncias tóxicas podem ser minimizados (ERNEST, 1976). Entre os métodos utilizados atualmente para minimizar os efeitos decorrentes da poluição destaca-se a fitorremediação, que é um processo onde se utiliza a vegetação para aumentar a dissipação ou estabilização de contaminantes ambientais (KULAKOW, 2000).

A fitorremediação oferece várias vantagens que devem ser consideradas, como a capacidade de tratar grandes áreas contaminadas por diversos poluentes, a baixo custo, com possibilidades de amenizar o impacto sobre águas contaminadas, o solo e o subsolo. Para isso, a concentração do poluente e a presença de toxinas devem estar dentro dos limites de tolerância da planta usada para assegurar a eficácia do tratamento (LOPES; PIEDADE, 2009).

Para que a fitorremediação tenha sucesso, as plantas devem apresentar potencial para o processo de capacidade de absorção, tolerância ao contaminante, retenção ao contaminante nas raízes, sistema radicular denso e profundo, capacidade para desenvolver-se em ambientes diversos, resistência a pragas e doenças, e principalmente, capacidade de germinar, se estabelecer e florescer nas condições do ambiente (LAMBERT *et al.*, 2012).

REFERÊNCIAS

ACCIOLY, P. **Mapeamento dos remanescentes vegetais arbóreos do estado do Paraná e elaboração de um sistema de informações geográficas para fins de análise ambiental do estado.** 127 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

ACHUBA, F. I. The effect of sublethal concentrations of crude oil on the growth and metabolismo of cowpea (*Vigna unguiculata*) seedlings. **Environmentalist**, 26, p. 17-20, 2006.

ADAN, G.; DUNCAN, H. Effect of diesel fuel on seed germination. **Environmental Pollution**, v. 120, p. 363-370, 2002.

BAKER, J.M. The effects of oils on plants. **Environmental Pollution**, n. 1, p. 27-44, 1970.

BARDDAL, M. L. **Aspectos florísticos e fitossociológicos do componente arbóreo-arbustivo de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial – Araucária, PR.** 89f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

BARDELLI DA SILVA, M. Y. **Efeitos do solo contaminado com óleo diesel na germinação, crescimento e morfoanatomia de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B.Sm. e Downs (Euphorbiaceae).** 81 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R. Caracteres Tetxturais dos Sedimentos da Bacia de Curitiba (Contribuição à Geologia Geral). **Boletim**, n. 7 (1ª parte), Curitiba: UFPR, 1962.

BONA, C.; BARDELLI DA SILVA, M. Y.; REZENDE, I. M.; SANTOS, G. de O.; SOUZA, L. A. de; INCKOT, R. C. Efeito do solo contaminado com óleo diesel na estrutura da raiz e da folha de plântulas de *Sebastiania commersoniana* (Euphorbiaceae) e *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 2, p. 277-285, 2011.

BOSSERT, I.; BARTHA, R. Plant growth on soil with a history of oil sludge disposal, **Soil Science**, 140, p. 75-77, 1985.

CARVALHO, A. B. P.; OZÓRIO, C. P. Avaliação sobre os banhados do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 1, n. 2, p. 83-95, 2007.

CARVALHO, J. **Florística e estrutura do estrato de regeneração de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Rio Barigui, Araucária, PR.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

CAVALCANTE, I. N.; SABADIA, J. A. B. Potencial hídrico subterrâneo: um bem mineral ameaçado pela ação antrópica. **Revista Geologia**, Fortaleza, n. 5, p. 115-124, 1992.

DE BOCK, T.; MEERENDRÉ, B. K. de; HESS, T.; BEAUREGARD, A-C. G. de. Ecohydrology of a seasonal wetland in the Rift Valley: ecological characterization of Lake Solai. **African Journal of Eology**, v. 47, n. 3, p. 289-298, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos – 5ª aproximação. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**, Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

ERNEST, W. H. O. Physiological and biochemical aspects of metal tolerance. In: MANSFIELD, I. A. **Effects of air pollutants on plants**. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1976. p. 115-133.

FARIAS, V.; MARANHO, L. T.; VASCONCELOS, E. C.; CARVALHO FILHO, M. A. S.; LACERDA, L. G.; AZEVEDO, J. A. M.; PANDEY, A.; SOCCOL, C. R. Phytodegradation potential of *Erythrina crista-galli* L., Fabaceae, in petroleum-contaminated soil. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 157, n. 1, p. 10-200, 2009.

FUNDAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA, DA TECNOLOGIA E DA CULTURA (FUNPAR). **Diagnóstico e monitoramento da cobertura vegetal da área de influência direta e indireta do vazamento de óleo da Refinaria Presidente Getúlio Vargas – REPAR, Araucária / PR: Fase I – Diagnóstico**. UFPR, Curitiba, 2001. 82 p.

GALLEGOS-MARTÍNEZ, M.; GÓMEZ SANTOS, A.; GONZÁLEZ CRUZ, L.; MONTES DE OCA GARCÍA, M. A.; YAÑEZ TRUJILLO, L.; ZERMEÑO EQUIA LIZ, A.; GUTIÉRREZ-ROJAS, M. Diagnostic and resulting approaches to restore petroleum contaminated soil in a Mexican tropical swamp. **Water Sci. Tech.**, 42, p. 377-384, 2000.

GARCIA, F. A.; ROCHA, B. C.; PREUSSLER, K. H.; RIBAS DE OLIVEIRA, C. M.; MARANHO, L.T., 2004. Monitoramento da Influência do derramamento de petróleo pela estrutura do lenho de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L. B. Sm. & Downs (Euphorbiaceae). In: CONGRESSO NACIONAL, 55, e ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICOS DE MG, BA E ES, 26, **Anais...**, 6, 2004, Universidade Federal de Viçosa, MG, CD-ROM.

GAZETA DO POVO. **Meio Ambiente**: Local onde está concentrada maior parte do petróleo continua isolado. 2000.

GAZETA DO POVO. Justiça condena Petrobrás a pagar multa de R\$ 1,4 bi. **Gazeta do Povo**, 2013. Disponível em: < http://www.gazetadopovo.com.br/vidaecidadania/c_onteudo.phtml?id=1399415>. Acesso em: 25/08/2013.

GIGANTE, D.; MANELI, F.; VENANZONI, R. Mediterranean temporary wet systems in inland Central Italy: ecological e phytosociological features. **Plant Sociology**, v. 50, n. 2, p. 93-112, 2013.

GRAF NETO, J. **Crescimento, recrutamento e mortalidade no período de 2001-2010 de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, município de Araucária, Paraná**. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

GRIFFITH, S. J.; BALE, C.; ADAM, P.; WILSON, R. Wallum and related vegetation on the NSW North Coast: description and phytosociological analysis. **Cunninghamia**, v. 8, n. 2, p. 202-252, 2003.

GRIFFITH, S. J.; WILSON, R. Wetland biodiversity in coastal New South Wales: the Wallis Lake catchment as a case study. **Cunninghamia**, v. 10, n. 4, p. 569-598, 2008.

HESTER, M. W.; MENDELSSOHN, I. A. Long-term recovery of a Louisiana brackish marsh plant community from oil-spill impact: vegetation response and mitigation effects on marsh surface elevation. **Marine Environmental Research**, 49, p. 233-254, 2000.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 ed., revista e ampliada. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 275 p.

INCKOT, R. C. **Germinação, desenvolvimento e morfoanatomia de *Mimosa pilulifera* Bentham (Leguminosae) em solo contaminado por petróleo e solo biorremediado**. 83 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. Species diversity and distribution of herbaceous plants in the floodplain of the middle Amazon. **Verh. Verein. Limnol**, Stuttgart, v. 25, p. 1862-1865, 1994.

KAFER, D. S.; COLARES, I. G. HEFLER, S. M. Composição florística e fitossociologia de macrófitas aquáticas em um banhado continental em Rio Grande, RS, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 62, n. 4, p 835-846, 2011.

KANIESKI, M. R. **Estudo dendroecológico de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B.Sm. & R.J.Downs e de arbóreas invasoras em Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Sul do Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

KERSTEN, R.; GALVÃO, F.; LOPES, O. F. **A formação das paisagens paranaenses**. Material didático. UFPR, não publicado.

KINAKO, P. D. S. Short-term effects of oil pollution on species numbers and productivity of a simple terrestrial ecosystem. **Environmental Pollution**, n. 26, p. 87-91, 1981.

KLEIN, R. M. HATSCHBACH, G. G. Fitofisionomia e notas sobre a vegetação para acompanhar a planta fitogeográfica do município de Curitiba e arredores (Paraná). **Boletim da Universidade Federal do Paraná**, Geografia Física, v. 4, p. 1-29, 1962.

KOZERA, C.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. Composição florística de uma formação pioneira com influência fluvial em Balsa Nova, PR, Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 2, p. 309-322, 2009.

KOZERA, C.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Espécies vasculares de uma área de campos naturais do sul do Brasil em diferentes unidades pedológicas e regimes hídricos. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 267-274, 2012.

KULAKOW, P. **Annual report of the RTDF phytoremediation action team-TPH subgroup cooperative field trials**. 2000. Disponível em: <www.rtdf.org/public>. Acesso em 25/05/2005.

LAMBERT, L. F. M.; SOARES, R. P. S.; SOUZA, S. C. O uso da fitorremediação para recuperação de solos contaminados por petróleo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 3, 2012, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: IBEAS, 2012.

LONGHI-SANTOS, T. **Dendroecologia de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B.Sm. & Downs em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Paraná, Brasil**. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

LOPES, A.; PIEDADE, M. T. F. Estabelecimento de *Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitchcock (Poaceae) em solo de várzea contaminado com petróleo de Urucu. **Acta Amazonica**, Manaus, AM, vol. 39, n. 3, p. 583-590, 2009.

MAACK, R. **Mapa fitogeográfico do Estado do Paraná**. Mapa 115x80 cm, Escala 1:750.000. Curitiba: IBPT-SAIC/INP, 1950.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. BRDE/ IBPT/ UFPR, Editora Max Roesner, Curitiba, 1968. 350 p.

MAACK, R.; **Geografia Física do Estado Paraná**, 2.ed., Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, Curitiba, 1981. 450 p.

MAGALHÃES, T. L.; BORTOLUZZI, R. L. C.; MANTOVANI, A. Levantamento florístico em três áreas úmidas (banhados) no Planalto de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 269-279, 2013.

MALALLAH, G., AFZAL, M., GULSHAN, S., ABRAHAM, D., KURIAN, M., DHAMI, M.S.I., *Vicia faba* as a bioindicator of oil pollution. **Environmental Pollution**, v. 92, n. 2, p. 213-217, 1996.

MALTCHIK, L. Áreas úmidas: importância, inventários e classificação. In: **Biodiversidade e conservação das áreas úmidas**. Ed. Unisinos, São Leopoldo, p. 13-22, 2003.

MANABE, V. D.; SILVA, J. dos S. V. da. Distribuição de formações pioneiras no Pantanal brasileiro. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 3., 2010, Cáceres, MT. **Anais...** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; São José dos Campos: INPE, 2010. p. 304-313.

MARANHO, L. T. **Efeitos da poluição por petróleo na estrutura da folha e do lenho de *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl. (Podocarpaceae)**. 200 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

MARQUES, D. M.; TUCCI, C.; CALAZANS, D.; CALLEGARO, V. L. M. VILLANUEVA, A. **O Sistema hidrológico do Taim: Site 7**, 2000. Disponível em: < http://www.icb.ufmg.br/big/peld/port_site07.pdf>. Acesso em: abril de 2014.

MARTÍNEZ, M. E. D. **Casuarina equistifolia en la fitorremediación de suelo contaminado con diesel y aplicación de bioestimulación y bioaumentación**. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Intitución de Enseñanza e Investigación em Ciencias Agrícolas, Montecillo, Texcoco, Estado de México, 2012.

MELO, C. L.; BASTOS NETO, A. C.; CAICEDO, N. O. L.; SCHWARZ, M. R. Contaminação do lençol freático pelo vazamento de óleo na Refinaria Presidente Getúlio Vargas – REPAR, município de Araucária, Paraná. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 1, p. 13-19, 2003.

MELO, C. L. **Evolução da contaminação na área do vazamento de óleo cru na Repar (2000): Estudo do sistema “Banhado 4” e aplicação do método de polarização induzida na investigação da biodegradação de hidrocarbonetos**. 315 f. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MERKL, N.; SCHULTZE-KRAFT, R.; INFANTE, C. Phytoremediation in the tropics – The effect of oil ont the growth of tropical plants. **Biorem. J.**, v. 8, p. 177-184, 2004.

MILANI, J. E DE F. **Comportamento fenológico de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial – Araucária, PR**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. **Trópicos**. Disponível em: <<http://www.tropicos.org>>. Acesso em: abril de 2011 a outubro de 2013.

PAROLIN, M.; GUERREIRO, R. L.; KUERTEN, S.; MENEZES, H. R. Bacias hidrográficas paranenses. In: PAROLIN, M.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; LEANDRINI, J. A. (org). **Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná**. Campo Mourão: Editora da Fecilcam, 2010. p. 61-103.

PEZESHKI, S. R.; HESTER, M. W.; LIN, Q. NYMAN, J. A. The effects of oil spill and clean-up on dominant US Gulf coast marsh macrophytes: a review. **Environmental Pollution**, n. 108, p. 129-139, 2000.

PETROLEUM GEOSCIENCE TECHNOLOGY – PGT. **Geologia do petróleo**, 2013. 24 p. Disponível em: < http://albertowj.files.wordpress.com/2010/03/geologia_do_petr

oleo.pdf>. Acesso em 17/12/2013.

PIVARI, M. O.; OLIVEIRA, V. B.; COSTA, F. M.; FERREIRA, R. M.; SALINO, A. Macrófitas aquáticas do sistema lacustre do Vale do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 62, n. 4, 759-770, 2011.

POTHULURI, V. J.; CERNIGLIA, E. C. Microbial metabolism of polycyclic aromatic hydrocarbons. In: CHAUDRY, R. G. (Ed.). **Biological Degradation and Biorremediation of Toxic Chemicals**. Dioscorides, Portland, p. 92-123, 1994.

RACINE, C.H., **Long-term recovery of vegetation on two experimental crude oil spills in interior Alaska black spruce taiga**. Canadian Journal of Botany 72-8, 1171-1177. 1994.

REZENDE, I. M. **Efeito do solo contaminado por óleo diesel na germinação e desenvolvimento das plântulas de *Schinus terebinthifolius* Raddi**. 81 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

RIVERA-CRUZ, M. C.; TRUJILLO-NARCÍA, A. Estudio de toxicidade vegetal em suelos com petróleos nuevo e intemperizado. **Interciencia**, Caracas, v. 29, n. 7, 2004.

RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; HATSCHBACH, G. G. As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 75-42, 2002.

RODRIGUES, T. T. **Os efeitos do solo contaminado com petróleo na estrutura anatômica e estado nutricional do lenho jovem de *Campomanesia xanthocarpa* Berg (Myrtaceae) e *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae)**. 154f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

ROSA, G. S. **Avaliação do potencial de espécies vegetais na fitorremediação de solos contaminados por petróleo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2006.

SALAMUNI, E. **Tectônica da bacia sedimentar de Curitiba (PR)**. 211 f. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 1998.

SANTOS, G. de O. **Crescimento, nutrição e estrutura do lenho juvenil de três espécies florestais com potencial de fitorremediação em solos contaminados com petróleo**. 179f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P., SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F.; ROSS, J. L. S. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 07, p. 3-11, 2006.

SILVA, M. P.; PREUSSLER, K. H.; RIBAS DE OLIVEIRA, C. M.; MARANHO, L. T., Monitoramento da Influência do derramamento de petróleo por meio da estrutura da folha de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L. B. Sm. & Downs (Euphorbiaceae). In: CONGRESSO NACIONAL, 55, e ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICOS DE MG, BA E ES, 26, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004, CD-ROM.

SPELLMEIER, J.; PÉRICO, E. FREITAS, E. M. Composição florística de um banhado no município de Estrela/Rio Grande do Sul. **Pesquisas, Botânica**, São Leopoldo, n. 60, p. 367-381, 2009.

THOMAZ, S. M. Planícies de inundação do Rio Paraná – Biodiversidade, ameaças e conservação. **Instituto Humanitas Unisinos**. 2013. Entrevista. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/entrevistas/526227-planicies-de-inundacao-do-rio-parana-biodiversidade-ameacas-e-conservacao-entrevista-especial-com-sidinei-magela-thomaz>. Acesso em jan/2014.

CAPÍTULO I

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DE UMA FORMAÇÃO PIONEIRA FLÚVIO-LACUSTRE APÓS DERRAMAMENTO DE ÓLEO EM ARAUCÁRIA, PR

Resumo

Com o objetivo de descrever a flora de uma Formação Pioneira Flúvio-lacustre atingida por um vazamento de mais de quatro milhões de litros de óleo ocorrido em julho de 2000, foi realizado um levantamento florístico em uma área da Refinaria Presidente Getúlio Vargas (Petrobrás), Araucária – PR. A área de estudo possui cerca 5,5 ha e situa-se a 890 m s.n.m., com clima Cfb, sobre geologia da Formação Guabirota, tendo como solo predominante Gleissolo Melânico. Foram realizadas coletas quinzenais e mensais de material fértil de espécies com forma de vida herbáceo, arbustivo, trepadeiro e arbóreo para posterior herborização e identificação. O levantamento resultou em uma riqueza de 212 espécies, distribuídas em 60 famílias e 152 gêneros. Foram encontradas nove espécies de pteridófitas e entre as angiospermas destacaram-se as famílias Asteraceae (35), Poaceae (24) e Cyperaceae (22), que perfazem 36,6% do total de espécies. Os gêneros mais representativos foram *Cyperus* (6), *Ludwigia* (6) e *Solanum* (6). Quanto às formas de vida, as herbáceas predominaram sobre as subarborescentes e trepadeiras. A área de estudo, apesar do derramamento há 12 anos, possui uma alta riqueza de espécies quando comparada a estudos onde não houve distúrbios de grande magnitude, o que ressalta uma alta capacidade de resiliência no local.

Palavras-chave: várzea; levantamento florístico; hidrocarbonetos.

1 INTRODUÇÃO

A vegetação próxima aos ambientes fluviais possui aspectos diferenciados na sua florística e sua estrutura de acordo com os fatores que caracterizam estas áreas tais como geomorfologia, solo, relevo, periodicidade de inundação e deposição de sedimentos, entre outros, estando sempre condicionada à dinâmica dos cursos d'água aos quais estão associadas. Nas planícies de inundação são encontradas Formações Pioneiras Flúvio-lacustres, conhecidas popularmente como várzeas ou banhados, que assumem uma funcionalidade ecológica singular no equilíbrio de ecossistemas, pois representam áreas de sazonal ou permanente comunicação

hídrica entre o lençol freático e a superfície terrestre. Porém, estes ambientes vêm sofrendo elevada alteração em função de atividades antrópicas.

O vazamento de 4 milhões de litros de petróleo na Refinaria Presidente Getúlio Vargas (REPAR) em julho de 2000 em Araucária- PR foi um dos maiores incidentes ecológicos em ambientes dulceaquícolas dos últimos anos no Brasil. Após o ponto de ruptura, o óleo escoou pela encosta atingindo o arroio Saldanha em direção ao rio Barigui, principal afluente do rio Iguaçu. Os solos, as águas e as comunidades bióticas da encosta e dos ambientes ripários adjacentes ao arroio e da extensa várzea formada pelo aplainamento deste foram intensamente contaminados antes de sua afluência no rio Barigui (FUNDAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA, DA TECNOLOGIA E DA CULTURA - FUNPAR, 2001). De acordo com Gazeta do Povo (2000), a maior parte do óleo foi recuperada, porém, cerca de 350 mil litros ficaram retidos principalmente na várzea formada ao longo do Arroio Saldanha.

Além do distúrbio químico, a área mais impactada (várzea) foi alterada pelas obras emergenciais de contenção do óleo, submetida à compactação do solo devido à pisoteamentos e locomoção de maquinários.

A comunidade existente na várzea antes do incidente é desconhecida, e sua recolonização foi pesquisada após a mortalidade quase integral da vegetação original, onde o processo de reocupação, diagnosticado um ano após o derramamento, revelou a dominância de espécies herbáceas, heliófilas e com preferência por ambientes lânticos (FUNPAR, 2001). Também foram feitas coletas de materiais botânicos por diversos pesquisadores desde o derramamento, porém, com ausência de publicação.

Ainda há deficiência em estudos florísticos em áreas de várzea no Paraná, e quando associados a distúrbios dessa magnitude, são inexistentes na literatura. Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo avaliar a flora que compõe a Formação Pioneira Flúvio-lacustre da REPAR por meio de levantamento florístico, e verificar se, após 12 anos do derramamento, a comunidade possui riqueza similar a de ambientes não afetados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A várzea estudada está localizada no interior da propriedade da Refinaria Presidente Getúlio Vargas – REPAR, em Araucária, Região Metropolitana de Curitiba, Paraná.

A área de estudo possui aproximadamente 5,5 hectares e está situada no Primeiro Planalto Paranaense, em planície adjacente ao arroio Saldanha, sendo influenciada diretamente pela dinâmica do rio Barigui (FIGURA 01). As coordenadas UTM centrais da área de estudo são 665.780 leste e 7.168.868 norte, em uma altitude próxima de 890 m s.n.m.

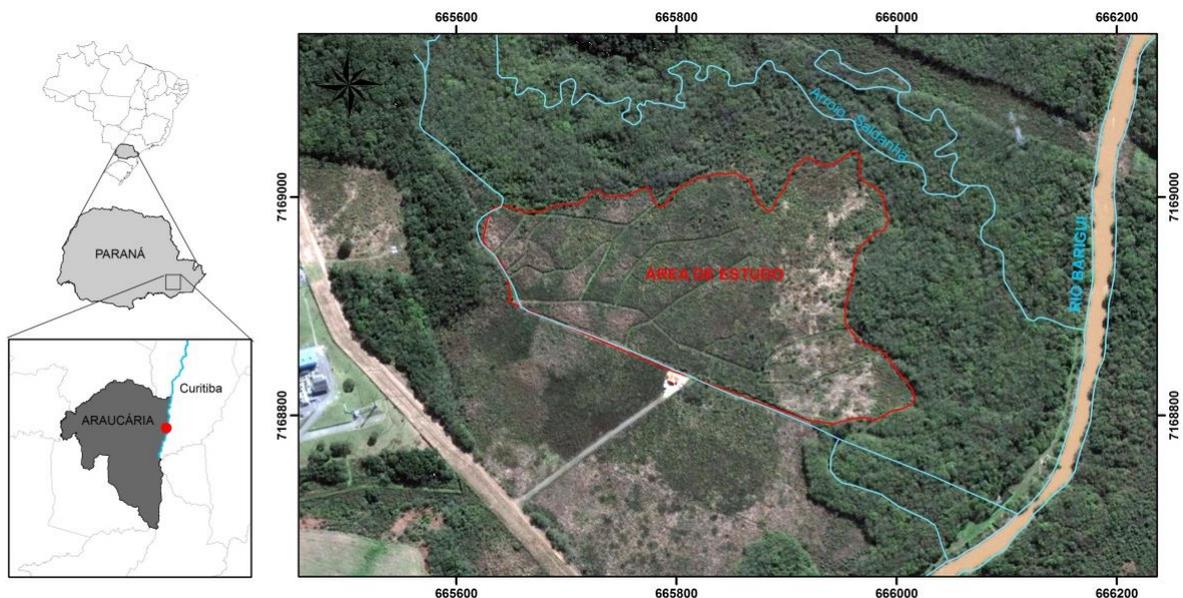


FIGURA 01 - Mapa de localização da área de estudo. (FONTE: a autora)

O clima regional, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo Cfb - temperado, com verões frescos, geadas frequentes, sem estação seca definida. De acordo com FUNPAR (2001), seguindo dados da estação meteorológica de Piraquara, município próximo a área estudada, a temperatura média anual é de 16,5°C, a temperatura média do mês mais frio é de 12,7°C (julho) e a do mês mais quente 20,3°C (fevereiro), com temperaturas mínimas podendo atingir valores

inferiores a -5°C e com máximas superiores a 33°C . A precipitação média anual é de 1400 mm, com chuvas bem distribuídas durante o ano, o que em parte determina uma umidade relativa do ar média em torno de 85%.

A área de estudo está situada sobre sedimentos da Formação Guabirotuba, do Pleistoceno, constituídos principalmente por argilitos e arcósios. O embasamento geológico é constituído por migmatitos pertencentes ao complexo cristalino de idade Pré-cambriana (SALAMUNI, 1998).

Os solos apresentam hidromorfia em toda a área de estudo, porém esta característica se expressa em diferentes graus de intensidade, onde prevalece a classe dos Gleissolos Melânicos (FUNPAR, 2001), caracterizados por serem mal ou muito mal drenados, em condições naturais, tendo o horizonte A cores desde cinzentas até pretas e teores médios a altos de carbono orgânico (MELO, 2006), intercalados por manchas de organossolos (FUNPAR, 2001).

A planície é formada por comunidades vegetais que refletem os efeitos das cheias dos rios nas épocas chuvosas, ou das depressões permanentemente alagadas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2012), onde se constitui de Formações Pioneiras Flúvio-lacustres (várzeas), objeto do presente estudo. Nestes ambientes, as plantas são adaptadas a condições de hidromorfia, sendo destacadas na comunidade herbácea as famílias Typhaceae, Cyperaceae e Poaceae (RODERJAN *et al.*, 2002).

A área estudada possui uma rede de manilhas instaladas para obras de remediação na época do derramamento, onde atualmente são realizadas roçadas frequentes, a cerca de 1 m ao longo das mesmas, para facilitar a circulação.

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O levantamento florístico foi realizado por meio de campanhas de campo quinzenais ou mensais, por toda a área de estudo, no período de abril de 2011 a abril de 2013. A fim de evitar áreas de transição, os materiais foram coletados somente em locais com vegetação predominantemente herbácea. A presença de pequenas ilhas compostas por espécies arbóreas de ambiente aluvial favoreceu também a inclusão de arbóreas e epífitas encontradas no interior da área de estudo.

Em campo, foram coletados materiais férteis de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas (no interior da área) os quais foram prensados para posterior identificação. As espécies que não apresentaram material fértil durante o período do levantamento também foram coletadas e herborizadas, do mesmo modo, para auxiliar na identificação.

No momento da coleta foram observadas as formas biológicas de cada espécie e caracterizadas como herbácea (que não apresentam lignina no caule), trepadeira (que apresentam estruturas de fixação), subarbustiva (lenhosas ramificadas de pequeno porte), arbórea (lenhosas de grande porte) e epífita (que se estabelece sobre outras plantas).

Os materiais férteis foram herborizados seguindo os métodos tradicionais sugeridos por IBGE (1992) desde a coleta até a montagem de exsicatas. A identificação dos exemplares botânicos foi realizada com auxílio de literatura existente, comparação com materiais armazenados nos herbários da Universidade Federal do Paraná (Herbário da Escola de Florestas – EFC – e Herbário do Departamento de Botânica – UPCB) ou consulta a especialistas do Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM). Os exemplares de Cyperaceae, Juncaceae e Poaceae foram encaminhados para Trevisan, R., especialista do Herbário FLOR da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Os materiais determinados foram registrados e encontram-se armazenados no Herbário da Escola de Florestas (EFC) da Universidade Federal do Paraná.

O sistema de classificação adotado para as famílias foi o proposto por *Angiosperm Phylogeny Group III* (APG III, 2009) e para correta grafia das espécies foi consultado o banco de dados eletrônicos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL, 2014) e do Jardim Botânico de Missouri (MISSOURI BOTANICAL GARDEN, 2014).

A similaridade florística foi calculada por meio do índice de Jaccard (MUELLER- DOMBOIS; ELLENBERG, 1974), que considera a relação entre o número de espécies comuns entre duas áreas e o número de espécies exclusivas de cada área. As comparações foram realizadas utilizando-se os trabalhos de Kafer *et al.* (2011), Spellmeier *et al.* (2009), Magalhães *et al.* (2013), Pivari (2011), Pesamosca (2013), Kozera *et al.* (2009) e Silva *et al.* (1997), todos realizados em ambientes de várzea no Brasil, sendo os dois últimos no Paraná, e também com o

trabalho de Alves-da-Silva (2013) em reservatórios localizados na mesma bacia do presente estudo, a Bacia hidrográfica do Rio Iguaçu.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas 221 espécies, distribuídas em 152 gêneros e 60 famílias, na Formação Pioneira Flúvio-lacustre (várzea) impactada diretamente pelo derramamento de óleo ocorrido na Refinaria Presidente Getúlio Vargas, no ano de 2000 (TABELA 01). O número de espécies é considerado alto quando comparado a outros levantamentos realizados em várzeas do sul do Brasil. Silva *et al.* (1997) listou cerca de 123 espécies em campos de inundação de um trecho do Rio Iguaçu em São Mateus do Sul, PR. Spellmeier *et al.* (2009) identificaram 145 espécies em um banhado no município de Estrela, RS, onde foram pesquisadas áreas com e sem pastejo de gado. Kozera *et al.* (2009) registraram 176 espécies em uma Formação Pioneira Fluvial em Balsa Nova, PR, porém, ao contrário do presente trabalho, não foram realizadas coletas nas áreas de contato da vegetação nativa com as antropizadas (Kozera, 2008).

TABELA 01 - Pteridófitas e angiospermas da Formação Pioneira Flúvio-lacustre da REPAR e suas respectivas formas biológicas (FB - he: herbácea; sub: subarborescente; tr: trepadeira; arb: arbórea; ep: epífita), natureza (N - n: nativa; e: exótica), número do coletor (NC) e número de registro no Herbário EFC.

FAMÍLIAS	GRUPOS / ESPÉCIES	N	FB	NC	EFC
PTERIDÓFITAS					
BLECHNACEAE	<i>Blechnum brasiliense</i> Desv.	n	he	182	11086
DRYOPTERIDACEAE	<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching	n	he	237	11386
EQUISETACEAE	<i>Equisetum giganteum</i> L.	n	he	14	10753
POLYPODIACEAE	<i>Campyloneurum acrocarpon</i> Fée	n	ep	219	11204
	<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	n	ep	217	11202
	<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota	n	ep	218	11203
	<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston	n	ep	216	11201
THELYPTERIDACEAE	<i>Thelypteris decurtata</i> (Link) de la Sota	n	he	211	11115
	<i>Thelypteris interrupta</i> (Willd.) K. Iwats.	n	he	183	11087
ANGIOSPERMAS					
ACANTHACEAE	<i>Hygrophila costata</i> Nees	n	he	173	11077
ALISMATACEAE	<i>Echinodorus grandiflorus</i> (Cham. & Schtdl.) Micheli	n	he	96	10891
	<i>Sagittaria montevidensis</i> Cham. & Schtdl.	n	he	186	11090

continua

continuação

FAMÍLIAS	GRUPOS / ESPÉCIES		FB	NC	EFC
AMARYLLIDACEAE	<i>*Nothoscordum inodorum</i> (Aiton) G. Nicholson	n	he	79	10842
AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera brasiliensis</i> (L.) Kuntze	n	he	178	11082
	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	n	he	139	11043
	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	n	he	26	10765
	<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	n	he	148	11052
	<i>Pfaffia glomerata</i> (Speng.) Pedersen	n	he	167	11071
ANACARDIACEAE	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	n	arb	-	-
APIACEAE	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	e	he	-	-
	<i>*Cryptotaenia canadensis</i> (L.) DC.	n	he	210	11114
	<i>*Cyclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Britton P. Wilson	n	he	60	10799
	<i>Eryngium pandanifolium</i> Cham. & Schtdl.	n	he	250	11414
	<i>*Eryngium eburneum</i> Decne.	n	he	258	11421
APOCYNACEAE	<i>Araujia sericefera</i> Brot.	n	tr	180	11084
	<i>Ditassa burchellii</i> Hook. & Arn.	n	tr	214	11199
	<i>Oxypetalum wightianum</i> Hook. & Arn.	n	tr	241	11390
	<i>Oxypetalum tubatum</i> Malme	n	tr	191	11095
ARALIACEAE	<i>Hydrocotyle leucocephala</i> Cham. & Schtdl.	n	he	37	10776
ARECACEAE	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	n	arb	-	-
ASTERACEAE	<i>*Adenostemma verbesina</i> (L.) Sch.Bip.	n	he	251	11416
	<i>*Ageratum conyzoides</i> L.	n	he	200	11104
	<i>*Austroeupatorium picturatum</i> (Malme) R.M. King & H. Robinson	n	sub	184	11088
	<i>Baccharis anomala</i> DC.	n	sub	34	10773
	<i>Baccharis megapotamica</i> Spreng.	n	sub	194	11098
	<i>Baccharis pseudomyriocephala</i> Malag.	n	sub	CVR	10746
	<i>Baccharis vulneraria</i> Baker	n	sub	151	11055
	<i>Bidens laevis</i> L.	n	he	31	10770
	<i>*Calyptocarpus biaristatus</i> (DC.) H. Rob.	e	he	133	11037
	<i>Campuloclinium macrocephalum</i> (Less.) DC.	n	sub	213	11117
	<i>Chrysolaena platensis</i> (Spreng.) H. Rob.	n	sub	10	10728
	<i>*Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	n	he	132	11036
	<i>*Eclipta prostrata</i> (L.) L.	n	he	203	11107
	<i>Erechtites valerianifolius</i> (Wolf) DC.	n	he	CVR	10743
	<i>*Galinsoga parviflora</i> Cav.	e	he	52	10791
	<i>*Gamochoaeta pensylvanica</i> (Willd.) Cabrera	n	he	215	11200
	<i>*Gamochoaeta purpurea</i> (L.) Cabrera	n	he	38	10777
	<i>Grazielia serrata</i> (Spreng.) R.M.King & H.Rob	n	he	-	-
	<i>*Hypochaeris glabra</i> L.	e	he	153	11057
	<i>*Hypochaeris radicata</i> L.	e	he	39	10778
	<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.	e	he	25	10764
	<i>Leptostelma maximum</i> D. Don	n	sub	181	11085
	<i>Mikania micrantha</i> Kunth	n	tr	CVR	10742
	<i>Neocabreria serrulata</i> (DC.) R.M. King & H. Rob	n	sub	130	11034
	<i>*Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera	n	he	256	11413
	<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	n	sub	92	10864

continua

continuação

FAMÍLIAS	GRUPOS / ESPÉCIES		FB	NC	EFC
	<i>*Senecio juergensii</i> Mattf.	n	he	62	10801
	<i>Solidago chilensis</i> Meyen	n	he	33	10772
	<i>*Sonchus oleraceus</i> L.	n	he	53	10792
	<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	n	sub	232	11381
	<i>Stevia clausenii</i> Schutes Bip. Ex Bak.	n	sub	197	11101
	<i>*Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	e	he	41	10780
	<i>Urolepis hecatantha</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	n	he	185	11089
	<i>Vernonanthura catharinensis</i> (Cabrera) H. Rob.	n	sub	196	11100
	<i>Vernonanthura tweedieana</i> (Baker) H.Rob.	n	sub	193	11097
BEGONIACEAE	<i>Begonia cucullata</i> Willd.	n	he	129	11033
	<i>Begonia fischeri</i> Schrank.	n	he	115	11019
BIGNONIACEAE	<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G.	n	tr	114	11018
	<i>Amphilophium crucigerum</i> (L.) L.G.Lohmann	n	tr	-	-
BRASSICACEAE	<i>*Cardamine bonariensis</i> Pers.	e	he	61	10800
	<i>*Cardamine chenopodiifolia</i> Pers.	n	he	166	11070
BROMELIACEAE	<i>Aechmea distichantha</i> Lem.	n	ep	-	-
	<i>Tillandsia</i> sp.	n	ep	-	-
CACTACEAE	<i>Lepismium houlettianum</i> (Lem.) Barthlott	n	ep	221	11206
CAPRIFOLIACEAE	<i>Lonicera japonica</i> Thunb. Ex Murray	e	tr	45	10784
	<i>Valeriana salicariifolia</i> Vahl	n	he	103	10898
CARYOPHYLLACEAE	<i>*Cerastium glomeratum</i> Thuill.	e	he	58	10797
	<i>Cerastium rivulare</i> Camb.	e	he	59	10798
	<i>*Drymaria cordata</i> (L.) Wild. Ex Roem. & Schult.	e	he	35	10774
	<i>*Silene gallica</i> L.	e	he	84	10847
COMMELINACEAE	<i>Commelina erecta</i> L.	n	he	127	11031
	<i>Tripogandra diuretica</i> (Mart.) Handlos	n	he	13	10752
CONVOLVULACEAE	<i>Convolvulus crenatifolius</i> Ruiz & Pav.	n	tr	248	11398
	<i>Dichondra repens</i> J.R. Forst. & G. Forst	n	he	228	11377
	<i>Ipomoea grandifolia</i> (Dammer) O'Donell	n	tr	190	11094
	<i>Ipomoea indivisa</i> (Vell.) Hallier f.	n	tr	204	11108
CUCURBITACEAE	<i>Momordica</i> sp.	n	tr	22	10761
CYPERACEAE	<i>Carex brasiliensis</i> A. St.-Hil.	n	he	78	10841
	<i>Carex feddeana</i> H. Pfeiff.	n	he	245	11394
	<i>Carex longii</i> var. <i>meridionalis</i> Kük.	n	he	223	11372
	<i>Carex polysticha</i> Boeckeler	n	he	94	10866
	<i>Cyperus haspan</i> L.	n	he	165	11069
	<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.	n	he	164	11068
	<i>Cyperus intricatus</i>	n	he	81	10844
	<i>*Cyperus</i> cf. <i>meyenianus</i> Kunth	n	he	131	11035
	<i>Cyperus odoratus</i> L.	n	he	205	11109
	<i>Cyperus virens</i> Michx.	n	he	155	11059
	<i>*Eleocharis contracta</i> Maury	n	he	162	11066
	<i>*Eleocharis maculosa</i> (Vahl) Roem. & Schult.	n	he	152	11056
	<i>Eleocharis montana</i> (Kunth) Roem. & Schult.	n	he	44	10783
	<i>*Eleocharis niederleinii</i> Boeckeler	n	he	86	10849
	<i>*Eleocharis subarticulata</i> Boeckeler	n	he	87	10850

continua

continuação

FAMÍLIAS	GRUPOS / ESPÉCIES		FB	NC	EFC
	<i>*Kyllinga pumila</i> Michx.	n	he	121	11025
	<i>Pycreus lanceolatus</i> (Poir.) C.B. Clarke	n	he	143	11047
	<i>*Rhynchospora asperula</i> (Nees) Steud.	n	he	95	10867
	<i>Rhynchospora corymbosa</i> (L.) Britton	n	he	102	10897
	<i>*Rhynchospora crinigera</i> Boeckeler	n	he	75	10838
	<i>*Rhynchospora enmanuelis</i> Luceño & Rocha	n	he	159	11063
	<i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A.Mey.) Soják	n	he	68	10807
DIOSCORACEAE	<i>Dioscorea multiflora</i> Mart. Ex Griseb	n	tr	239	11388
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxyllum</i> cf. <i>myrsinites</i> Mart.	n	sub	229	11378
ESCALLONIACEAE	<i>Escallonia megapotamica</i> Spreng.	n	sub	113	11017
EUPHORBIACEAE	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs	n	arb	-	-
	<i>Tragia volubilis</i> L.	n	tr	238	11387
FABACEAE	<i>Collaea aschersoniana</i> (Taub.) Burkart	n	sub	64	10803
	<i>*Desmodium incanum</i> DC.	e	he		13062
	<i>Erythrina crista-galli</i> L.	n	arb	-	-
	<i>*Lathyrus paranensis</i> Burkart	n	he	88	10860
	<i>Mimosa oblonga</i> Benth. var. <i>oblonga</i>	n	sub	140	11044
	<i>Senna neglecta</i> (Vogel) H.S. Irwin & Barneby	n	sub	176	11080
	<i>*Trifolium repens</i> L.	e	he	24	10763
	<i>Vigna</i> sp.	n	tr	138	11042
HYPOXIDACEAE	<i>*Hypoxis decumbens</i> L.	n	he	30	10769
IRIDACEAE	<i>*Sisyrinchium</i> cf. <i>micranthum</i> Cav.	n	he	76	10839
JUNCACEAE	<i>Juncus densiflorus</i> Kunth	n	he	110	11014
	<i>Juncus effusus</i> L.	n	he	85	10848
	<i>Juncus marginatus</i> Rostk.	n	he	125	11029
	<i>Juncus microcephalus</i> Kunth	n	he	111	11015
	<i>Juncus scirpoides</i> Lam.	n	he	57	10796
LAMIACEAE	<i>Hyptis brevipes</i> Poit.	n	he	50	10789
	<i>Hyptis fasciculata</i> Benth.	n	he	189	11093
	<i>*Hyptis mutabilis</i> (L.C. Rich.) Briq.	n	he	175	11079
	<i>*Hyptis uliginosa</i> St. Hil. ex Benth	n	he	126	11030
	<i>Ocimum carnosum</i> (Spreng.) Link & Otto	n	sub	179	11083
	<i>Scutellaria racemosa</i> Pers.	n	he	141	11045
	<i>*Stachys</i> cf. <i>arvensis</i> L.	e	he	63	10802
LOGANIACEAE	<i>*Spigelia tetraptera</i> Taub. ex L.B.Sm	n	he	107	11011
LORANTHACEAE	<i>Struthanthus uraguensis</i> (Hook. & Arn.) G. Don	n	sub	243	11392
LYTHRACEAE	<i>*Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J. Macbr.	n	he	28	10767
MALVACEAE	<i>Modiolastrum palustre</i> (Ekm.) Krap.	n	he	91	10863
	<i>Pavonia guerkeana</i> R.E. Fries	n	sub	177	11081
	<i>Pavonia sepium</i> A. St-Hil.	n	sub	187	11091
	<i>*Sida rhombifolia</i> L.	n	he	240	11389
	<i>Wissadula parviflora</i> (A. St-Hil.) R.E. Fries	n	he	188	11092
MARANTACEAE	<i>Thalia geniculata</i> L.	n	he	172	11076
MYRTACEAE	<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N. Silveira	n	arb	242	11391
	<i>Myrceugenia euosma</i> (O.Berg) D. Legrand	n	arb	244	11393

continua

continuação

FAMÍLIAS	GRUPOS / ESPÉCIES		FB	NC
ONAGRACEAE	<i>Ludwigia cf. decurrens</i> Walter	n	sub	15 10754
	<i>Ludwigia elegans</i> (Cambess.) H. Hara	n	sub	174 11078
	<i>Ludwigia longifolia</i> (DC.) Hara	n	sub	168 11072
	<i>Ludwigia nervosa</i> (Poir.) H. Hara	n	sub	169 11073
	<i>Ludwigia peruviana</i> (L.) H. Hara	n	sub	198 11102
	<i>Ludwigia sericea</i> (Cambess.) H. Hara	n	sub	171 11075
ORCHIDACEAE	<i>Habenaria macronectar</i> (Vell.) Hoehne	n	he	56 10795
OXALIDACEAE	* <i>Oxalis latifolia</i> Knuth	e	he	65 10804
	<i>Oxalis niederleinii</i> R. Knuth	n	he	29 10768
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora actinia</i> Hook.	n	tr	233 11382
	<i>Passiflora caerulea</i> L.	n	tr	- -
	<i>Passiflora edulis</i> Sims	n	tr	257 11415
PLANTAGINACEAE	* <i>Gratiola peruviana</i> L.	n	he	225 11374
	* <i>Mecardonia procumbens</i> var. <i>tenella</i> (Cham. & Schltl.) V.C.Souza	n	he	212 11116
	* <i>Plantago australis</i> Lam.	n	he	73 10836
	* <i>Veronica peregrina</i> L.	e	he	222 11371
	* <i>Veronica arvensis</i> L.	e	he	236 11385
POACEAE	<i>Amphibromus quadridentulus</i> (Döll) Swallen	n	he	100 10895
	* <i>Axonopus jesuiticus</i> (Araujo) Valls	n	he	123 11027
	<i>Bromus auleticus</i> Trin. Ex Nees	n	he	90 10862
	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	n	he	227 11376
	<i>Cortaderia selloana</i> (Schult. & Schult. f.) Ashch & Graebn.	n	he	157 11061
	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	e	he	105 11009
	<i>Eragrostis bahiensis</i> Schrad. Ex Schult.	n	he	161 11065
	<i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Rudge) Nees	n	he	13063
	<i>Hymenachne pernambucensis</i> (Spreng.) Zuloaga	n	he	119 11023
	<i>Leersia hexandra</i> Sw.	n	he	220 11205
	* <i>Luziola peruviana</i> Juss. Ex J.F.Gmel.	n	he	254 11419
	* <i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	n	he	207 11111
	* <i>Panicum schwackeanum</i> Mez	n	he	160 11064
	<i>Paspalum exaltatum</i> J.Presl	n	he	249 11399
	<i>Paspalum jesuiticum</i> Parodi	n	he	208 11112
	* <i>Paspalum minus</i> E.Fourn.	n	he	206 11110
	<i>Paspalum urvillei</i> Steud.	n	he	156 11060
	* <i>Poa annua</i> L.	e	he	231 11380
	<i>Polypogon chilensis</i> (Kunth) Pilg.	n	he	118 11022
	<i>Polypogon elongatus</i> Kunth	n	he	89 10861
* <i>Pseudechinolaena polystachya</i> (Kunth) Stapf	n	he	253 11418	
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kuerguélien	n	he	124 11028	
<i>Setaria sulcata</i> Raddi	n	he	13064	
* <i>Steinchisma laxum</i> (Sw.) Zuloaga	n	he	128 11032	
POLYGALACEAE	<i>Polygala cf. paniculata</i> L.	n	he	234 11383
POLYGONACEAE	<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.	n	he	158 11062
	<i>Polygonum meisnerianum</i> Cham. & Schltl.	n	he	46 10785

continua

conclusão

FAMÍLIAS	GRUPOS / ESPÉCIES		FB	NC	EFC
	<i>Polygonum persicaria</i> L.	n	he	32	10771
	<i>Polygonum stelligerum</i> Cham.	n	he	16	10755
	* <i>Rumex obtusifolius</i> L.	e	sub	101	10896
PONTEDERIACEAE	<i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz & Pav.	n	he	201	11105
	* <i>Heteranthera zosterifolia</i> Mart.	n	he	202	11106
RANUNCULACEAE	* <i>Ranunculus bonariensis</i> Poir.	n	he	72	10813
	* <i>Ranunculus flagelliformis</i> Sm.	n	he	226	11375
RHAMNACEAE	<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Swartzvar. pubescens	n	sub	247	11396
ROSACEAE	* <i>Duchesnea indica</i> (Andrews) Focke	e	he	69	10808
RUBIACEAE	<i>Borreria palustris</i> (Cham. & Schltdl.) Bacigalupo & E.L.Cabral	n	he	48	10787
	* <i>Diodia saponariifolia</i> K. Schum.	n	he	36	10775
	* <i>Galianthe brasiliensis</i> (Spreng.)	n	he	224	11373
	<i>Galianthe laxa</i> (Cham. & Schltdl.) E.L. Cabral	n	he	150	11054
	<i>Galium equisetoides</i> (Cham. & Schltdl.) Standl.	n	tr	70	10809
	<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. Ex Griseb.	n	he	195	11099
	<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	n	he	147	11051
	<i>Emmeorrhiza umbellata</i> (Spreng.) K. Schum.	n	he	252	11417
SMILACACEAE	<i>Smilax campestris</i> Griseb.	n	tr	235	11384
SOLANACEAE	<i>Cestrum corymbosum</i> Schltdl.	n	sub	82	10845
	* <i>Solanum americanum</i> Mill.	n	he	134	11038
	<i>Solanum laxum</i> Sprengel	n	tr	27	10766
	<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.	n	sub	66	10805
	<i>Solanum viarum</i> Dunal	n	sub	149	11053
	<i>Solanum seaforthianum</i> Andr.	e	tr	80	10843
	<i>Solanum paranense</i> Dusén	n	sub	230	11379
	<i>Vassobia breviflora</i> (Sendtn.) Hunz.	n	sub	104	10936
THYPHACEAE	<i>Typha domingensis</i> Pers.	n	he	120	11024
URTICACEAE	<i>Boehmeria cylindrica</i> (L.) Sw.	n	he	136	11040
VERBENACEAE	<i>Verbena litoralis</i> Kunth	n	sub	7	10725
VITACEAE	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis	n	tr	21	10760

* Espécies ruderais (encontradas exclusivamente ao longo das manilhas)

(CVR) Coletas de RODERJAN, C. V.

(-) Espécies não registradas no acervo.

A reocupação da comunidade após o distúrbio se deu essencialmente por espécies herbáceas, sendo constatada pela FUNPAR (2001), a dominância de *Heteranthera reniformis* (Pontederiaceae) na superfície da área de estudo. Por ser uma espécie heliófila e aquática, atualmente esta espécie é encontrada quase exclusivamente em locais com lâmina d'água aparente (lênticos), ou seja, ao longo das manilhas e em áreas onde há maior acúmulo de água.

As roçadas realizadas ao longo das manilhas favorece o crescimento de espécies denominadas como ruderais, de acordo com terminologia de Moro *et al.*

(2012), ocasionando uma maior diversidade no local. Isto pôde ser comprovado com o registro de 68 espécies (31%) encontradas exclusivamente nestas áreas. O número elevado de espécies encontradas em relação a outras pesquisas em várzea pode ser explicado pela inclusão de tais espécies.

Após o derramamento, pesquisadores botânicos registraram nos herbários da Universidade Federal do Paraná (EFC e UPCB), entre 2000 e 2009, 108 espécies (sem publicação), sendo que destas, 33 não foram amostradas no presente estudo. A elevada densidade da vegetação atual pode ser fator determinante para a não ocorrência de tais espécies, visto que a intensidade lumínica diminuiu com o passar do tempo.

Entre o total de espécies, 9 pertencem ao grupo das Pteridófitas, representadas por 5 terrícolas (Blechnaceae, Dryopteridaceae, Equisetaceae, Thelypteridaceae) e 4 epífitas (Polypodiaceae), sendo esta a família mais rica.

Em relação às Angiospermas, destacaram-se Asteraceae (35), Poaceae (24) e Cyperaceae (22), que juntas correspondem a 36,6% do total de espécies (FIGURA 02). Em diagnóstico elaborado por FUNPAR (2001) alguns meses após o derramamento de óleo na área estudada, também foi constatada maior riqueza destas famílias, principalmente de Cyperaceae, sugerindo dominância nestes ambientes desde o reestabelecimento da vegetação. Tais famílias são típicas de vegetação com elevada hidromorfia, sendo também constatadas como as mais representativas em pesquisas realizadas por Kozera *et al.* (2009), Spellmeier *et al.* (2009), Magalhães *et al.* (2013), Kafer *et al.* (2011), Pivari *et al.* (2011), Boldrini *et al.* (2008).

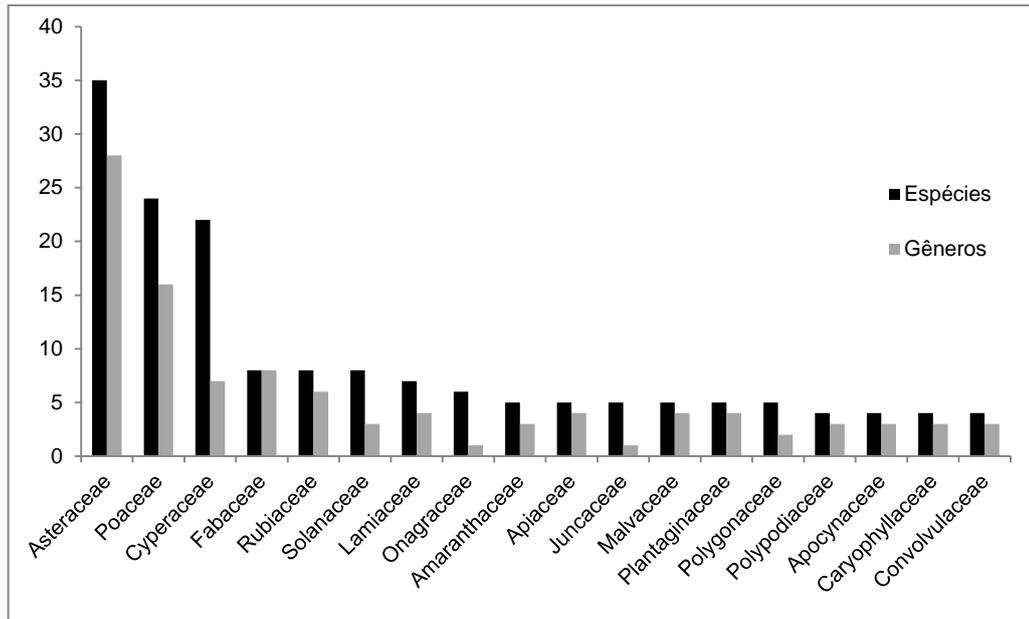


FIGURA 02 - Número de espécies e gêneros das famílias mais representativas na várzea da REPAR, Araucária, PR, que juntas representam mais de 70% do total de espécies.

Estas famílias também são mais expressivas em reservatórios próximos a área de estudo. Alves-da-Silva (2013) analisou macrófitas aquáticas em quatro reservatórios da Bacia hidrográfica do rio Iguaçu, onde registrou Cyperaceae como a família mais abundante, seguida de Asteraceae e Poaceae.

Os gêneros mais ricos foram *Cyperus* (Cyperaceae), *Ludwigia* (Onagraceae) e *Solanum* (Solanaceae), com seis espécies, seguidas de *Eleocharis* (Cyperaceae) e *Juncus* (Juncaceae) com cinco, e *Baccharis* (Asteraceae), *Carex* (Poaceae), *Rynchospora* (Cyperaceae), *Hyptis* (Lamiaceae), *Paspalum* (Poaceae) e *Polygonum* (Polygonaceae) com quatro. Em levantamento realizado por FUNPAR (2001), *Cyperus* também foi o gênero mais representativo, com sete espécies.

Em outros trabalhos realizados em ambientes hidromórficos, tais gêneros também foram constatados entre os mais ricos, destacando-se o de Magalhães *et al.* (2013) com *Eleocharis* e *Rynchospora* em banhados no planalto de Santa Catarina, de Spellmeier (2009), com *Paspalum*, *Ludwigia* e *Solanum* entre os mais abundantes em um banhado no Rio Grande do Sul, e de Kita e Souza (2003) com *Cyperus*, *Paspalum* e *Solanum* na planície alagável do rio Paraná (PR). Em reservatórios da Bacia hidrográfica do rio Iguaçu, pesquisados por Alves-da-Silva (2013), os gêneros mais abundantes foram *Eleocharis*, *Ludwigia* e *Polygonum*. Tais resultados revelam que eventuais espécies destes gêneros são típicos de ambientes

hidromórficos, sugerindo que a vegetação da várzea afetada pelo derramamento de óleo encontra-se estabelecida e com elevada riqueza florística.

Quanto às formas biológicas que compõem a vegetação da várzea dominaram as herbáceas (148 – 66,97%), seguida das subarborescentes (37 – 16,74%), trepadeiras (23 – 10,41%), epífitas (7 – 3,17%) e arbóreas (6 - 2,71%). Espécies herbáceas são dominantes nestes ecossistemas, uma vez que são favorecidas pelos pulsos de inundação, crescendo e se reproduzindo rapidamente, possuindo ciclo de vida curto (JUNK; PIEDADE, 1994). As subarborescentes e trepadeiras encontram-se de forma homogênea por toda a área de estudo. Entre as arbóreas, além de espécies geralmente comuns em Formações Pioneiras Flúvio-lacustres, como *Syagrus romanzoffiana* (jerivá) e *Erythrina crista-galli* (corticeira) (RODERJAN *et al.*, 2002) presentes de forma dispersa sobre a área, encontram-se grupamentos (ilhas) compostos de espécies típicas de floresta aluvial, como *Sebastiania commersoniana* e *Schinus terebinthifolius*. Neste porte, habitam as epífitas representadas por Polypodiaceae, Bromeliaceae e Cactaceae bem como espécies trepadeiras representadas principalmente por Apocynaceae, Passifloraceae e Solanaceae.

Fisionomicamente, a área possui certa heterogeneidade, que se deve não somente às roçadas, mas provavelmente a diferenças no nível do lençol freático. Foi observado que ocorrem certos grupos de espécies, formando conjuntos com domínio de *Typha domingensis* em área mais próxima da encosta, e de *Thalia geniculata* e *Schoenoplectus californicus* em área mais próxima ao Rio Barigui. Kozera *et al.* (2009), que também registrou heterogeneidade em uma várzea em Balsa Nova, ressalta que estes diferentes grupos de espécies, que definem um mosaico de cores e de formas na paisagem, representam comunidades vegetais distintas, estabelecidas sobre condições diferenciadas do meio, principalmente quanto às características das classes de solos e ao seu grau de saturação hídrica. *T. geniculata* e *S. californicus* foram relatadas em diagnóstico da FUNPAR (2001) como espécies abundantes formando grupamentos somente nos locais mais conservados da várzea. Provavelmente, o menor impacto do derramamento nestes locais está associado, além de outros fatores, a diferenças no nível do freático.

Quanto a espécies raras ou ameaçadas de extinção, não foram encontradas na área de estudo, conforme o Livro Vermelho da Flora do Brasil (CENTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA FLORA, 2013) e Lista Vermelha de Plantas

ameaçadas de extinção no Estado do Paraná (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, 1995).

3.1 ESPÉCIES EXÓTICAS

De acordo com MORO *et al.* (2012), espécies exóticas são as que não ocorreriam naturalmente em uma dada região geográfica sem o transporte humano (intencional ou acidental) para a nova região. Podem ser consideradas naturalizadas quando conseguem se reproduzir no local onde foram introduzidas, de modo a estabelecer uma população autoperpetuante sem a necessidade da intervenção humana direta, mas que, entretanto, não se dispersaram para longe do local de introdução. Estas, porém, podem se tornar invasoras quando dispersam para áreas distantes podendo gerar grave problema ambiental.

Na várzea da REPAR foram encontradas 23 espécies exóticas (TABELA 02), muitas delas sendo consideradas naturalizadas e somente uma como cultivada (*Solanum seaforthianum* Andr.) (FLORA DO BRASIL, 2014). A maioria foi encontrada em áreas de circulação, ao longo das manilhas instaladas para obras de remediação, submetidas atualmente a frequentes roçadas para facilitar a circulação de pessoas, sendo, portanto, consideradas como espécies ruderais.

Plantas ruderais podem ser definidas como as que durante o processo evolutivo, adaptaram-se a ambientes humanos, ocupando beiras de calçadas, terrenos baldios e outros tipos de ambientes urbanos que são áreas de grande concentração de nitrogênio (LORENZI, 1991). A definição adotada no presente estudo, segue a terminologia sugerida por Moro *et al.* (2012), que define como espécies que ocorrem em ambientes altamente perturbados pela ação humana, mas que não competem com a vegetação natural, ocorrendo em terrenos abandonados, locais de descarte de entulhos ou, ainda, uma área desmatada que eventualmente poderá iniciar o processo de sucessão ecológica, como é o caso das roçadas ocorrentes na várzea da REPAR.

TABELA 02 – Espécies exóticas encontradas na várzea da REPAR, Araucária, PR

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR
APIACEAE	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	centela
ASTERACEAE	* <i>Calyptocarpus bistratus</i> (DC.) H. Rob.	erva-da-míngua
	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	picão-branco
	* <i>Hypochaeris glabra</i> L.	dente-de-leão
	* <i>Hypochaeris radicata</i> L.	dente-de-leão
	* <i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	dente-de-leão
BRASSICACEAE	* <i>Cardamine bonariensis</i> Pers.	agriãozinho
CAPRIFOLIACEAE	<i>Lonicera japonica</i> Thunb. Ex Murray	madre-silva
CARYOPHYLLACEAE	* <i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	-
	<i>Cerastium rivulare</i> Camb.	-
	* <i>Drymaria cordata</i> (L.) Wild. Ex Roem. & Schult.	cordão-de-sapo
	* <i>Silene gallica</i> L.	alfinete-de-terra
FABACEAE	* <i>Desmodium incanum</i> DC.	carrapicho-beiço-de-boi
	* <i>Trifolium repens</i> L.	trevo-branco
LAMIACEAE	* <i>Stachys</i> cf. <i>arvensis</i> L.	falso-hortelã
OXALIDACEAE	* <i>Oxalis latifolia</i> Knuth	trevo-rosa
PLANTAGINACEAE	* <i>Veronica peregrina</i> L.	-
	* <i>Veronica arvensis</i> L.	-
POACEAE	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	capim-arroz
	* <i>Poa annua</i> L.	-
POLYGONACEAE	* <i>Rumex obtusifolius</i> L.	língua-de-vaca
ROSACEAE	* <i>Duchesnea indica</i> (Andrews) Focke	falso-morango
SOLANACEAE	<i>Solanum seforthianum</i> Andr.	jurubeba-de-cipó

* Espécies denominadas ruderais

KOZERA (2008) ressalta que foi observado em Balsa Nova, PR, grande riqueza de espécies exóticas, daninhas ou ruderais em áreas de contato entre a vegetação nativa e antropizada, locais onde não foram amostradas em seu estudo. As espécies exóticas encontradas pela autora estavam inseridas em meio às nativas, assim como *Centella asiatica*, *Gallinsoga parviflora*, *Lonicera japonica*, *Cerastium rivulare*, *Echinochloa crus-galli* e *Solanum seforthianum*, registradas no presente trabalho.

3.2 SIMILARIDADE FLORÍSTICA

Os resultados de similaridade florística com outras áreas, em relação às espécies encontradas na várzea da REPAR, tiveram valores inferiores a 25%

(TABELA 03), sendo este o valor mínimo sugerido por Muller-Dombois e Ellenberg (1974) como referencial para identificar comunidades semelhantes quanto à riqueza de espécies.

TABELA 03 - Índice de similaridade de Jaccard da várzea da REPAR com outras várzeas ou reservatórios do Brasil. (N: número de espécies; J: similaridade de Jaccard incluindo todas as espécies registradas; J*: similaridade de Jaccard excluindo as espécies denominadas como ruderais).

Referência	Localidade	UF	N	J (%)	J* (%)
ALVES-DA-SILVA (2013)	Bacia do rio Iguaçu	PR	110	17,0	12,9
SPELLMEIER <i>et al.</i> (2009)	Estrela	RS	145	16,7	12,6
PESAMOSCA (2013)	Capão do Leão	RS	148	15,5	12,0
SILVA <i>et al.</i> (1997)	São Mateus do Sul	PR	123	10,3	11,3
KOZERA <i>et al.</i> (2009)	Balsa Nova	PR	176	10,1	10,6
MAGALHAES <i>et al.</i> (2013)	Bom J. da Serra, Lages e Painel	SC	156	9,6	8,8
PIVARI <i>et al.</i> (2011)	Vale do Rio Doce	MG	184	8,6	8,0
KAFER <i>et al.</i> (2011)	Pelotas	RS	82	7,8	8,8

O período de coletas, a abrangência da amostragem, e principalmente as características edafo-climáticas e regimes hídricos distintos, justificam os baixos valores de similaridade entre a várzea da REPAR e outras áreas estudadas.

Quanto às comunidades mais similares floristicamente em relação à várzea da REPAR, destacam-se os reservatórios da Bacia do rio Iguaçu, no Paraná (ALVES-DA-SILVA, 2013), e os banhados em Estrela e Capão do Leão, no Rio Grande do Sul (SPELLMEIER *et al.*, 2009; PESAMOSCA, 2013).

Em vista do grande número de espécies encontradas exclusivamente nas áreas de circulação (68 espécies), a similaridade também foi calculada desconsiderando as denominadas como ruderais. Porém, a similaridade florística reduziu entre a maioria das comunidades comparadas ao presente estudo, afirmando que tais espécies, ainda que encontradas somente em locais submetidos à roçadas, compõem a florística natural dos processos de sucessão nos ambientes hidromórficos.

Apesar do aumento de pesquisas em áreas alagáveis continentais nos últimos anos, ainda há escassez de estudos específicos no primeiro planalto paranaense. Kozera *et al.* (2009) salienta que a dificuldade de se trabalhar em meios saturados com água, a complexidade taxonômica dos grupos de espécies características desses ambientes e a pouca importância que é atribuída à vegetação de várzea,

provavelmente estão entre os principais motivos que justificam a escassez de trabalhos.

4 CONCLUSÕES

- Após 12 anos do derramamento de óleo, a Formação Pioneira Flúvio-lacustre da REPAR possui elevada riqueza florística, quando comparada a outros estudos.
- As frequentes roçadas realizadas nas áreas de circulação aumentaram a diversidade e a presença de espécies ruderais e exóticas.
- Asteraceae, Poaceae e Cyperaceae são as famílias de maior riqueza específica, e *Cyperus*, *Ludwigia* e *Solanum*, os gêneros mais representativos na várzea adjacente ao rio Barigui.
- A comunidade da várzea da REPAR não apresentou similaridade florística a outros estudos realizados em ambientes hidromórficos.
- Apesar do distúrbio ocorrido neste ecossistema, a vegetação encontra-se estabelecida com 221 espécies, conformadas em diferentes formas biológicas.

REFERÊNCIAS

ALVES-DA-SILVA, S. C. **Florística e variação espaço-temporal de macrófitas aquáticas de reservatórios de abastecimento da Bacia do rio Iguaçu, PR – Brasil**. 67 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

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

BOLDRINI, I. I.; TREVISAN, R.; SCHNEIDER, A. A. Estudo florístico e fitossociológico de uma área às margens da lagoa do Armazem, Osório, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 355-367, 2008.

CENTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA FLORA – CNC FLORA. **Livro Vermelho da Flora do Brasil**. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The Global Forest Resources Assessment 2010 (FRA 2010)**. Roma, Itália, 2010.

FUNDAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA, DA TECNOLOGIA E DA CULTURA (FUNPAR). **Diagnóstico e monitoramento da cobertura vegetal da área de influência direta e indireta do vazamento de óleo da Refinaria Presidente Getúlio Vargas – REPAR, Araucária / PR: Fase I – Diagnóstico**. UFPR, Curitiba, 2001. 82 p.

GAZETA DO POVO. **Meio Ambiente**: Local onde está concentrada maior parte do petróleo continua isolado. 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 ed., revista e ampliada. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 275 p.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. Species diversity and distribution of herbaceous plants in the floodplain of the middle Amazon. **Verh. Verein. Limnol**, Stuttgart, v. 25, p. 1862-1865, 1994.

KAFER, D. S.; COLARES, I. G. HEFLER, S. M. Composição florística e fitossociologia de macrófitas aquáticas em um banhado continental em Rio Grande, RS, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 62, n. 4, p 835-846, 2011.

KITA, K. K.; SOUZA, M. C. Levantamento florístico e fitofisionomia da lagoa Figueira e seu entorno, planície alagável do alto rio Paraná, Porto Rico, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 145-155, 2003.

KOZERA, C. **Florística e fitossociologia de uma formação pioneira com influência fluvial e de uma estepe gramíneo-lenhosa em diferentes unidades geopedológicas, município de Balsa Nova, Paraná – Brasil**. 267 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

KOZERA, C.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. Composição florística de uma formação pioneira com influência fluvial em Balsa Nova, PR, Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 2, p. 309-322, 2009.

LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL. **Lista de espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: abril de 2011 a outubro de 2013.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 2. Ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1991. 440 p.

MAGALHÃES, T. L.; BORTOLUZZI, R. L. C.; MANTOVANI, A. Levantamento florístico em três áreas úmidas (banhados) no Planalto de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 269-279, 2013.

MELO, C. L. **Evolução da contaminação na área do vazamento de óleo cru na Repar (2000): Estudo do sistema “Banhado 4” e aplicação do método de polarização induzida na investigação da biodegradação de hidrocarbonetos**. 315 f. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. **Trópicos**. Disponível em: <<http://www.tropicos.org>>. Acesso em: abril de 2011 a outubro de 2013.

MORO, M. F.; SOUZA, V. C.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; QUEIROZ, L. P.; FRAGA, C. N.; RODAL, M. J. N.; ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R. Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia? **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 4, p. 991-999, 2012.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG H. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. Wiley, New York, 1974. 547 p.

PESAMOSCA, S. C. **Levantamento florístico e fitossociológico de macrófitas aquáticas em um banhado no extremo sul do Brasil**. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2013.

PIVARI, M. O.; OLIVEIRA, V. B.; COSTA, F. M.; FERREIRA, R. M.; SALINO, A. Macrófitas aquáticas do sistema lacustre do Vale do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 62, n. 4, 759-770, 2011.

RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; HATSCHBACH, G. G. As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 75-42, 2002.

SALAMUNI, E. **Tectônica da bacia sedimentar de Curitiba (PR)**. 211 f. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 1998.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – SEMA. **Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná**. Curitiba: SEMA/GTZ, 1995. 139 p.

SILVA, S. M.; BRITEZ, R. M.; SOUZA, W. S.; MOTTA, J. T. W. Levantamento florístico em área de várzea do rio Iguçu, São Mateus do Sul – PR – Brasil. **Braslian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 40, n. 4, p. 903-914, 1997.

SOARES, S. C.; MOTTA, A. L. T. S. da. Diminuição das florestas naturais do mundo. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO - CNEG, 6, Niterói, RJ, 2010. **Anais do...** Niterói: EDUFF. 22 p. Disponível em: <http://www.excelenciaemgestao.org/portals/2/documents/cneg6/anais/t10_0244_1316.pdf>. Acesso em: maio de 2014.

SPELLMEIER, J.; PÉRICO, E. FREITAS, E. M. Composição florística de um banhado no município de Estrela/Rio Grande do Sul. **Pesquisas, Botânica**, São Leopoldo, n. 60, p. 367-381, 2009.

CAPÍTULO II

ESTRUTURA DE UMA FORMAÇÃO PIONEIRA FLÚVIO-LACUSTRE APÓS DERRAMAMENTO DE ÓLEO EM ARAUCÁRIA, PR

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo analisar a estrutura de uma Formação Pioneira Flúvio-lacustre (várzea), impactada por um vazamento de petróleo ocorrido há 12 anos em Araucária-PR. A área estudada, que pertence a Refinaria Presidente Getúlio Vargas (REPAR), possui aproximadamente 5,5 ha e situa-se a 890 m s.n.m., com clima Cfb, sobre geologia da Formação Guabirotuba, tendo como solo predominante os Gleissolos Melânicos. A amostragem consistiu na instalação de 30 pontos amostrais com quatro parcelas de 1m² cada, onde foram estimadas a cobertura e altura predominante de cada espécie. Foram obtidos parâmetros fitossociológicos (frequência, cobertura, e valor de importância) e calculados os índices de Shannon e Pielou. Através do levantamento foram amostradas 46 espécies, com dominância de *Typha domingensis* (Typhaceae), *Hymenachne pernambucensis* (Poaceae) e *Mimosa oblonga* (Fabaceae), que juntas recobrem mais de 50% da área. *Schoenoplectus californicus* (Cyperaceae), *Thalia geniculata* (Marantaceae) e as Asteraceae *Mikania micrantha* e *Neocabreria serrulata* também são importantes na estrutura da comunidade. Os índices calculados tiveram valores próximos aos de estudos realizados em outros municípios do Sul do Brasil, onde não houve contaminação por óleo, sugerindo que atualmente a comunidade se encontra estabilizada estruturalmente.

Palavras-chave: várzea; fitossociologia; contaminação ambiental.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o estado do Paraná foi palco de inúmeros acidentes ambientais, que causaram alterações nas mais distintas comunidades vegetais. Dentre elas destacam-se as formações pioneiras, pois se estabelecem sobre solos instáveis, e constituem-se em comunidades vegetais mantenedoras da estabilidade ecológica de ambientes de alta fragilidade ambiental.

Dentre estas formações pioneiras, destacam-se as flúvio-lacustres (várzeas), uma vez que ocorrem em todo o Estado, normalmente em pontos de contato entre o lençol freático e a superfície, agindo como comunidades biorreguladoras e protetoras das águas.

Na ocorrência de acidentes ambientais, onde substâncias tóxicas são liberadas nestes locais, a preocupação se dá não apenas com o impacto direto

causado pelos compostos químicos, mas principalmente pela sua permanência no ambiente, e a conseqüente necessidade de reocupação vegetal da área.

O vazamento de 4 milhões de litros de petróleo na Refinaria Presidente Getúlio Vargas (REPAR) em julho de 2000 em Araucária- PR foi um dos incidentes ecológicos mais marcantes do Brasil. A recuperação de áreas contaminadas por petróleo é lenta (KINAKO, 1981), entretanto, certas espécies de plantas possuem capacidade de crescer em solos contaminados, desenvolvendo mecanismos de desintoxicação, onde os efeitos do acúmulo de substâncias tóxicas podem ser minimizados (ERNEST, 1976).

Mesmo com a evidente importância ambiental destas comunidades vegetais, poucos são os estudos que colaboram com o entendimento de sua estrutura após acidentes ambientais. Estudos fitossociológicos em áreas de várzea ainda são muito escassos. O único estudo brasileiro que aborda a reocupação da comunidade vegetal de várzea, área mais afetada pelo vazamento da REPAR, foi realizado pela FUNPAR (2001). Hester e Mendelssohn (2000) verificaram aumento significativo na cobertura vegetal após cinco anos de um derramamento que atingiu campos salinos em Louisiana.

Com o objetivo de minimizar esta lacuna na ciência, o presente trabalho buscou caracterizar e mensurar a estrutura vegetal das espécies, de uma Formação Pioneira Flúvio-lacustre, 12 anos após o derramamento de óleo, bem como avaliar a recombinação estrutural das espécies após o processo de recolonização da área.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A várzea estudada está localizada no interior da propriedade da Refinaria Presidente Getúlio Vargas – REPAR, em Araucária, Região Metropolitana de Curitiba, Paraná. A partir da capital, o principal acesso à refinaria é através da BR-116, sentido Sul, até a BR-476 (Rodovia do Xisto), próximo ao km 16, distando cerca de 25 km de Curitiba.

A área de estudo possui aproximadamente 5,5 hectares e está situada no Primeiro Planalto Paranaense, em planície adjacente ao arroio Saldanha, sendo influenciada diretamente pela dinâmica do rio Barigui (FIGURA 01). As coordenadas UTM centrais da área de estudo são 665.780 leste e 7.168.868 norte, em uma altitude próxima de 890 m s.n.m.

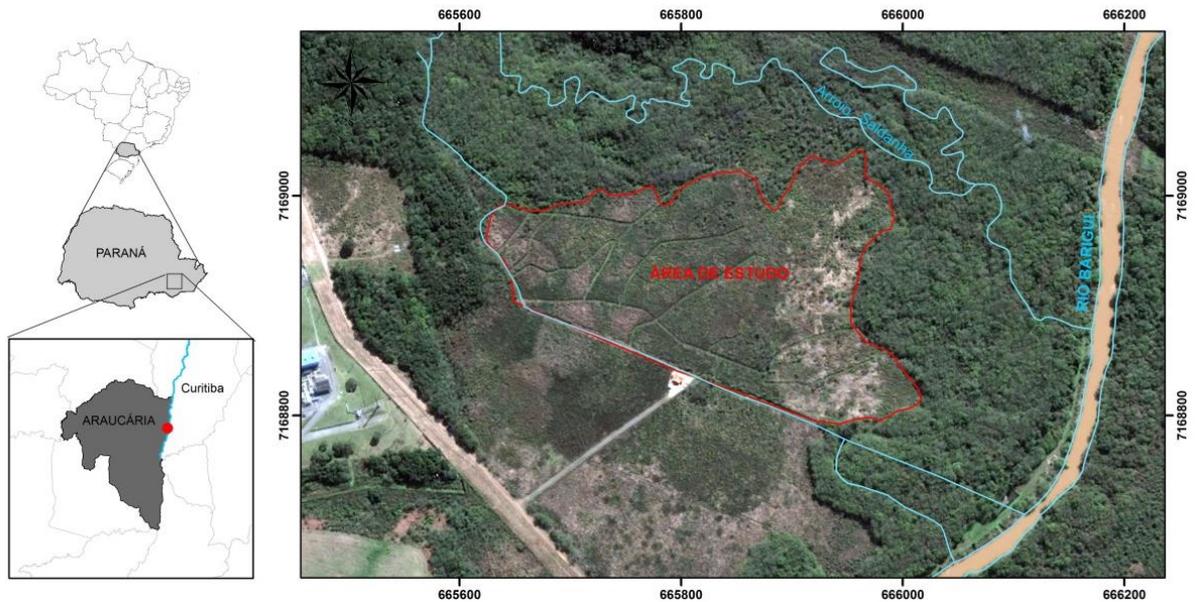


FIGURA 01 - Mapa de localização da área de estudo. (FONTE: a autora)

O clima regional, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo Cfb - temperado, com verões frescos, geadas frequentes, sem estação seca definida. De acordo com FUNPAR (2001), seguindo dados da estação meteorológica de Piraquara, município próximo a área estudada, a temperatura média anual é de 16,5°C, a temperatura média do mês mais frio é de 12,7°C (julho) e a do mês mais quente 20,3°C (fevereiro), com temperaturas mínimas podendo atingir valores inferiores a -5°C e com máximas superiores a 33°C. A precipitação média anual é de 1400 mm, com chuvas bem distribuídas durante o ano, o que em parte determina uma umidade relativa do ar média em torno de 85%.

A área de estudo está situada sobre sedimentos da Formação Guabirotuba, do Pleistoceno, constituídos principalmente por argilitos e arcósios. O embasamento geológico é constituído por migmatitos pertencentes ao complexo cristalino de idade Pré-cambriana (SALAMUNI, 1998).

Os solos apresentam hidromorfia em toda a área de estudo, porém esta característica se expressa em diferentes graus de intensidade, onde prevalece a classe dos Gleissolos Melânicos (FUNPAR, 2001), caracterizados por serem mal ou muito mal drenados, em condições naturais, tendo no horizonte A cores desde cinzentas até pretas e teores médios a altos de carbono orgânico (MELO, 2006), intercalados com manchas de organossolos (FUNPAR, 2001).

A planície é formada por comunidades vegetais que refletem os efeitos das cheias dos rios nas épocas chuvosas, ou das depressões permanentemente alagadas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2012), onde se constitui de Formações Pioneiras Flúvio-lacustres (várzeas). Nestes ambientes, as plantas são adaptadas a condições de hidromorfia, sendo destacadas na comunidade herbácea as famílias Typhaceae, Cyperaceae e Poaceae (RODERJAN *et al.*, 2002).

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com o objetivo de entender a sociabilidade da comunidade vegetal analisada, foram instalados 30 pontos amostrais, distribuídos aleatoriamente sobre toda a área estudada. O acesso e a respectiva instalação das unidades amostrais se deram por meio de uma rede de manilhas (taipas), instaladas durante as obras de remediação e que, no presente estudo, reduziram o impacto sobre a comunidade, não necessitando de métodos destrutivos de alto grau para acessar pontos mais internos, além de facilitar o acesso por toda a área (FIGURA 02).



FIGURA 02 - Distribuição dos pontos amostrais na várzea da REPAR, Araucária, PR. (FONTE: a autora)

Cada unidade amostral foi formada por quatro parcelas de 1 m² distribuídas a direita e a esquerda de uma linha de amostragem, a maioria disposta perpendicularmente à manilha mais próxima. Na finalidade de amostrar somente espécies ocorrentes no interior da várzea, o primeiro módulo com duas parcelas foi instalado a 4 m do ponto inicial e o segundo a 7 m (FIGURA 03) em 23 pontos amostrais. Outros quatro pontos foram instalados em áreas mais centralizadas, a cerca de 20 m da manilha (pontos 21, 22, 23 e 24) e outros três em uma porção onde não há influência das taipas (pontos 28, 29 e 30) (FIGURA 02).

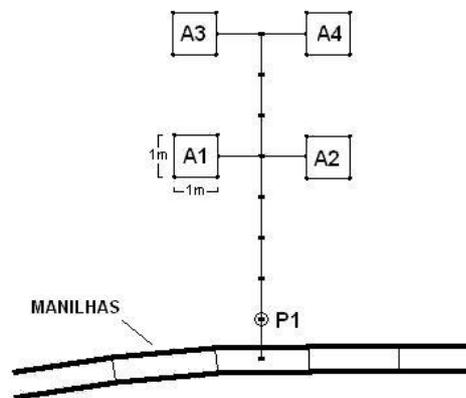


FIGURA 03 - Modelo de instalação dos pontos amostrais. (FONTE: FUNPAR, 2013)

Para obter-se maior precisão e agilidade no procedimento de instalação das parcelas, utilizou-se uma moldura de alumínio de 1 m² (FIGURA 04), onde aplicou-se o procedimento amostral utilizado por Caetano (2003), que apresentou resultados mais precisos que o método tradicional de sociabilidade de Braun-Blanquet (BRAUN-BLANQUET, 1979). O método consiste na estimativa visual do recobrimento espacial das folhas de cada uma das espécies encontradas, bem como a estimativa da altura média predominante auxiliada por uma régua de 1,5 metros. Foram analisadas todas as espécies contidas na área amostral, sem levar em conta o enraizamento, visto que a elevada densidade da vegetação na época do levantamento impossibilitou a localização das raízes, principalmente em relação às espécies trepadeiras.



FIGURA 04 - Moldura de alumínio para leitura das parcelas. (FONTE: a autora)

O procedimento amostral possibilitou a estimativa dos parâmetros fitossociológicos, diversidade de Shannon (H') e equabilidade de Pielou (J'): (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974; BOLDRINI; MIOTTO, 1987; FELFILI; REZENDE, 2003).

- Frequência absoluta (FA): indica a relação entre o número de parcelas em que ocorre determinada espécie e o número total de parcelas alocadas;
- Frequência relativa (FR): indica a relação entre a frequência absoluta de uma determinada espécie com as frequências absolutas de todas as demais espécies;
- Cobertura relativa (%CR): indica a relação entre a cobertura total de uma espécie (CA) com relação à cobertura total de todas as demais espécies;

- Importância Relativa (IR): valor obtido pela soma da frequência e da cobertura relativa de cada uma das espécies amostradas (FR + CR);
- Índice de Diversidade de Shannon (H'): expressa a heterogeneidade florística da área sendo calculado a partir do valor de cobertura relativa das espécies em comunidades herbáceas, com valores variando entre 0 a 5:

$$H' = \sum [(CR \text{ da espécie} / CR \text{ Total}) \times LN(CR \text{ da espécie} / CR \text{ Total})]$$

- Índice de Equabilidade de Pielou (J'): reflete a distribuição das espécies na comunidade vegetal, com valores entre 0 e 1:

$$J' = H' / LN(\text{número de espécies amostradas})$$

Os resultados obtidos foram comparados com o diagnóstico realizado na área de estudo logo após o derramamento (FUNPAR, 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento fitossociológico da várzea registrou 46 espécies, dentre as quais, três foram identificadas somente até o nível de gênero e três até nível de família, sendo as identificadas contempladas em 37 gêneros e 25 famílias (TABELA 01). *Cerastium rivulare*, *Lonicera japonica* e *Solanum seforthianum* foram as espécies exóticas observadas nas áreas amostradas.

Pela análise fitossociológica observou-se a dominância de *Typha domingensis*, *Hymenachne pernambucensis*, *Mimosa oblonga*, *Mikania micrantha*, *Schoenoplectus californicus*, *Neocabreria serrulata* e *Thalia geniculata* sobre as demais espécies amostradas (TABELA 02).

TABELA 01 - Relação de espécies amostradas no levantamento fitossociológico da várzea da REPAR, Araucária, PR. (*) Espécies exóticas.

FAMÍLIA	ESPÉCIE
ACANTHACEAE	<i>Hygrophila costata</i> Ness
ALISMATACEAE	<i>Echinodorus grandiflorus</i> (Cham. & Schltld.) Micheli
APIACEAE	<i>Eryngium pandanifolium</i> Cham. & Schltld.
APOCYNACEAE	<i>Oxypetalum tubatum</i> Malme
ASTERACEAE	<i>Baccharis anomala</i> DC. <i>Baccharis pseudomyriocephala</i> Malag. <i>Campuloclinium macrocephalum</i> (Less.) DC. <i>Chrysolaena platensis</i> (L.) Cronquist <i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist <i>Erechtites valerianifolius</i> (Wolf) DC. <i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less. <i>Mikania micrantha</i> Kunth <i>Neocabreria serrulata</i> (DC.) R. M. King. & H. Rob. cf. <i>Stevia</i> sp. Asteraceae 1
BIGNONIACEAE	<i>Amphilophium crucigerum</i> (L.) L.G.Lohmann
BLECHNACEAE	<i>Blechnum brasiliense</i> Desv.
CAPRIFOLIACEAE	* <i>Lonicera japonica</i> Thunb. Ex Murray <i>Valeriana salicariifolia</i> Vahl
CARYOPHYLLACEAE	* <i>Cerastium rivulare</i> Camb.
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea</i> sp.
CUCURBITACEAE	<i>Momordica</i> sp.
CYPERACEAE	<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl. <i>Eleocharis montana</i> (Kunth) Roem. & Schult. <i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A.Mey.) Soják Cyperaceae 1
EQUISETACEAE	<i>Equisetum giganteum</i> L.
ESCALLONIACEAE	<i>Escallonia megapotamica</i> Spreng.
FABACEAE	<i>Mimosa oblonga</i> Benth. var. <i>oblonga</i>
MARANTACEAE	<i>Thalia geniculata</i> L.
ONAGRACEAE	<i>Ludwigia elegans</i> (Cambess.) H. Hara <i>Ludwigia sericea</i> (Cambess.) H. Hara
POACEAE	<i>Hymenachne pernambucensis</i> (Spreng.) Zuloaga <i>Paspalum exaltatum</i> J.Presl Poaceae 1
POLYGONACEAE	<i>Polygonum meisnerianum</i> Cham. & Schltld. <i>Polygonum persicaria</i> L. <i>Polygonum stelligerum</i> Cham.
RUBIACEAE	<i>Emmeorhiza umbellata</i> (Spreng.) K. Schum.
SOLANACEAE	<i>Solanum laxum</i> Sprengel * <i>Solanum seafortianum</i> Andr.
THELYPTERIDACEAE	<i>Thelypteris decurtata</i> (Link) de la Sota <i>Thelypteris interrupta</i> (Willd.) K. Iwats.
TYPHACEAE	<i>Typha domingensis</i> Pers.
URTICACEAE	<i>Boehmeria cylindrica</i> (L.) Sw.
VITACEAE	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C. E. Jarvis

TABELA 02 - Parâmetros fitossociológicos da várzea da REPAR, Araucária, PR. (H: altura média; FA: frequência absoluta; FR: frequência relativa; CA: cobertura absoluta; CR: cobertura relativa; VI: valor de importância). N = 46 ; Área amostral = 120 m²

ESPÉCIE	H (m)	Frequência		Cobertura		VI
		FA	FR	CA	CR	
<i>Typha domingensis</i>	2,35	70,00	14,00	4155	21,35	17,68
<i>Hymenachne pernambucensis</i>	1,88	45,83	9,17	2995	15,39	12,28
<i>Mimosa oblonga</i>	1,64	42,50	8,50	2725	14,00	11,25
<i>Mikania micrantha</i>	1,19	54,17	10,83	1145	5,88	8,36
<i>Schoenoplectus californicus</i>	2,58	32,50	6,50	905	4,65	5,58
<i>Neocabreria serrulata</i>	1,88	20,83	4,17	1090	5,60	4,89
<i>Thalia geniculata</i>	2,66	15,83	3,17	1117	5,74	4,46
<i>Cissus verticillata</i>	1,37	22,50	4,50	705	3,62	4,06
<i>Hygrophila costata</i>	0,97	19,17	3,83	405	2,08	2,96
<i>Polygonum stelligerum</i>	1,68	14,17	2,83	410	2,11	2,47
<i>Baccharis pseudomyriocephala</i>	1,52	10,83	2,17	530	2,72	2,45
<i>Erechtites valerianifolia</i>	1,29	15,00	3,00	290	1,49	2,25
<i>Ludwigia sericea</i>	1,51	12,50	2,50	330	1,70	2,10
<i>Baccharis anomala</i>	1,00	11,67	2,33	275	1,41	1,88
<i>Polygonum persicaria</i>	1,73	9,17	1,83	355	1,82	1,83
<i>Solanum laxum</i>	0,88	10,83	2,17	265	1,36	1,77
* <i>Lonicera japonica</i>	1,20	8,33	1,67	305	1,57	1,62
<i>Boehmeria cylindrica</i>	1,03	9,17	1,83	210	1,08	1,46
<i>Paspalum exaltatum</i>	1,50	5,83	1,17	180	0,92	1,05
* <i>Cerastium rivulare</i>	0,57	5,83	1,17	165	0,85	1,01
<i>Eleocharis montana</i>	1,31	6,67	1,33	75	0,39	0,86
<i>Equisetum giganteum</i>	1,64	6,67	1,33	70	0,36	0,85
<i>Momordica</i> sp.	1,54	5,83	1,17	85	0,44	0,80
<i>Thelypteris interrupta</i>	0,75	5,00	1,00	80	0,41	0,71
Cyperaceae 1	0,95	5,00	1,00	45	0,23	0,62
Poaceae 1	0,68	5,00	1,00	40	0,21	0,61
<i>Ipomoea</i> sp.	1,20	3,33	0,67	60	0,31	0,49
<i>Ludwigia elegans</i>	1,73	2,50	0,50	70	0,36	0,43
<i>Blechnum brasiliense</i>	1,00	3,33	0,67	30	0,15	0,41
<i>Eryngium pandanifolium</i>	2,00	0,83	0,17	90	0,46	0,32
<i>Emmeorrhiza umbellata</i>	0,43	2,50	0,50	20	0,10	0,30
<i>Chrysolaena platensis</i>	1,60	1,67	0,33	40	0,21	0,27
<i>Valeriana salicariifolia</i>	0,95	1,67	0,33	40	0,21	0,27
<i>Campuloclinium macrocephalum</i>	1,25	1,67	0,33	30	0,15	0,25
<i>Oxypetalum tubatum</i>	1,15	1,67	0,33	20	0,10	0,22
<i>Cyperus hermaphroditus</i>	0,80	1,67	0,33	15	0,08	0,21
* <i>Solanum seafortianum</i>	1,60	0,83	0,17	25	0,13	0,15
<i>Thelypteris decurtata</i>	1,00	0,83	0,17	15	0,08	0,12
Asteraceae 1	0,70	0,83	0,17	10	0,05	0,11
<i>Amphilophium crucigerum</i>	0,40	0,83	0,17	10	0,05	0,11
<i>Echinodorus grandiflorus</i>	0,30	0,83	0,17	10	0,05	0,11
cf. <i>Stevia</i> sp.	0,50	0,83	0,17	5	0,03	0,10
<i>Conyza bonariensis</i>	1,80	0,83	0,17	5	0,03	0,10
<i>Escallonia megapotamica</i>	0,50	0,83	0,17	5	0,03	0,10
<i>Jaegeria hirta</i>	0,60	0,83	0,17	5	0,03	0,10
<i>Polygonum meisnerianum</i>	0,50	0,83	0,17	5	0,03	0,10
TOTAIS		500	100	19.462	100	100

* Espécies exóticas

Relacionando o presente resultado com o levantamento realizado logo após o derramamento com a mesma intensidade amostral (120 parcelas de 1 m²) (FUNPAR, 2001), que apresentou 30 espécies distribuídas em 18 gêneros e 10 famílias, evidenciam-se alterações estruturais na comunidade. Além de preteritamente apresentar menor riqueza florística, era dominada por *Heteranthera reniformis* Ruiz & Pav. (Pontederiaceae), com elevada cobertura relativa (CR = 45,9%) (FUNPAR, 2001). Tal espécie não foi amostrada no atual estudo fitossociológico, sendo constatada sua presença (Capítulo I) apenas em locais onde o nível do lençol freático é aparentemente mais próximo à superfície e, concomitantemente, submetidos às roçadas frequentes ao longo das manilhas (maior intensidade lumínica). A preferência desta espécie, que é heliófita e aquática, por corpos d'água mais lênticos, justifica a atual ausência nas porções interiores da comunidade.

Outra modificação observada está relacionada à população de *Typha domingensis*, antes relatada em somente 5,8% das parcelas com cobertura relativa de 0,41% (FUNPAR, 2001), atualmente é presente em 70% da área recobrando 21,35%. *T. domingensis*, conhecida popularmente como taboa, é uma espécie cosmopolita emersa, predominante em áreas alagadas (JOLY, 1998) sendo frequentemente dominante em comunidades de macrófitas aquáticas no sul do Brasil (IRGANG, 1999). Além de sua resistência a metais pesados (ZOCCHÉ *et al.*, 2010), a forma de crescimento rizomatoso e folhas em touceiras favorece a ocupação devido à maior distribuição de suas longas folhas e a elevada capacidade reprodutiva e dispersão anemocórica (vento) garantem sua perpetuidade nestes ecossistemas.

Tais características de distribuição de folhas e reprodução também podem ser atribuídas a *H. pernambucensis*, segunda espécie de maior importância no presente estudo. Comparando-se ainda ao diagnóstico anterior (FUNPAR, 2001), esta já colonizava a área com frequência semelhante a atual (próxima a 45%), porém com menor recobrimento (CR = 3,17%) sendo a oitava em importância sobre as demais espécies. Antes conhecida por *Panicum pernambucensis* Spreng. e *P. urticans* L.B. Sm. & Wassh, *H. pernambucensis* é uma espécie endêmica da América do Sul e ocorre sobre solos hidromórficos dos biomas Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica, preferencialmente em bordas de rios, campos baixos e úmidos, ou ambientes sujeitos à inundação (RODRIGUES; FILGUEIRAS, 2012). Em outros

levantamentos fitossociológicos, foi relatada por Spellmeier (2008) em Estrela – RS sobre banhado com interferência de gado, ocupando a sexta posição em importância, porém com baixo valor de frequência absoluta (6%).

A Figura 05 ilustra a dominância de *T. domingensis* e *H. pernambucensis* em um dos pontos amostrais estudados.



FIGURA 05 – *H. pernambucensis* (em primeiro plano) e *T. domingensis* (ao fundo) na várzea da REPAR, Araucária, PR

A comparação entre os presentes resultados e os apresentados no levantamento realizado logo após o derramamento evidenciam duas comunidades completamente diferentes, indicando que a área foi em um primeiro momento, reocupada por uma comunidade representada em 49,5% pela espécie *Heteranthera reniformis* e hoje por outra, bastante distinta, com um maior número de espécies e representada em 50,9% por *Typha domingensis*, *Hymenachne pernambucensis* e *Mimosa oblonga*. Essa reestruturação da comunidade evidencia uma intensa dinâmica sucessional, característica em processos de recolonização vegetal sobre ambientes instáveis e sensíveis a variações edafoclimáticas.

Estudos fitossociológicos em banhados ou várzeas ainda são escassos na literatura científica. Esta lacuna na análise de ambientes vegetais pode estar associada, não apenas à dificuldade em amostrar a vegetação em meios saturados com água, mas principalmente a complexidade taxonômica dos grupos de espécies, aliada a pouca importância atribuída a estes ecossistemas (KOZERA *et al.*, 2009),

que mesmo singulares na conservação dos recursos hídricos, não apresentam potencial econômico em sua exploração.

Embora existam estudos fitossociológicos realizados em ambientes flúvio-lacustres na região Sul do Brasil, destacando-se os trabalhos de Spellmeier (2008), Kozera (2008), Kafer *et al.* (2011) e Pesamosca (2013), nenhum enquadra-se na mesma região fitogeográfica do presente estudo, o que restringe uma discussão comparativa dos resultados, porém singulariza os mesmos como referência para futuros estudos voltados a ecossistemas de mesma fisionomia.

Esse endemismo dos resultados ilustra um novo cenário, cientificamente ímpar, e assemelha-se minimamente aos resultados obtidos por Pesamosca (2013), que mesmo analisando apenas o entorno da várzea, devido à facilidade de acesso, também descreveu a comunidade vegetal estudada como homogênea nas porções centrais, com presença de *Typha domingensis*, *Cyperus giganteus*, *Schoenoplectus californicus* e *Eryngium* spp.

Ainda dentre as espécies de maior significância do presente estudo, também destacaram-se as subarbuscivas, formadas por *Mimosa oblonga*, *Neocabreria serrulata*, *Baccharis pseudomyriocephala* e *Polygonum stelligerum*. Dentre elas, *M. oblonga* (Fabaceae) assumiu grande representatividade não somente devido à sua frequência (42,5%), mas principalmente em resposta a sua área de cobertura relativa (14%), maximizada por expressivas ramificações laterais que favorecem seu destaque sobre outras espécies, tais como *N. serrulata* (Asteraceae), que se desenvolve, prioritariamente, em altura, assumindo menor representatividade na análise horizontal da comunidade subarbusciva (FIGURA 06). Não foram encontradas pesquisas florísticas que amostraram *M. oblonga* e *N. serrulata* em áreas de várzea, conferindo ao ambiente estudado uma dinâmica diferenciada, apesar da escassez de trabalhos realizados nesta formação pioneira no Paraná.

Mesmo que encontrada somente em uma determinada área da várzea, *Thalia geniculata* (Marantaceae) destacou-se sobre algumas espécies ocupando a 7ª posição em importância relativa. Segundo IBGE (2012), o gênero *Thalia* é bastante comum em solos mais bem drenados, o que confere a sua elevada frequência somente em alguns pontos amostrais.



FIGURA 06 – Indivíduos de *Mimosa oblonga* (A) e *Neocabreria serrulata* (B), destacando diferenças na forma de crescimento na várzea da REPAR, Araucária, PR.

Entremeadas às comunidades herbáceas e subarborescentes, desenvolvem-se espécies trepadeiras, destacando-se a ocorrência de *Mikania micrantha* (Asteraceae) (FIGURA 07) em 54% da área amostrada, sendo encontrada também com uma das 14 espécies mais importantes no trabalho de Kafer *et al.* (2011), em um banhado continental em Rio Grande – RS, com uma frequência absoluta de 28%. Spellmeier (2008), em banhado sem interferência de gado, também observou esta espécie em somente 4% das parcelas. Ainda dentre as espécies de hábito trepador, *Cissus verticillata* (Vitaceae), com valor de importância de 8,12%, revelou-se como a oitava espécie de maior importância dentre toda a comunidade estudada.



FIGURA 07 - *Mikania micrantha* (Asteraceae) recobrindo outras espécies na vegetação da várzea da REPAR, Araucária, PR.

Em uma análise da estrutura vertical, *T. geniculata* supera todas as espécies em altura, seguida de *Schoenoplectus californicus* (Cyperaceae), também conhecida como piri ou junco. Esta espécie possui uma forma de crescimento peculiar, desenvolvendo longas hastes (folhas) que variaram entre 2,5 e 3,5 m de altura. Apesar de possuir baixa cobertura devido à inexistência de ramificações, sua expressividade na área de estudo se deve, além da frequência (32,5% das parcelas), à altura que atingem sobre as demais espécies (FIGURA 08). O estrato superior também é composto por *T. domingensis* e, de forma dispersa, por *Eryngium pandanifolium*.

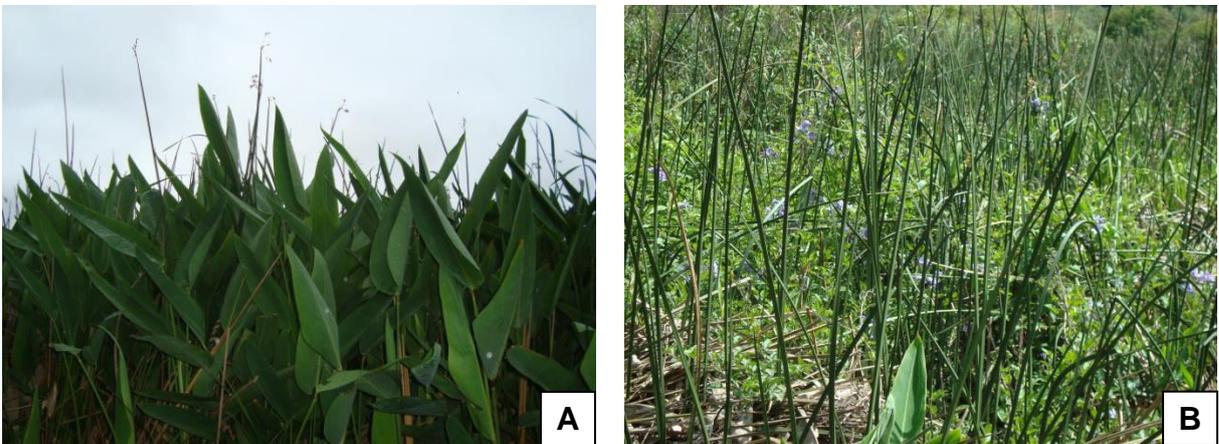


FIGURA 08 - População de *Thalia geniculata* (A) e de *Schoenoplectus californicus* (B) na várzea da REPAR, Araucária, PR.

O estrato intermediário, entre 1 e 2 m de altura, é representado pela maioria das espécies amostradas, tanto arbustivas quanto herbáceas. Já as porções inferiores são compostas essencialmente por herbáceas típicas de ambientes aquáticos ou em estágio inicial de desenvolvimento.

Mesmo não amostradas no levantamento fitossociológico realizado logo após o derramamento, *T. geniculata* e *S. californicus* foram relatadas, formando agrupamentos mais extensos em áreas melhor conservadas (FUNPAR, 2001). A observação atual destas espécies, principalmente de *T. geniculata*, restrita somente nos pontos amostrais 13 a 17 (margem direita da várzea), revela sua preferência por solos mais drenados, onde possivelmente não ocorreu grande influência do óleo.

O índice de diversidade de Shannon (H') obtido foi de 2,71, demonstrando certo grau na heterogeneidade na flora, resultado semelhante ao obtido por Pesamosca (2013) ($H' = 2,824$). Porém, a amostragem realizada no presente trabalho não contemplou áreas de bordadura, onde há maior ocorrência de espécies

ruderais devido à interferência ocasionada pelas roçadas ao longo das manilhas. Os resultados obtidos foram superiores ao trabalho de Spellmeier (2008), que resultou em $H' = 2,30$ em banhado sem interferência de gado.

A equabilidade de Pielou (J') obtida foi de 0,71, refletindo uma tendência à maior uniformização da comunidade. Valores muito próximos foram obtidos por Pesamosca (2013) ($J' = 0,667$) e Spellmeier (2008) ($J' = 0,63$).

Mesmo sendo observadas 46 espécies no levantamento fitossociológico realizado, esta comunidade apresenta elevada riqueza constatada por meio do levantamento florístico, o qual registrou 221 espécies (Capítulo I). Apesar da ocorrência de contaminação pelo derramamento de óleo há 12 anos, a vegetação da várzea da REPAR apresentou valores de diversidade e equabilidade muito próximos, quando comparados com estudos em áreas de várzea na região sul do Brasil onde não houve contaminação, demonstrando alta resiliência nestes ambientes à este tipo de impacto.

A menor riqueza observada em relação ao levantamento florístico pode ser justificada pela variação sazonal e principalmente pela restrição às áreas internas da várzea na amostragem fitossociológica.

4 CONCLUSÕES

- No levantamento fitossociológico da várzea da REPAR, das 46 espécies amostradas, as espécies mais importantes da comunidade foram *Typha domingensis*, *Hymenachne pernambucensis*, *Mimosa oblonga*, *Mikania micrantha* e *Shoenoplectus californicus*.
- Após 12 anos do derramamento de óleo, a comunidade se encontra estruturada em diferentes estágios de sucessão, quando comparada a diagnosticada um ano após o vazamento.
- Mesmo com a interferência por contaminação ocorrida há 12 anos, a estrutura da vegetação atual apresentou valores de diversidade e equabilidade próximos aos de outras áreas, demonstrando uma elevada resiliência deste ambiente à contaminação por óleo.

REFERÊNCIAS

BOLDRINI, I. I.; MIOTTO, S. T. S. Levantamento fitossociológico de um campo limpo da Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Guaíba, RS. **Acta Botanica Brasilica**, n. 1, p. 49-56, 1987.

BRAUN BLANQUET, J. **Fitossociologia**: - bases para el estudio de las comunidades vegetales. 3.ed. Madrid: H. Blume, 1979. 820 p.

CAETANO, V. L. Dinâmica sazonal e fitossociologia da vegetação herbácea de uma baixada úmida entre dunas, Palmares do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ilheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 58, n. 1, p. 81-102, 2003.

ERNEST, W. H. O. Physiological and biochemical aspects of metal tolerance. In: MANSFIELD, I. A. **Effects of air pollutants on plants**. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1976. p. 115-133.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. Conceitos e métodos em fitossociologia. **Comunicações Técnicas Florestais**, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília, v. 5, n. 1, 2003.

FUNDAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA, DA TECNOLOGIA E DA CULTURA (FUNPAR). **Diagnóstico e monitoramento da cobertura vegetal da área de influência direta e indireta do vazamento de óleo da Refinaria Presidente Getúlio Vargas – REPAR, Araucária / PR: Fase I – Diagnóstico**. UFPR, Curitiba, 2001. 82 p.

FUNDAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA, DA TECNOLOGIA E DA CULTURA (FUNPAR). **Continuidade dos estudos da cobertura vegetal da área atingida pelo vazamento de óleo ocorrido em julho de 2000 na Refinaria Presidente Getúlio Vargas/PR**. Relatório Final: Componente Herbáceo. UFPR, Curitiba, 2013.

HESTER, M. W.; MENDELSSOHN, I. A. Long-term recovery of a Louisiana brackish marsh plant community from oil-spill impact: vegetation response and mitigation effects on marsh surface elevation. **Marine Environmental Research**, 49, p. 233-254, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 ed., revista e ampliada. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 275 p.

IRGANG, B. E. **Comunidades de Macrófitas Aquáticas da Planície Costeira – Um Sistema de Classificação**. 149f. Tese (Doutorado em Botânica), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

JOLY, A. B. **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal, 12 ed., São Paulo: Editora Nacional, 1998.

KAFER, D. S.; COLARES, I. G. HEFLER, S. M. Composição florística e fitossociologia de macrófitas aquáticas em um banhado continental em Rio Grande, RS, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 62, n. 4, p 835-846, 2011.

KINAKO, P. D. S. Short-term effects of oil pollution on species numbers and productivity of a simple terrestrial ecosystem. **Environmental Pollution**, n. 26, p. 87-91, 1981.

KOZERA, C. **Florística e fitossociologia de uma formação pioneira com influência fluvial e de uma estepe gramíneo-lenhosa em diferentes unidades geopedológicas, município de Balsa Nova, Paraná – Brasil**. 267 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

KOZERA, C.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. Composição florística de uma formação pioneira com influência fluvial em Balsa Nova, PR, Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 2, p. 309-322, 2009.

MELO, C. L. **Evolução da contaminação na área do vazamento de óleo cru na Repar (2000): Estudo do sistema “Banhado 4” e aplicação do método de polarização induzida na investigação da biodegradação de hidrocarbonetos**. 315 f. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MUELLER-DOMBOIS, D.; H. ELLENBERG. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. Wiley, New York, 1974. 547 p.

PESAMOSCA, S. C. **Levantamento florístico e fitossociológico de macrófitas aquáticas em um banhado no extremo sul do Brasil**. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2013.

RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; HATSCHBACH, G. G. As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 75-42, 2002.

RODRIGUES, R. S.; FILGUEIRAS, T. S. Redescoberta de *Hymenachne pernambucensis* (Poaceae: Paspaleae), espécie presumivelmente extinta no Estado de São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 403-405, 2013. Nota científica.

SALAMUNI, E. **Tectônica da bacia sedimentar de Curitiba (PR)**. 211 f. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 1998.

SPELLMEIER, J. **Efeito do pastejo sobre a composição e estrutura da vegetação de um banhado no município de Estrela – RS**. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento), Centro Universitário Univates, Lajeado, RS, 2008.

ZOCHE, J. J.; FREITAS, M.; QUADROS, K. E. de. Concentração de Zn e Mn nos efluentes do beneficiamento de carvão mineral em *Typha domingensis* Pers (Typhaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 177-188, 2010.

CAPÍTULO III

INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA ESTRUTURA DE UMA FORMAÇÃO PIONEIRA FLÚVIO-LACUSTRE EM ARAUCÁRIA, PR

Resumo

As Formações Pioneiras Flúvio-lacustres (várzeas) são comunidades vegetais diferenciadas pela sua associação direta aos recursos hídricos, assumindo fundamental importância ecológica. O objetivo do presente estudo é analisar a influência da sazonalidade na estrutura de uma várzea localizada em Araucária-PR. A área estudada, que pertence a Refinaria Presidente Getúlio Vargas (REPAR), possui aproximadamente 5,5 ha e situa-se a 890 m s.n.m., com clima Cfb, sobre geologia da Formação Guabirotuba, tendo como solo predominante o Gleissolo Melânico. O levantamento fitossociológico foi realizado em três períodos distintos: inverno de 2011 (I-11), verão de 2012 (V-12) e inverno de 2012 (I-12). Primeiramente foram instalados 14 pontos amostrais com quatro parcelas de 1m² cada para comparação entre I-11 e V-12, e, para comparação entre V-12 e I-12 foram utilizados 30 pontos amostrais. Mesmo com importância de três espécies principais (*Typha domingensis*, *Hymenachne pernambucensis* e *Mimosa oblonga*) em todas as leituras, ocorrem diferenças significativas na estrutura da comunidade entre os períodos quentes e frios. No verão, período de maiores temperatura e precipitação os resultados apresentaram maior riqueza, maior frequência e cobertura em relação ao inverno. As espécies da comunidade, por possuírem um ciclo de vida curto, no inverno se encontram em fase de regeneração, podendo ser altamente influenciada pelos extremos de temperatura.

Palavras-chave: várzea, fitossociologia, temperatura, precipitação

1 INTRODUÇÃO

A distribuição de espécies vegetais e animais sobre a superfície do planeta está condicionada principalmente pela combinação de três fatores: clima, energia e água disponível, sendo que o clima interfere diretamente na disponibilidade dos outros fatores e requer que a flora e a fauna possuam mecanismos de adaptação que permitam sua perpetuidade em um ambiente.

No que concerne à flora, estas variações climáticas resultam nas mais diversas adaptações como: fenologia, período vegetativo, polinização, etc. Muitos são os estudos voltados para o entendimento dessas características em ambientes florestais, porém, devido à necessidade de um exaustivo trabalho de campo para a

coleta de dados, poucos são os estudos realizados em ambientes recobertos por vegetação que dificulte a locomoção humana e implantação de experimentos.

Dentre estas tipologias vegetais destaca-se a Formação Pioneira Flúvio-lacustre também conhecida como várzea. Esta comunidade ocupa regiões onde o freático se aproxima da superfície, proporcionando a gênese de solos hidromórficos, na maioria das vezes alagadiços, recobertos por uma densa vegetação herbáceo-arbustiva que dificulta não apenas a instalação de experimentos, mas a manutenção dos mesmos.

Independente das dificuldades de análise desta tipologia, esta possui a função ecológica de proteção do recurso água e conseqüentemente assume um papel ecológico de singular importância para a manutenção da vida de todo um ecossistema. Por estar disposta em ambientes frágeis e instáveis, a vegetação é composta por espécies adaptadas a este ecossistema, com mecanismos reprodutivos diferenciados, e em sua maioria, com ciclo de vida curto.

As modificações nos regimes das chuvas apresentam influência direta sobre a vegetação (WALTER, 2006), alterando a disponibilidade de água e nutrientes no solo (FRANCO, 2002). Logo no início do período das chuvas, a maioria das plantas aumenta a produção de novas folhas e ramos (OLIVEIRA; FRIZZAS, 2008).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar se há variações na estrutura da comunidade herbáceo-arbustiva resultantes da sazonalidade nas duas estações extremas do ano (verão e inverno).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A várzea estudada está localizada no interior da propriedade da Refinaria Presidente Getúlio Vargas – REPAR, em Araucária, Região Metropolitana de Curitiba, Paraná. A partir da capital, o principal acesso à refinaria é através da BR-116, sentido Sul, até a BR-476 (Rodovia do Xisto), próximo ao km 16, distando cerca de 25 km de Curitiba.

A área de estudo possui aproximadamente 5,5 hectares e está situada no primeiro planalto paranaense, em planície adjacente ao arroio Saldanha, sendo influenciada diretamente pela dinâmica do rio Barigui (FIGURA 01). As coordenadas UTM (*datum* SAD-69) centrais da área de estudo são 665.780 leste e 7.168.868 norte, em uma altitude próxima de 890 m s.n.m.

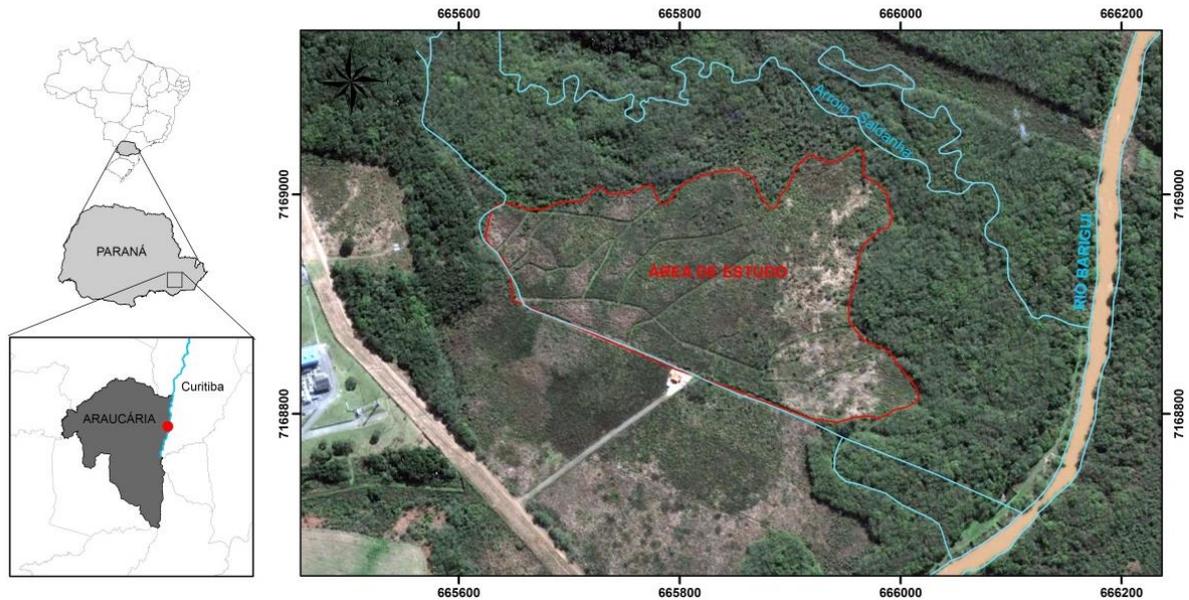


FIGURA 01 - Mapa de localização da área de estudo. (FONTE: a autora)

O clima regional, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo Cfb - temperado, com verões frescos, geadas frequentes, sem estação seca definida. De acordo com FUNPAR (2001), seguindo dados da estação meteorológica de Piraquara, município próximo a área estudada, a temperatura média anual é de 16,5°C, a temperatura média do mês mais frio é de 12,7°C (julho) e a do mês mais quente 20,3°C (fevereiro), com temperaturas mínimas podendo atingir valores inferiores a -5°C e com máximas superiores a 33°C. A precipitação média anual é de 1400 mm, com chuvas bem distribuídas durante o ano, o que em parte determina uma umidade relativa do ar média em torno de 85%.

A área de estudo está situada sobre sedimentos da Formação Guabirotuba, do Pleistoceno, constituídos principalmente por argilitos e arcósios. O embasamento geológico é constituído por migmatitos pertencentes ao complexo cristalino de idade Pré-cambriana (SALAMUNI, 1998).

Os solos apresentam hidromorfia em toda a área de estudo, porém esta característica se expressa em diferentes graus de intensidade, onde prevalece a

classe dos Gleissolos Melânicos (FUNPAR, 2001), caracterizados por serem mal ou muito mal drenados em condições naturais, tendo no horizonte A cores desde cinzentas até pretas e teores médios a altos de carbono orgânico (MELO, 2006), intercaladas por manchas de organossolos (FUNPAR, 2001).

A planície é formada por comunidades vegetais que refletem os efeitos das cheias dos rios nas épocas chuvosas, ou das depressões permanentemente alagadas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2012), onde se constitui de Formações Pioneiras Flúvio-lacustres (várzeas), objeto do presente estudo. Nestes ambientes, as plantas são adaptadas a condições de hidromorfia, sendo destacadas na comunidade herbácea as famílias Typhaceae, Cyperaceae e Poaceae (RODERJAN *et al.*, 2002).

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com a finalidade de analisar a influência da sazonalidade sobre a comunidade, foram realizados três levantamentos fitossociológicos em épocas distintas, dois em período frio e um em período quente.

O primeiro foi realizado em julho de 2011 com a instalação aleatória de 14 pontos amostrais, formados por 4 parcelas de 1 m x 1 m e totalizando 56 parcelas. Os outros dois foram realizados no ano de 2012, nos meses de fevereiro e agosto, porém, no intuito de maximizar a intensidade amostral, foram instalados mais 16 pontos amostrais totalizando 120 parcelas. A distribuição dos pontos amostrais pode ser observada na figura 02.

Em 23 pontos foi feita uma linha de amostragem perpendicular às manilhas (taipas), contemplando duas parcelas à direita e duas à esquerda, sendo o primeiro módulo distante a 4 m do ponto principal e o segundo a 7 m (FIGURA 03). Os pontos 21, 22, 23 e 24 foram instalados em áreas mais internas, com a linha de amostragem distantes cerca de 20 m da manilha, enquanto os pontos 28, 29 e 30 foram demarcados ao acaso, em uma porção onde não há influência das taipas.

Para demarcação dos pontos amostrais e dos módulos a serem mensurados, foram coletadas as coordenadas UTM com GPS e instalados canos de PVC com a respectiva identificação.

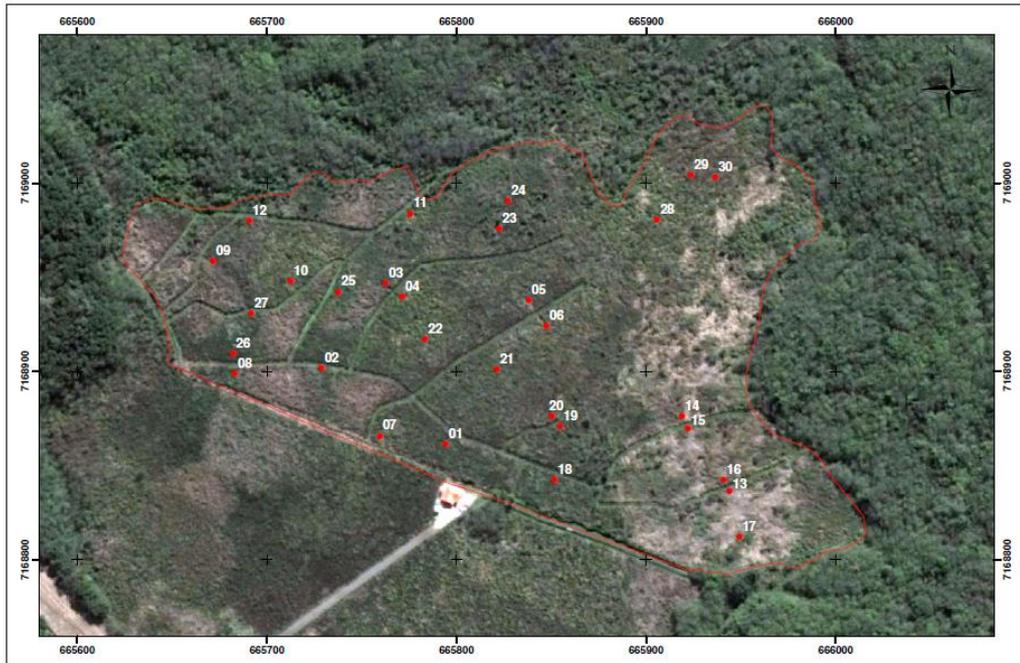


FIGURA 02 - Distribuição dos pontos amostrais na várzea da REPAR, Araucária, PR. (FONTE: a autora)

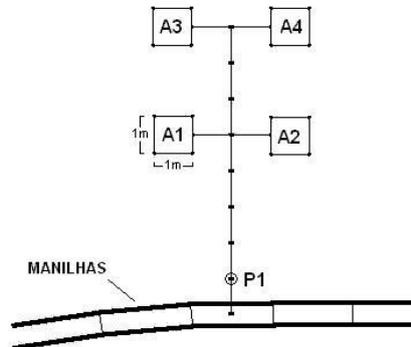


FIGURA 03 - Modelo de instalação dos pontos amostrais. (FONTE: FUNPAR, 2010)

Para obter-se maior precisão e agilidade no procedimento de instalação das parcelas, utilizou-se uma moldura de alumínio de 1m^2 , onde aplicou-se o procedimento amostral utilizado por Caetano (2003), que apresentou aparentemente, segundo a autora, resultados mais precisos que o método tradicional de sociabilidade de Braun-Blanquet (BRAUN-BLANQUET, 1979). Para cada uma das espécies encontradas, foi feita a estimativa visual do valor de cobertura, representado pelo recobrimento espacial da parte aérea dentro da parcela. Além da porcentagem de cobertura (CA%), também foi estimada a altura predominante (m) de cada espécie com auxílio de uma régua com 1,5 m.

Com base nestas informações, foram calculados e comparados os seguintes parâmetros fitossociológicos: Frequência Absoluta (FA), Frequência Relativa (FR%), Cobertura Relativa (CR%) e Valor de Importância (VI) (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974; BOLDRINI; MIOTTO, 1987; FELFILI; REZENDE, 2003).

Foram também comparados os índices de Diversidade de Shannon (H') pelo teste de *t* de Hutcheson (ZAR, 1999) e de Equabilidade de Pielou (J') nas diferentes estações do ano analisadas.

No propósito de analisar a dinâmica da comunidade herbácea nas diferentes épocas do ano, a comparação dos resultados entre os três levantamentos foi dividida em duas etapas. A primeira correlacionou os parâmetros da amostragem de julho de 2011 e fevereiro de 2012 em 14 pontos amostrais (56 parcelas), e a segunda etapa entre fevereiro de 2012 e agosto de 2012 em 30 pontos amostrais (120 parcelas).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A lista de espécies com ocorrência nos três levantamentos pode ser observada na Tabela 01, evidenciando diferenças na riqueza florística entre as estações do ano em decorrência das principais espécies que compõem a comunidade possuírem ciclo de vida anual.

TABELA 01 – Espécies amostradas nos levantamentos fitossociológicos na várzea da REPAR, Araucária, PR, e sua representatividade em diferentes épocas do ano. (a) Amostragem em 40 pontos (56 m²). (b) Amostragem em 30 pontos (120 m²).

FAMÍLIA	ESPÉCIE	Jul/2011 (a)	Fev/2012 (a)	Fev/2012 (b)	Ago/2012 (b)
ACANTHACEAE	<i>Hygrophila costata</i> Ness	-	x	x	x
ALISMATACEAE	<i>Echinodorus grandiflorus</i> (Cham. & Schltld.) Micheli	-	-	x	-
AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	x	-	-	-
APIACEAE	* <i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	-	-	-	x
	<i>Eryngium pandanifolium</i> Cham. & Schltld.	-	-	x	x
APOCYNACEAE	<i>Oxypetalum tubatum</i> Malme	x	x	x	x

continua

continuação

FAMÍLIA	ESPÉCIE	Jul/2011*	Fev/2012*	Fev/2012**	Ago/2012**
	<i>Oxypetalum wightianum</i> Hook. & Arn.	-	-	-	x
ASTERACEAE	<i>Baccharis anomala</i> DC.	x	x	x	x
	<i>Baccharis pseudomyriocephala</i> Malag.	x	x	x	x
	<i>Baccharis vulneraria</i> Baker	-	-	-	x
	<i>Campuloclinium macrocephalum</i> (Less.) DC.	-	x	x	-
	<i>Chrysolaena platensis</i> (Spreng.) H. Rob	-	x	x	-
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	x	x	x	-
	<i>Erechtites valerianaefolia</i> (Link ex Spreng.) DC.	-	x	x	-
	<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.	-	x	x	-
	<i>Mikania micrantha</i> Kunth	x	x	x	x
	<i>Neocabreria serrulata</i> (DC.) R. M. King. & H. Rob.	x	x	x	x
	cf. <i>Stevia</i> sp.	-	x	x	
	Asteraceae 1	-	x	x	-
	Asteraceae 2	-	-	-	x
BEGONIACEAE	<i>Begonia fischeri</i> Schrank.	-	-	-	x
BIGNONIACEAE	<i>Amphilophium crucigerum</i> (L.) L.G.Lohmann	-	x	x	x
BLECHNACEAE	<i>Blechnum brasiliense</i> Desv.	-	x	x	x
CAPRIFOLIACEAE	* <i>Lonicera japonica</i> Thunb. Ex Murray	x	x	x	x
	<i>Valeriana salicariifolia</i> Vahl	x	x	x	x
CARYOPHYLLACEAE	* <i>Cerastium rivulare</i> Camb.	-	-	x	x
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea</i> sp.	-	x	x	-
CUCURBITACEAE	<i>Momordica</i> sp.	-	x	x	-
CYPERACEAE	<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.	-	x	x	-
	<i>Eleocharis montana</i> (Kunth) Roem. & Schult.	x	x	x	x
	<i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A.Mey.) Soják	x	x	x	x
	Cyperaceae 1	x	x	x	-
EQUISETACEAE	<i>Equisetum giganteum</i> L.	x	x	x	x
ESCALLONIACEAE	<i>Escallonia megapotamica</i> Spreng.	x	x	x	-
FABACEAE	<i>Mimosa oblonga</i> Benth. var. <i>oblonga</i>	x	x	x	x
MARANTACEAE	<i>Thalia geniculata</i> L.	x	x	x	x
ONAGRACEAE	<i>Ludwigia elegans</i> (Cambess.) H. Hara	-	x	x	x
	<i>Ludwigia sericea</i> (Cambess.) H. Hara	-	x	x	x
POACEAE	<i>Hymenachne pernambucensis</i> (Spreng.) Zuloaga	x	x	x	x
	<i>Paspalum exaltatum</i> J.Presl	x	x	x	x
	Poaceae 0	x	-	-	-
	Poaceae 1	-	x	x	x
	Poaceae 2	-	-	-	x
	Poaceae 3	-	-	-	x
	Poaceae 4	-	-	-	x
	Poaceae 5	-	-	-	x

continua

conclusão

FAMÍLIA	ESPÉCIE	Jul/2011*	Fev/2012*	Fev/2012**	Ago/2012**
	Poaceae 6	-	-	-	x
POLYGONACEAE	<i>Polygonum meisnerianum</i> Cham. & Schltld.	-	x	x	-
	<i>Polygonum persicaria</i> L.	x	x	x	x
	<i>Polygonum stelligerum</i> Cham.	-	-	x	x
RUBIACEAE	<i>Borreria palustris</i> (Cham. & Schltld.) Bac. & E.L.Cab.	-	-	-	x
	<i>Emmeorhiza umbellata</i> (Spreng.) K. Schum.	-	x	x	-
SMILACACEAE	<i>Smilax campestris</i> Griseb.	-	-	-	x
SOLANACEAE	<i>Solanum laxum</i> Sprengel	x	x	x	x
	* <i>Solanum seforthianum</i> Andr.	-	-	x	x
THELYPTERIDACEAE	<i>Thelypteris decurtata</i> (Link) de la Sota	-	-	x	x
	<i>Thelypteris interrupta</i> (Willd.) K. Iwats.	-	x	x	x
TYPHACEAE	<i>Typha domingensis</i> Pers.	x	x	x	x
URTICACEAE	<i>Boehmeria cylindrica</i> (L.) Sw.	-	x	x	-
VITACEAE	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C. E. Jarvis	-	x	x	x
	TOTAIS	22	40	46	42

* Espécies exóticas

3.1 COMPARAÇÃO ENTRE JULHO DE 2011 E FEVEREIRO DE 2012

O número de espécies amostradas foi maior na estação do verão, com 40 espécies, distribuídas em 35 gêneros e 21 famílias, enquanto que no inverno, o levantamento foi representado por 22 espécies, distribuídas em 19 gêneros e 13 famílias (TABELA 01).

Em ambos os períodos ocorreu dominância de *Typha domingensis* (Typhaceae), ocupando a primeira posição em valor de importância. Destacaram-se também *Mimosa oblonga*, ocupando a segunda posição no inverno e a terceira posição no verão, e *Hymenachne pernambucensis*, em terceira posição no inverno e segunda no verão (TABELA 02). Foi observado que estas diferenças se devem ao grau de desenvolvimento de *H. pernambucensis* na estação mais fria, com presença elevada de indivíduos em estágio inicial de desenvolvimento.

TABELA 02 – Parâmetros fitossociológicos das dez espécies mais importantes da comunidade obtidos no inverno de 2011 (Inv.) e verão de 2012 (Ver.) com base em 56 m² de amostragem na várzea da REPAR, Araucária, PR.

ESPÉCIE	Altura média (m)		Frequência Absoluta (%)		Cobertura Relativa (%)		Posição em Importância	
	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.
<i>Typha domingensis</i>	0,96	2,38	78,57	78,57	22,66	21,41	1º	1º
<i>Mimosa oblonga</i>	1,04	1,61	42,86	50,00	29,56	16,92	2º	3º
<i>Hymenachne pernambucensis</i>	1,09	1,82	41,07	57,14	26,44	18,73	3º	2º
<i>Schoenoplectus californicus</i>	1,22	2,44	17,86	16,07	4,93	1,20	4º	12º
<i>Paspalum exaltatum</i>	1,50	1,50	10,71	12,50	3,12	1,97	5º	11º
<i>Baccharis anomala</i>	0,90	1,06	7,14	12,50	2,63	1,64	6º	13º
<i>Equisetum giganteum</i>	1,76	1,70	8,93	10,71	1,48	0,60	7º	18º
<i>Neocabreria serrulata</i>	0,92	1,76	8,93	12,50	1,48	2,52	8º	10º
<i>Solanum laxum</i>	1,02	0,88	8,93	7,14	1,31	1,59	9º	19º
<i>Thalia geniculata</i>	0,33	2,80	5,36	14,29	0,66	5,91	10º	6º
<i>Mikania micrantha</i>	0,15	1,20	1,36	66,07	0,33	8,98	16º	4º
<i>Erechtites valerianifolia</i>	-	1,26	-	30,36	-	3,01	-	5º
<i>Ludwigia sericea</i>	-	1,59	-	19,64	-	2,63	-	7º
<i>Hygrophila costata</i>	-	0,85	-	21,43	-	2,14	-	8º
<i>Cissus verticillata</i>	-	1,09	-	14,29	-	5,91	-	9º

Outra espécie de elevada importância no inverno foi *Schoenoplectus californicus* (piri), sendo a quarta mais representativa. Porém, no verão, ocupou a 12ª posição, mesmo com valores de frequência próximos, sugerindo que a ocorrência de outras espécies com maior densidade na estação quente reduz sua representatividade na comunidade (FIGURA 04). Comportamentos semelhantes ocorreram para *Paspalum exaltatum*, *Baccharis anomala*, *Equisetum giganteum* e *Solanum laxum*.

Thalia geniculata, espécie amostrada predominantemente em pontos amostrais próximos à floresta aluvial, na porção leste da área de estudo, ocupou a sexta posição em importância no verão, estação em que se encontrava em estágio reprodutivo, ocupando densas áreas na comunidade bem como assumindo maior altura média (2,8 m) em relação às demais espécies. No inverno, sua representatividade foi baixa com indivíduos em estágio inicial de desenvolvimento, com altura média de 0,3 m (FIGURA 04).

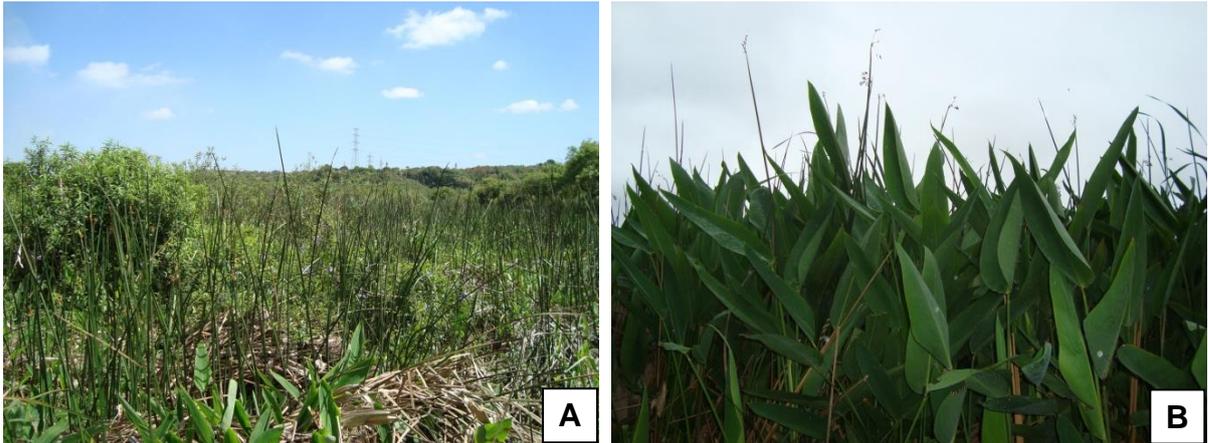


FIGURA 04 – Representatividade de *Schoenoplectus californicus* no inverno (A - em segundo plano) e indivíduos de *Thalia geniculata* no inverno (A, em primeiro plano) e no verão (B) na várzea da REPAR, Araucária, PR.

Mikania micrantha, espécie anual de hábito trepador com elevada importância na análise fitossociológica do verão, a qual assumiu a quarta posição, foi a segunda espécie mais frequente nesta estação. Foi observado que no inverno seus indivíduos se encontravam em estágio de plântulas, não assumindo, portanto, valores altos de altura, frequência ou cobertura.

Em relação à estrutura vertical da comunidade, foram observadas diferenças entre as estações. No inverno, a porção superior é ocupada por *E. giganteum*, *P. exaltatum*, *S. californicus*, *H. pernambucensis* e *M. oblonga*, enquanto no verão é dominada por *T. geniculata*, *S. californicus* e *T. domingensis* (TABELA 02).

Quanto às famílias registradas nos levantamentos, observou-se que a cobertura da várzea é composta principalmente de Poaceae e Fabaceae no inverno, ambas com 29% de cobertura relativa da comunidade. Apesar de *T. domingensis* assumir maior importância entre as espécies nessa estação, sua representatividade na vegetação da várzea se deve à elevada frequência, visto que a espécie se encontrava em estágio inicial de desenvolvimento, ao contrário do observado no verão, onde assumiu valores de cobertura dominantes sobre as demais espécies (FIGURA 05).

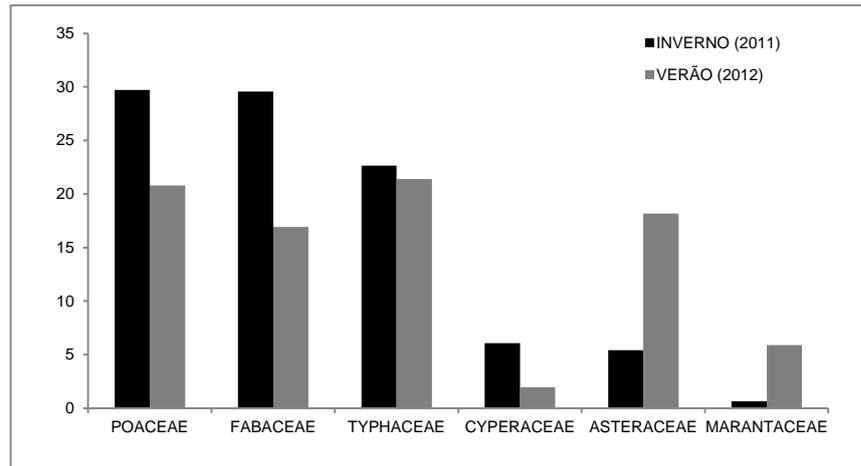


FIGURA 05 – Famílias mais representativas em valores de cobertura relativa no inverno de 2011 e verão de 2012 na várzea da REPAR, Araucária, PR.

O índice de diversidade de Shannon foi superior no verão ($H' = 2,52$) em relação ao inverno ($H' = 1,91$), e apontaram diferenças estatísticas pelo teste “t” de Hutcheson a 5% de probabilidade ($p < 0,05$), sugerindo maior heterogeneidade na flora nas estações mais quentes e chuvosas. O índice de equitabilidade de Pielou foi semelhante no verão ($J' = 0,68$) e inverno ($J' = 0,62$), o que mostra uma maior tendência à uniformização da comunidade em ambas as estações do ano.

3.2 COMPARAÇÃO ENTRE FEVEREIRO DE 2012 E AGOSTO DE 2012

Esta segunda etapa do levantamento resultou na amostragem de 46 espécies no verão, distribuídas em 35 gêneros e 23 famílias, e 42 no inverno de 2012, com 28 gêneros e 22 famílias (TABELA 01).

Ainda que no verão tenha ocorrido maior representatividade, foi observado um elevado número de espécies que ocorreram somente na estação do inverno (*Centella asiatica*, *Oxypetalum wightianum*, *Baccharis vulneraria*, *Begonia fisheri*, *Borreria palustris*, *Smilax campestris* e espécies indeterminadas de Poaceae). Estas espécies foram praticamente restritas ao ponto amostral 12, que possui uma fisionomia diferente dos demais, havendo baixa cobertura ou ausência de espécies comuns da comunidade, como *Typha domingensis*, *Mimosa oblonga* e *Hymenachne pernambucensis*. A baixa densidade de tais espécies, que possuem crescimento em

touceiras ou intensa ramificação lateral, permite uma maior intensidade lumínica bem como baixa competitividade, o que favorece o crescimento de outras espécies.

A espécie mais importante em ambos os levantamentos foi *Typha domingensis*, possuindo maiores valores de frequência em ambas as estações, porém assumiu maior porcentagem de cobertura somente no verão, seguida de *Hymenachne pernambucensis* devido a elevada cobertura (TABELA 03).

As famílias que dominam a cobertura da várzea estudada são variáveis conforme a estação do ano, havendo dominância de Typhaceae no verão, e de Asteraceae, seguida de Poaceae, no inverno (FIGURA 06).

TABELA 03 – Parâmetros fitossociológicos das dez espécies mais importantes da comunidade obtidos no verão de 2012 (Ver.) e inverno de 2012 (Inv.) com base em 120 m² de amostragem na várzea da REPAR, Araucária, PR.

ESPÉCIE	Altura média (m)		Frequência Absoluta (%)		Cobertura Relativa (%)		Posição em Importância	
	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.
<i>Typha domingensis</i>	2,35	1,72	70,00	67,50	21,35	13,40	1º	1º
<i>Hymenachne pernambucensis</i>	1,88	1,58	45,83	44,17	15,39	16,30	2º	2º
<i>Mimosa oblonga</i>	1,64	1,41	42,50	39,17	14,00	13,27	3º	4º
<i>Mikania micrantha</i>	1,19	0,92	54,17	70,00	5,88	10,37	4º	3º
<i>Schoenoplectus californicus</i>	2,58	2,33	32,50	37,50	4,65	10,37	5º	5º
<i>Neocabreria serrulata</i>	1,88	1,33	20,83	19,17	5,60	4,45	6º	6º
<i>Thalia geniculata</i>	2,66	0,86	15,83	11,67	5,74	2,05	7º	15º
<i>Cissus verticillata</i>	1,37	0,98	22,50	15,83	3,62	1,38	8º	12º
<i>Hygrophila costata</i>	0,97	0,13	19,17	14,17	2,08	2,09	9º	10º
<i>Polygonum stelligerum</i>	1,68	1,27	14,17	14,17	2,11	4,19	10º	7º
<i>Baccharis pseudomyriocephala</i>	1,52	1,38	10,83	10,83	2,72	3,03	11º	8º
<i>Polygonum persicaria</i>	1,73	1,22	9,17	10,00	1,82	3,07	15º	9º

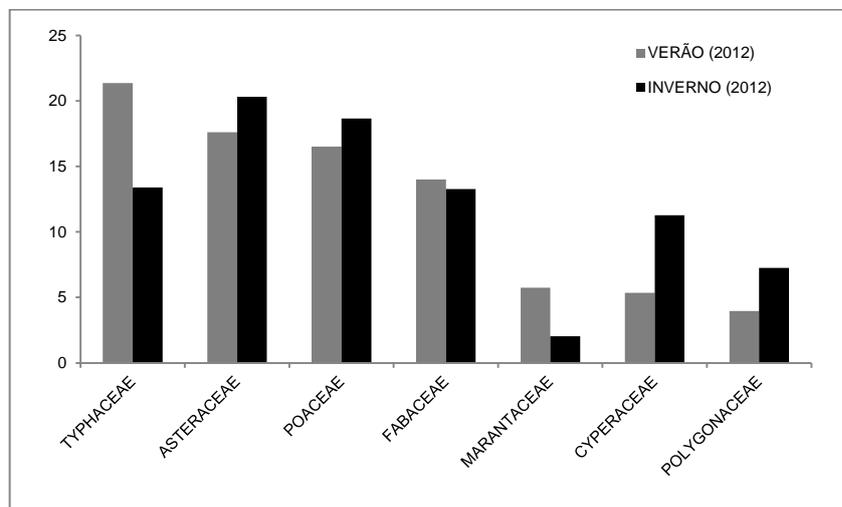


FIGURA 06 – Famílias mais representativas em valores de cobertura relativa no verão e inverno de 2012 na várzea da REPAR, Araucária, PR.

A instalação de novos pontos amostrais na comunidade expressou a importância de *Schoenoplectus californicus* em ambas as estações do ano. Em uma análise vertical, esta espécie assumiu a maior altura média no inverno. No verão, *T. geniculata* representou as maiores alturas, seguidas de *S. californicus* e *T. domingensis*. Assim, pode-se afirmar que *S. californicus* é uma espécie que possui um ciclo de vida mais longo que as demais, não sendo observados muitos indivíduos em estágio inicial de desenvolvimento, como observado na maioria das espécies desta comunidade.

As distintas condições meteorológicas entre verão e inverno influenciaram tanto na cobertura (densidade de folhas), como na altura da maioria das espécies da várzea, sendo mais expressivas na estação mais quente. No inverno foi observada a regeneração de várias espécies, destacando-se *Hygrophila costata* (Acanthaceae), que mesmo com valor superior de frequência (14% das parcelas) sobre algumas espécies, ficou em 10ª posição de importância devido ao baixo valor de cobertura (FIGURA 07).

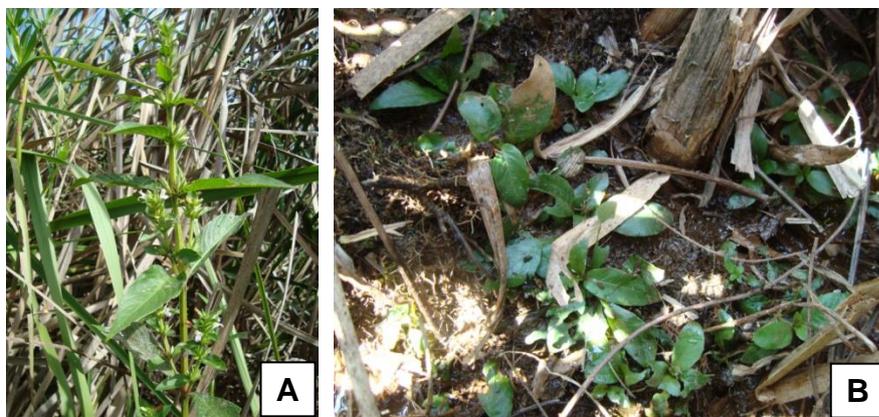


FIGURA 07 - *Hygrophila costata* (Acanthaceae) em sua forma adulta no verão (A) e em estágio de regeneração no inverno (B), na várzea da REPAR, Araucária, PR.

Ao contrário do ocorrido na comparação anterior (inverno de 2011 e verão de 2012), o índice de diversidade de Shannon resultou em valores iguais estatisticamente pelo teste t de Hutcheson ($p < 0,05$) em ambas as estações, mesmo sendo um pouco mais expressivo no inverno ($H' = 2,75$ e no verão e $H' = 2,71$), sugerindo uma heterogeneidade semelhante na flora entre fevereiro e agosto. Porém, houve ocorrência de espécies restritas ao ponto amostral 12 no inverno, onde foram observadas ausência das espécies dominantes e presença de solo exposto, o que favoreceu a diversidade nesta estação.

O índice de equitabilidade de Pielou também resultou em valores próximos, porém um pouco mais elevado no inverno ($J' = 0,71$ no verão e $J' = 0,74$ no inverno), tendendo a uma maior uniformização em função da maior distribuição de cobertura entre as espécies amostradas.

3.3 ANÁLISE GERAL E DISCUSSÃO

Em uma análise geral, algumas espécies foram amostradas em todos os levantamentos fitossociológicos realizados: *Oxypetalum tubatum* (Apocynaceae), *Equisetum giganteum* (Equisetaceae), *Mimosa oblonga* (Fabaceae), *Thalia geniculata* (Marantaceae), *Polygonum persicaria* (Polygonaceae), *Solanum laxum* (Solanaceae), *Thypha domingensis* (Typhaceae) e representantes de Asteraceae (*Baccharis anomala*, *Baccharis pseudomyriocephala*, *Mikania micrantha* e *Neocabreria serrulata*), Caprifoliaceae (*Lonicera japonica* e *Valeriana salicariifolia*), Cyperaceae (*Eleocharis montana* e *Schoenoplectus californicus*) e Poaceae (*Hymenachne pernambucensis* e *Paspalum exaltatum*). A maioria destas espécies foram também representativas em relação à frequência e porcentagem de cobertura, sugerindo que estas populações são perenes na comunidade, e que, apesar de possuírem um ciclo de vida curto, característica comum em espécies herbáceas, possuem uma rápida regeneração e crescimento.

A riqueza amostrada no ano de 2012 mostrou-se bastante superior em relação a 2011 não somente devido à maior abrangência de área amostral, mas principalmente à época do ano. O aspecto desta comunidade é fisionomicamente diferente nas estações de inverno e verão (FIGURA 08), porém os índices de diversidade calculados mostraram-se significativamente diferentes somente entre os levantamentos de julho de 2011 e fevereiro de 2012.

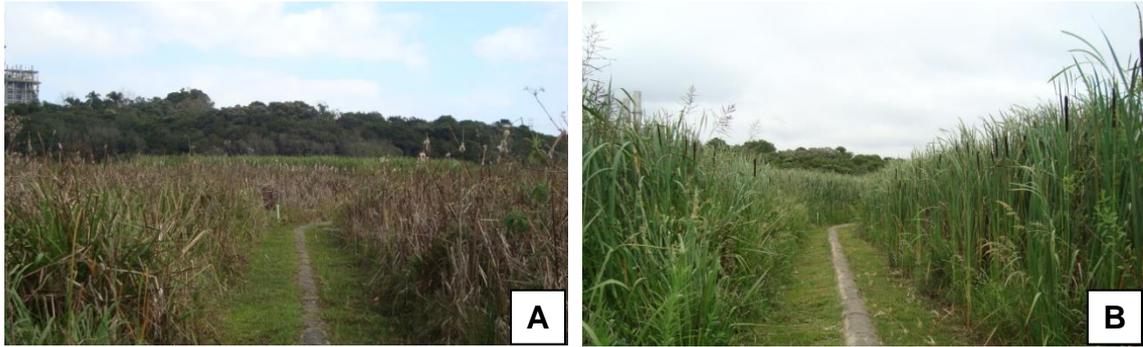


FIGURA 08 - Aspecto da vegetação da várzea da REPAR, Araucária, PR, em diferentes estações do ano: inverno (A) e início do verão (B).

Outro fator observado é que houve uma variação relacionada ao desenvolvimento das espécies na mesma estação do ano (inverno de 2011 e 2012), sugerindo que mesmo em condições meteorológicas estacionais semelhantes, os diferenciais de temperatura e precipitação ocorridos entre esses dois anos podem ter influenciado neste grau de sucessão. No inverno de 2011 ocorreram menores precipitações e temperaturas mínimas em relação a 2012, no mês anterior ao levantamento. Os dados de precipitação e temperatura médios mensais registrados pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) podem ser observados nas Figuras 09 e 10, respectivamente.

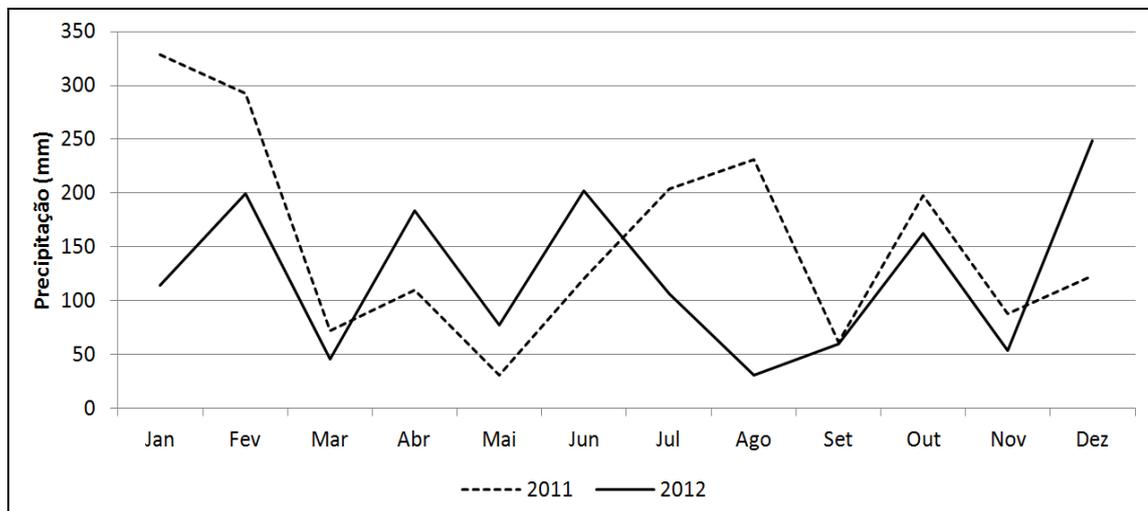


FIGURA 09 – Precipitação média mensal nos anos de 2011 e 2012 em Curitiba. (FONTE: dados fornecidos pelo SIMEPAR).

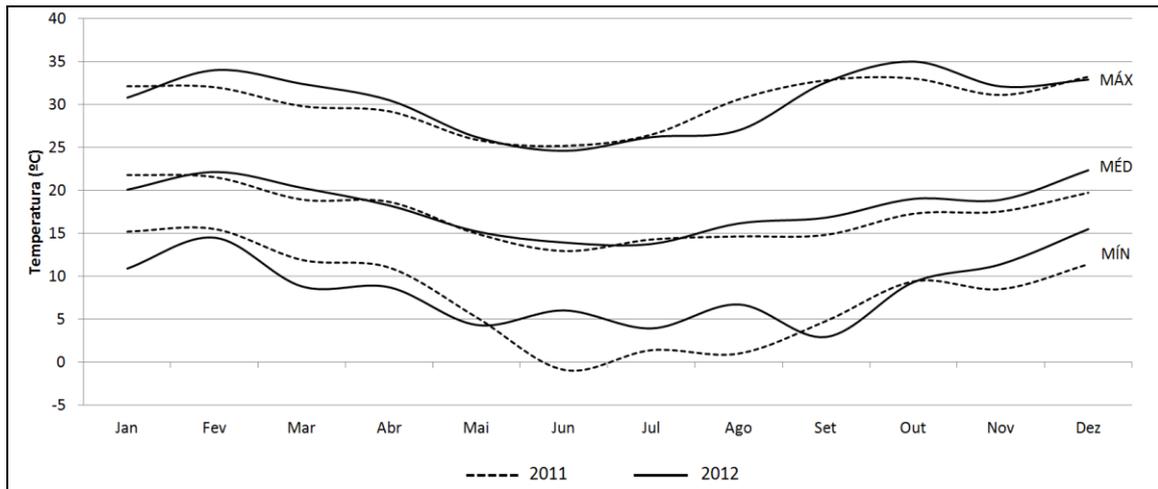


FIGURA 10 – Temperaturas mensais registradas nos anos de 2011 e 2012 em Curitiba. (FONTE: dados fornecidos pelo SIMEPAR).

A ocorrência de geadas é fator determinante para a regeneração de espécies e, de acordo com verificado pelo Instituto Agrônomo do Paraná (2014), no inverno de 2012 não houve registros na região de estudo. Isso também foi comprovado pelos dados fornecidos pelo SIMEPAR, onde a temperatura mínima de 2011 atingiu $-0,9^{\circ}\text{C}$ no mês de junho, enquanto que em 2012 a mínima foi de $2,9^{\circ}\text{C}$ em setembro. Pesamosca (2013) observou que após a ocorrência de estiagem seguida de geada, algumas unidades amostrais foram comprometidas com grandes partes vegetativas queimadas e número reduzido de espécies, porém, não foi realizada análise para comparação em outra estação do ano. Isto explica a distinção significativa entre os levantamentos realizados no inverno.

Outro indicativo desta variação sobre a comunidade ocorreu com *Mikania micrantha*, bem representada em ambos os levantamentos de 2012, ao contrário de julho de 2011. Isso ocorreu devido às condições extremas de temperatura serem mais expressivas no mês de julho, quando esta espécie ainda se encontrava na forma de plântulas, em início de regeneração. Já no mês de agosto (2012), em função de seu rápido crescimento e por possuir hábito escandente, *M. micrantha* foi representativa sobre outras espécies, atingindo a quarta posição em importância, devido à elevada cobertura e maior frequência entre todas as demais.

De acordo com Bove *et al.* (2003), que estudaram a florística em ecossistemas aquáticos temporários da planície costeira do estado do Rio de Janeiro, estes ambientes sofrem alteração fitofisionômica marcante relacionada com períodos de seca e de alagamento, devido a algumas espécies serem anuais e

desaparecerem completamente na época de estiagem e outras, apesar de suportarem os períodos de seca, têm a população profundamente reduzida alterando substancialmente a paisagem.

Influências sazonais sobre a dinâmica de ambientes onde há predomínio de espécies herbáceas foram abordadas em alguns trabalhos em regiões diversas do Brasil, envolvendo tanto áreas costeiras como continentais (CAETANO, 2003; ARAÚJO; BRITTO, 2008; MAUHS *et al.*, 2006; LEITE, 2011).

Caetano (2003), em uma análise sazonal da vegetação herbácea entre dunas no Rio Grande do Sul, também encontrou variações nos parâmetros fitossociológicos de algumas espécies, sendo no inverno a ocorrência de maior diferenciação dos parâmetros analisados. Porém, ao contrário dos resultados obtidos no presente estudo, em que houve domínio variável entre as famílias nas diferentes estações, Poaceae foi dominante ao longo do ano, pois possui grande plasticidade de ocupação nas seres sucessionais.

Araújo e Britto (2008) encontraram valores de biomassa bem mais elevados em estação chuvosa em relação à seca na foz do Ribeirão dos Bugres, Salto Grande-SP, justificado pela provável redução na concentração de fósforo na estação seca. Os mesmos autores encontraram um maior índice de diversidade de Shannon na estação mais seca, sugerindo uma maior distribuição de biomassa entre todas as espécies, fator também observado na análise fitossociológica de 2012.

Mauhs *et al.* (2006) analisaram a biomassa ao longo de um ano em algumas espécies em região costeira do Rio Grande do Sul, resultando em variações significativas com valor máximo em março e valor mínimo em julho. Entretanto, não houve correlação com as variáveis ambientais analisadas: profundidade do lençol, temperatura da água e fotoperíodo.

Análises espaço-temporal em um banhado no Rio Grande do Sul foram realizadas por Leite (2011), por meio de técnicas de sensoriamento remoto, evidenciando que, na primavera, as margens do banhado são dominadas por uma mistura de ciperáceas, gramíneas e campos úmidos. Já no outono e inverno, possuem uma área reduzida de variação de classes de vegetação nas bordas, com a presença de vegetação paludosa de médio a pequeno porte, que nas imagens de verão e outono, predominava nos setores central, norte, sul e sudeste, e não tanto na margem. Estas diferenças espaciais nos padrões das imagens em diferentes estações estão, segundo o autor, provavelmente ligadas à variação da precipitação.

Os estágios sucessionais são altamente influenciados pela sazonalidade, e podem responder fragilmente aos extremos de temperatura e precipitação. Na estação quente, quando as plantas estão com alta atividade fisiológica e buscam por maior intensidade lumínica, entremeiam-se sobre outras formando um mosaico de estruturas vegetativas e reprodutivas, ocupando uma maior cobertura na comunidade.

Devido ao ciclo de vida anual, característica comum da maioria das herbáceas, após a reprodução, algumas espécies podem estar ausentes nas comunidades nas estações frias, regenerando-se somente quando as condições forem favoráveis ao seu desenvolvimento.

4 CONCLUSÕES

- A estação do ano influencia diretamente na composição florística da várzea, sendo observadas diferenças significativas na estrutura desta formação.
- No verão é encontrado maior número de espécies, bem como, maior cobertura e frequência, quando comparado com a estação do inverno.
- No inverno há grande acúmulo de matéria seca entremeada a vegetação em estágio inicial de desenvolvimento, enquanto que no verão, muitas espécies encontram-se em fase reprodutiva, ocupando uma cobertura vegetativa mais densa.
- Os extremos de temperatura e precipitação podem interferir no grau de desenvolvimento da comunidade.
- Recomenda-se estudos fenológicos e sua relação com as condições meteorológicas para um pleno entendimento da influência da sazonalidade sobre esta comunidade.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. M.; BRITTO, Y. C. T. Variação sazonal da biomassa de macrófitas aquáticas no Ribeirão dos Bugres em Salto Grande – SP. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO científica, 7, Ourinhos, 2008. **Anais...** Bauru: Canal 6, 2008. p. 102. Disponível em: http://fio.edu.br/cic/anais/2008_vii_cic/Artigos/Ciencias_Biologicas/068-VARIAC.pdf. Acesso em: maio de 2014.

BOLDRINI, I. I.; MIOTTO, S. T. S. Levantamento fitossociológico de um campo limpo da Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Guaíba, RS. **Acta Botanica Brasilica**, n. 1, p. 49-56, 1987.

BOVE, C. P.; GIL, A. dos S. B.; MOREIRA, C. B.; ANJOS, R. F. B. Hidrófitas fanerogâmicas de ecossistemas aquáticos temporários da planície costeira do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 1, p. 119-135, 2003.

BRAUN BLANQUET, J. **Fitossociologia**: - bases para el estudio de las comunidades vegetales. 3.ed. Madrid: H. Blume, 1979. 820 p.

CAETANO, V. L. Dinâmica sazonal e fitossociologia da vegetação herbácea de uma baixada úmida entre dunas, Palmares do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ilheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 58, n. 1, p. 81-102, 2003.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. Conceitos e métodos em fitossociologia. **Comunicações Técnicas Florestais**, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília, v. 5, n. 1, 2003.

FRANCO, A. C. Ecophysiology of woody plants. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R, J., editors. **The cerrados of Brazil**: Ecology and natural history of a neotropical savana. Irvington: Columbia University Press. p. 178-197.

FUNDAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA, DA TECNOLOGIA E DA CULTURA (FUNPAR). **Diagnóstico e monitoramento da cobertura vegetal da área de influência direta e indireta do vazamento de óleo da Refinaria Presidente Getúlio Vargas – REPAR, Araucária / PR: Fase I – Diagnóstico**. UFPR, Curitiba, 2001. 82 p.

FUNDAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA, DA TECNOLOGIA E DA CULTURA (FUNPAR). **Continuidade dos estudos da cobertura vegetal da área atingida pelo vazamento de óleo ocorrido em julho de 2000 na Refinaria Presidente Getúlio Vargas/PR**. Relatório Final: Componente Herbáceo. UFPR, Curitiba, 2013.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Histórico de Geadas**. Disponível em: < <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1908>>. Acesso em: abril de 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 ed., revista e ampliada. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 275 p.

LEITE, M. G. **Análise espaço-temporal da dinâmica da vegetação no Banhado Grande, Bacia Hidrográfica do rio Gravataí, RS**. 96 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

MAUHS, J.; MARCHIORETTO, M. S.; BUDKE, J. C. Riqueza e biomassa de macrófitas aquáticas em uma área úmida na planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas, Botânica**, São Leopoldo, Instituto Anchieta de Pesquisas, n. 57, p. 289-302, 2006.

MELO, C. L. **Evolução da contaminação na área do vazamento de óleo cru na Repar (2000): Estudo do sistema “Banhado 4” e aplicação do método de polarização induzida na investigação da biodegradação de hidrocarbonetos**. 315 f. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MUELLER-DOMBOIS, D.; H. ELLENBERG. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. Wiley, New York, 1974. 547 p.

OLIVEIRA, C. M.; FRIZZAS, M. R. Insetos de Cerrado: distribuição estacional e abundância. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Planaltina, DF: EMBRAPA, 216, 2008.

PESAMOSCA, S. C. **Levantamento florístico e fitossociológico de macrófitas aquáticas em um banhado no extremo sul do Brasil**. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2013.

RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; HATSCHBACH, G. G. As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 75-42, 2002.

SALAMUNI, E. **Tectônica da bacia sedimentar de Curitiba (PR)**. 211 f. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 1998.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. 373 f. Tese (Doutorado em Ecologia), Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

ZAR, J. H. **Bioestatistical analysis**, 4 ed. New Jersey: Prentice-Hall. 663 p.

CAPÍTULO IV

EFEITO DE HIDROCARBONETOS NA ESTRUTURA DE UMA FORMAÇÃO PIONEIRA FLÚVIO-LACUSTRE EM ARAUCÁRIA, PR

Resumo

Em julho de 2000, o vazamento de 4 milhões de litros de petróleo na Refinaria Presidente Getúlio Vargas comprometeu a flora da planície de inundação do rio Barigui. O presente trabalho teve como objetivo analisar se há efeito dos hidrocarbonetos na estrutura de uma Formação Pioneira Flúvio-lacustre (várzea), área mais afetada pelo derramamento. A área estudada possui cerca de 5,5 ha e situa-se a 890 m s.n.m., com clima Cfb, sobre geologia da Formação Guabirotuba, tendo como solo predominante o Gleissolo Melânico. No intuito de verificar se o óleo persiste na área, foi realizada coleta de solo em 30 pontos amostrais previamente instalados para o levantamento fitossociológico. As amostras foram coletadas entre 20 e 40 cm, profundidade que representa maior concentração de raízes, e posteriormente encaminhadas para análise de hidrocarbonetos totais de petróleo (TPH). Para relacionar os resultados com a estrutura da comunidade foram utilizados dados fitossociológicos obtidos em outros estudos. Os resultados evidenciam que o óleo persiste na área de estudo de forma heterogênea, com valores entre 183,84 e 6.444,62 mg/kg de solo, porém, não houve correlação com a estrutura da comunidade. Após 12 anos do derramamento, não há interferência do óleo na dinâmica desta formação, indicando que as espécies amostradas podem ser tolerantes a estes teores de contaminante.

Palavras-chave: hidrocarbonetos; várzea; composição florística; fitossociologia.

1 INTRODUÇÃO

A logística de transporte entre produção, refinamento e distribuição de milhões de barris de petróleo/dia sobre a superfície de um país com 8,5 milhões de quilômetros quadrados, resulta, devido falhas humanas, em inúmeros vazamentos, que invariavelmente contaminam os mais diversos ambientes naturais, causando impactos diretos e muitas vezes irreversíveis sobre a flora e a fauna que compõem o ecossistema local.

Dentre os contaminantes destaca-se o petróleo bruto que circula continuamente entre os pontos de produção e as refinarias por meio de oleodutos que cortam a superfície e o subsolo do país, atravessando as mais distintas

tipologias vegetais e conseqüentemente ocasionando acidentes em ambientes de alta fragilidade.

A permanência deste complexo de hidrocarbonetos no solo de um determinado ambiente resulta, muitas vezes, em uma recolonização realizada por espécies mais resistentes aos compostos químicos e com uma composição florística distinta àquela existente antes.

A recuperação de áreas contaminadas por petróleo é lenta (KINAKO, 1981), entretanto, certas espécies de plantas possuem capacidade de crescer em solos contaminados, desenvolvendo mecanismos de desintoxicação, onde os efeitos do acúmulo de substâncias tóxicas podem ser minimizados (ERNEST, 1976).

Os efeitos da poluição nas plantas podem variar de acordo com o tipo e a quantidade de óleo envolvido, a idade da planta, a época do ano e a espécie vegetal atingida (BAKER, 1970), sendo mais sensíveis durante o período de crescimento, quando ocorre interrupção das funções fisiológicas (PEZESHKI *et al.*, 2000). O óleo pode causar efeitos crônicos ou agudos, podendo causar interferência nas relações hídricas da planta. Essa interferência, acompanhada das condições anaeróbicas e hidrofóbicas, vem a ser o efeito mais importante em relação à germinação de sementes e ao crescimento das plantas (RACINE, 1994).

São poucos os trabalhos realizados em áreas de várzea no Paraná e que relacionam a vegetação com hidrocarbonetos são inexistentes. Em vista disto, o presente trabalho teve como objetivo verificar se a quantidade de hidrocarbonetos interfere na estrutura florística de uma Formação Pioneira Flúvio-lacustre que sofreu impacto com a ação de petróleo em seu solo há doze anos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A várzea estudada está localizada no interior da propriedade da Refinaria Presidente Getúlio Vargas – REPAR, em Araucária, Região Metropolitana de Curitiba, Paraná. A partir da capital, o principal acesso à refinaria é através da BR-

116, sentido Sul, até a BR-476 (Rodovia do Xisto), próximo ao km 16, distando cerca de 25 km de Curitiba.

A área de estudo possui aproximadamente 5,5 hectares e está situada no primeiro planalto paranaense, em planície adjacente ao arroio Saldanha, sendo influenciada diretamente pela dinâmica do rio Barigui (FIGURA 01). As coordenadas UTM centrais da área de estudo são 665.780 leste e 7.168.868 norte, em uma altitude próxima de 890 m s.n.m.

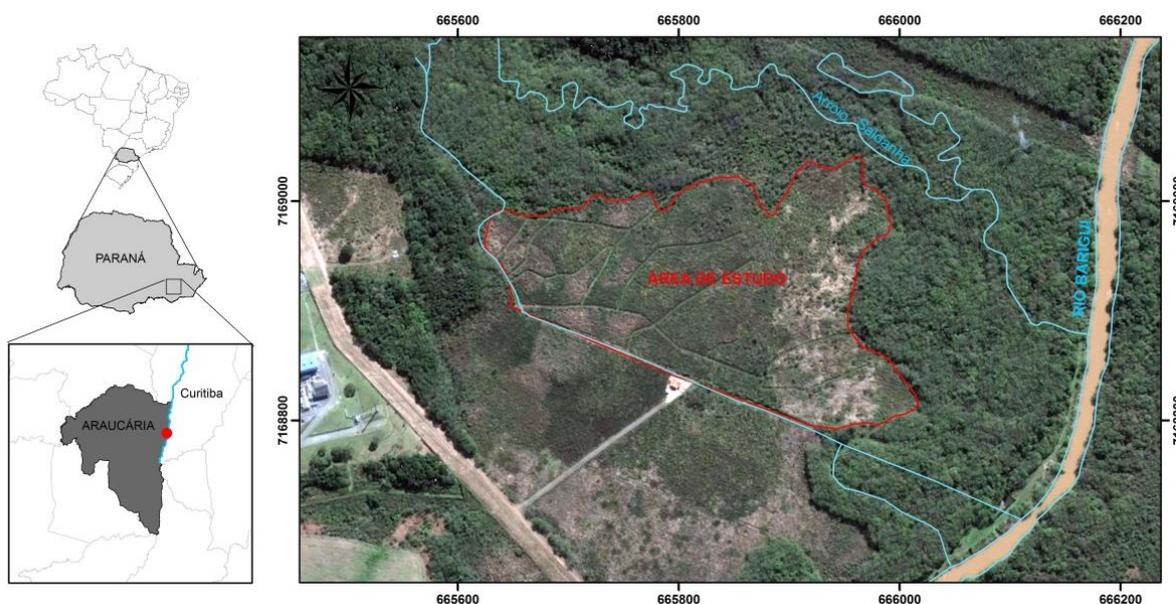


FIGURA 01 - Mapa de localização da área de estudo. (FONTE: a autora)

O clima regional, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo Cfb - temperado, com verões frescos, geadas frequentes, sem estação seca definida. De acordo com FUNPAR (2001), seguindo dados da estação meteorológica de Piraquara, município próximo a área estudada, a temperatura média anual é de 16,5°C, a temperatura média do mês mais frio é de 12,7°C (julho) e a do mês mais quente 20,3°C (fevereiro), com temperaturas mínimas podendo atingir valores inferiores a -5°C e com máximas superiores a 33°C. A precipitação média anual é de 1400 mm, com chuvas bem distribuídas durante o ano, o que em parte determina uma umidade relativa do ar média em torno de 85%.

A área de estudo está situada sobre sedimentos da Formação Guabirotuba, do Pleistoceno, constituídos principalmente por argilitos e arcósios. O embasamento

geológico é constituído por migmatitos pertencentes ao complexo cristalino de idade Pré-cambriana (SALAMUNI, 1998).

Os solos apresentam hidromorfia em toda a área de estudo, porém esta característica se expressa em diferentes graus de intensidade, onde prevalece a classe dos Gleissolos Melânicos (FUNPAR, 2001), caracterizados por serem mal ou muito mal drenados em condições naturais, tendo no horizonte A cores desde cinzentas até pretas e teores médios a altos de carbono orgânico (MELO, 2006), entre manchas de organossolos (FUNPAR, 2001).

A planície é formada por comunidades vegetais que refletem os efeitos das cheias dos rios nas épocas chuvosas, ou das depressões permanentemente alagadas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2012), onde se constitui de Formações Pioneiras Flúvio-lacustres (várzeas), objeto do presente estudo. Nestes ambientes, as plantas são adaptadas a condições de hidromorfia, sendo destacadas na comunidade herbácea as famílias Typhaceae, Cyperaceae e Poaceae (RODERJAN *et al.*, 2002).

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foram instalados na área de estudo 30 pontos amostrais com 4 parcelas cada, onde foi realizado levantamento fitossociológico (Capítulo 2 e 3).

Com o intuito de verificar se o óleo persiste na área, foram realizadas coletas de solo em cada uma das unidades amostrais em novembro de 2012. Para obtenção de amostras controle para comparação, foram realizadas mais duas coletas em locais próximos à área de estudo que, segundo FUNPAR (2001), não foram atingidas pelo óleo.

A coleta de solo seguiu a metodologia recomendada para várzeas por Costa (1996) e instruções de técnicos do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC). Inicialmente foi retirada a camada orgânica superficial para posterior tradagem, efetuada entre 20 e 40 cm, profundidade onde se apresenta maior concentração de raízes. As amostras de solo foram retiradas do trado com auxílio de espátula de inox e os utensílios utilizados foram descontaminados com água potável e detergente alcalino ao início de cada coleta. As amostras, contendo no mínimo 500

g de material, foram depositadas em papel alumínio e sacos plásticos identificados, armazenadas em recipiente térmico a 4 °C e encaminhadas para análise de TPH (Hidrocarbonetos Totais de Petróleo) no Departamento de Tecnologia de Materiais do LACTEC de acordo com a norma ASTM D5765-95 (*Solvent Extraction of Total Petroleum Hydrocarbons from Soils and Sediments Using Closed Vessels Microwave Heating*).

Análises de TPH são comumente utilizadas como parâmetro em monitoramentos (OLIVEIRA, 2006; MELO, 2006).

Esta amostragem proporcionou não apenas o mapeamento da intensidade de óleo ainda existente no solo entre 20 e 40 cm de profundidade, mas também a análise da possível influência do óleo sobre a distribuição das espécies sobre área de estudo. Para realização desta análise foi elaborado um dendrograma (*cluster*) a fim de identificar grupamentos ocorrentes na área de estudo, utilizando os resultados do levantamento fitossociológico realizado em fevereiro de 2012, disposto no Capítulo 2. O dendrograma foi baseado no índice de similaridade de Jaccard entre os 30 pontos amostrais com o programa JMP v.5.0.1.2.

Para verificar se há correlação entre a estrutura da comunidade e a taxa de TPH, foi utilizado o programa PAST pelo coeficiente de Spearman, com base na cobertura relativa das espécies em cada ponto amostral.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de TPH evidenciaram que o óleo ainda persiste no substrato da planície de inundação do rio Barigui de forma considerável (TABELA 01). O óleo está presente na área de forma bastante heterogênea, com variações de TPH entre 183,84 e 6.444,62 mg/kg de solo, sendo que nas amostras controle fora constatados valores menores que 1 mg/kg de solo.

TABELA 01 – Resultados de hidrocarbonetos totais de petróleo (TPH) nos pontos amostrais da várzea da REPAR em Araucária, PR.

PONTO AMOSTRAL	TPH (mg/kg)	PONTO AMOSTRAL	TPH (mg/kg)
1	1.652,38	16	331,10
2	1.314,33	17	761,59
3	1.351,84	18	2.102,01
4	1.983,60	19	2.898,68
5	1.207,82	20	6.444,62
6	2.696,66	21	2.285,85
7	3.528,90	22	183,84
8	2.218,89	23	593,29
9	1.763,20	24	3.534,46
10	553,75	25	1.352,86
11	3.014,82	26	734,85
12	644,95	27	1.284,02
13	970,13	28	602,19
14	832,88	29	372,80
15	439,00	30	710,14

Pesquisas realizadas por Melo (2006), que estudou a evolução da contaminação da várzea da REPAR em quatro campanhas entre os anos de 2003 e 2004, em 10 poços de monitoramento, e em três profundidades distintas, detectou maiores concentrações de óleo nas camadas mais superficiais. O mesmo resultado foi encontrado por Albarello (2008), que deu continuidade ao monitoramento nos mesmos poços analisados por Melo (2006), sugerindo que a camada superficial do solo, por ser extremamente rica em matéria orgânica, constitui-se em um ambiente favorável à retenção de hidrocarbonetos.

Dos 10 pontos amostrados por Melo (2006), seis se encontram nas áreas das taipas (rede de manilhas), em áreas relativamente próximas ao local deste trabalho.

Pelos resultados obtidos por Melo (2006) nessas áreas, constatou-se que os valores de TPH variaram entre 511,7 e 151.039 mg/kg de solo, com profundidade de 0,20 m, concentrações muito mais elevadas que as encontradas no presente estudo, sugerindo, portanto, que houve uma redução do contaminante ao longo do tempo. A amostra onde houve maiores concentrações de TPH observados pela autora encontra-se muito próximo ao ponto amostral 20 do presente estudo, corroborando com os resultados obtidos. A pesquisa realizada por Albarello (2008) não contemplou o poço de monitoramento para análise de TPH do solo.

De acordo com a Lista Holandesa de Valores (Lei de Proteção do Solo - *Soil Protection Act*), o valor de alerta para TPH em solos é de 2.525 mg/kg e o valor de

intervenção de 5.000 mg/kg. Porém estes valores são correspondentes ao contexto geológico da região, além de serem aplicados considerando um teor de argila de 25% e de matéria orgânica de 10% (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE SÃO PAULO - CETESB, 2009). Para uma melhor indicação sobre os valores de alerta e intervenção na área de estudo, seria necessário uma análise química do solo em cada ponto amostral.

Em âmbito nacional, não há uma resolução que indique valores de intervenção para TPH, porém de acordo com o órgão de proteção ambiental do estado de São Paulo (CETESB), pioneiro no gerenciamento de áreas contaminadas no Brasil, os valores de intervenção em áreas contaminadas para TPH em solo é de 1.000 mg/kg, sendo este valor também aplicado em diretrizes do Instituto Ambiental do Paraná (IAP, 2009).

Neste sentido, apenas um ponto apresentou valor de intervenção de acordo com a Lista Holandesa de Valores e 16 pontos amostrais com valores de referência para intervenção proposto pelo IAP. Cabe ressaltar que estes valores de referência são propostos considerando riscos potenciais diretos ou indiretos à saúde humana (CETESB, 2009).

Uma observação interessante foi ressaltada por Melo (2006) quanto às condições sazonais nos valores de THP. As amostras superficiais foram fortemente influenciadas, encontrando-se as maiores concentrações nas coletas nos períodos da estação de chuva, com a possível explicação de que os contaminantes existentes nas camadas mais profundas sejam transportados para cima pela ascensão do nível d'água nestas estações. A coleta de material do presente trabalho foi realizada em período chuvoso, e poderiam apresentar valores mais baixos de TPH caso fossem feitas em período seco.

A velocidade de degradação do petróleo depende, de acordo com *United Nations Environment Programme* – UNEP (1991), das características físicas e químicas do óleo, das condições do tempo e do clima, sendo que nos ambientes aquáticos, os hidrocarbonetos são degradados muito lentamente devido à ausência de luz e oxigênio. Após 12 anos do vazamento, pode-se afirmar que houve considerável redução nas concentrações de hidrocarbonetos.

Segundo Oliveira (2006), a degradação do petróleo pode ocorrer principalmente por oxidação fotoquímica (ação da radiação ultravioleta do sol), que aumenta a solubilidade sendo mais facilmente degradado, e por biodegradação

(ação de microorganismos degradadores, como algas, fungos e bactérias). A degradação do óleo da REPAR pode estar associada à recolonização da biota ao longo do tempo, havendo uma ação tanto dos microorganismos como da própria vegetação.

O vazamento ocorrido em julho de 2000 na REPAR foi precursor de várias pesquisas relacionando os efeitos de solo contaminado com petróleo e derivados sobre as plantas por diversos autores no Paraná, resultando em redução na germinação (BARDELLI-DA-SILVA, 2006; REZENDE, 2006), redução no crescimento (BARDELLI-DA-SILVA, 2006; REZENDE, 2006; SANTOS, 2006; INKOT, 2007) e alterações nas estruturas internas das plantas (BONA *et al.*, 2011; SANTOS, 2006; INKOT, 2007; MARANHO, 2004; RODRIGUES, 2005; SILVA *et al.*, 2004; GARCIA *et al.*, 2004). Porém, o efeito do óleo pode ser gradativo conforme o tempo após a contaminação para o estabelecimento da vegetação. Bardelli-da-Silva (2006) e Rezende (2006), encontraram reduções significativas no efeito do óleo diesel sobre a germinação e o crescimento de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B.Sm. & Downs (Euphorbiaceae) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), nos tratamentos onde a semeadura foi realizada cerca de 200 dias após a contaminação do solo, provavelmente devido ao valor reduzido de compostos voláteis.

Os resultados do dendrograma mostraram a divisão desta comunidade em três grandes grupos (FIGURA 02). Na figura 03 pode ser observada a distribuição do óleo na área de estudo, em conjunto com os grupamentos formados na análise fitossociológica do verão de 2012 (Capítulo II). A correlação de Spearman entre a concentração de hidrocarbonetos e a estrutura horizontal (cobertura relativa) da comunidade foi negativa e não significativa (FIGURA 04), podendo-se afirmar que, após 12 anos do derramamento, nestas concentrações, o óleo não interfere significativamente na dinâmica da comunidade. Possivelmente, os diferentes níveis do freático é que podem determinar a ocorrência ou ausência de espécies, porém, tal fator não foi avaliado no presente estudo.

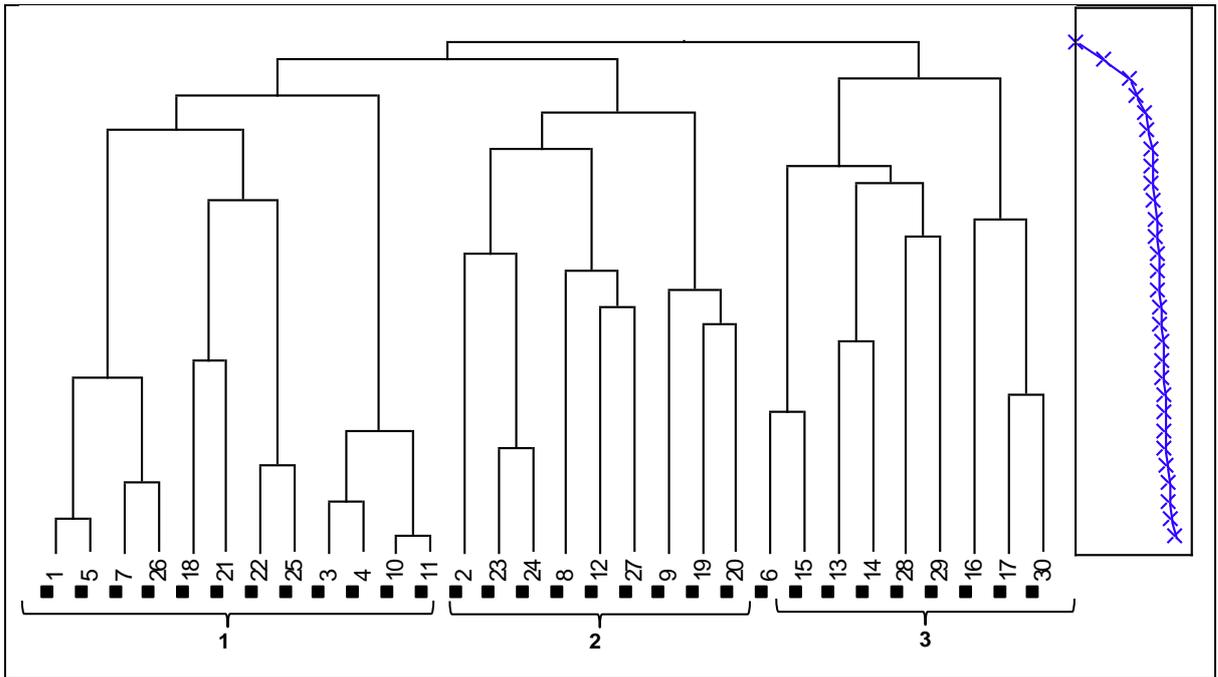


FIGURA 02 - Dendrograma do Índice de Similaridade de Jaccard entre os pontos amostrais da várzea da REPAR, Araucária, PR.

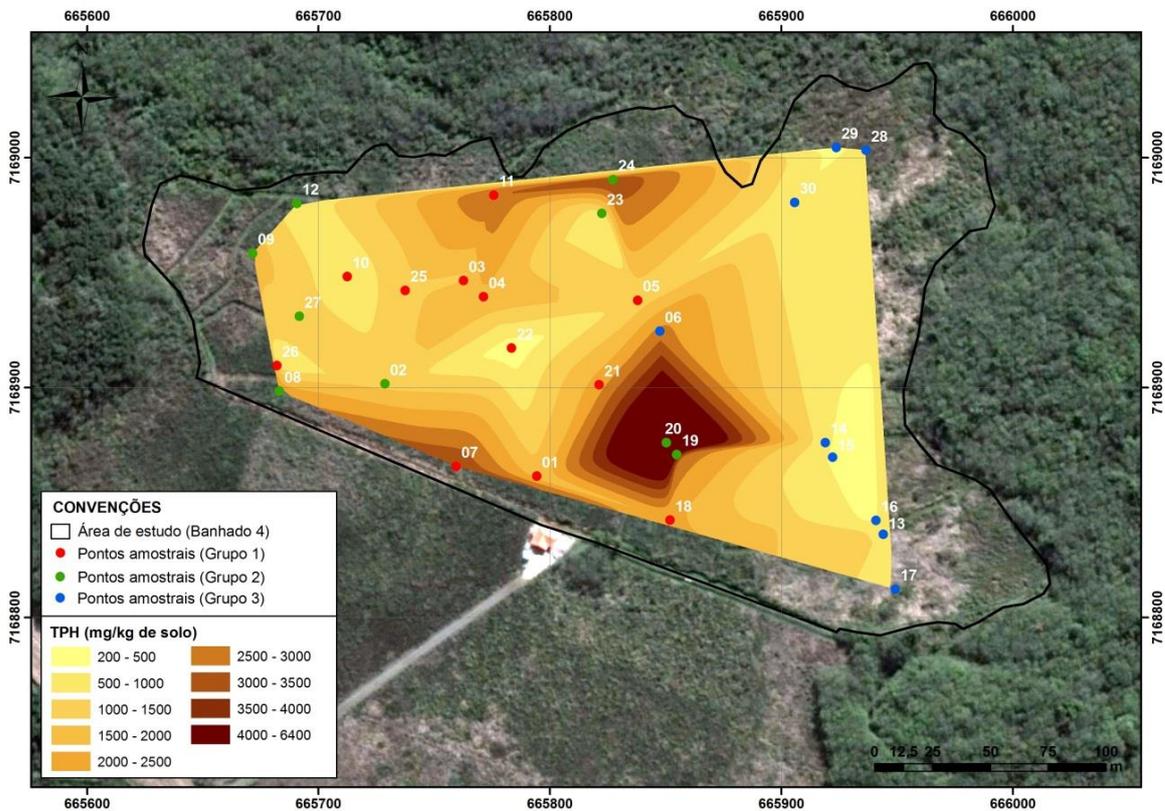


FIGURA 03 - Modelo digital evidenciando valores de hidrocarbonetos totais de petróleo (TPH) nos diferentes grupamentos sobre a várzea da REPAR, Araucária, PR.

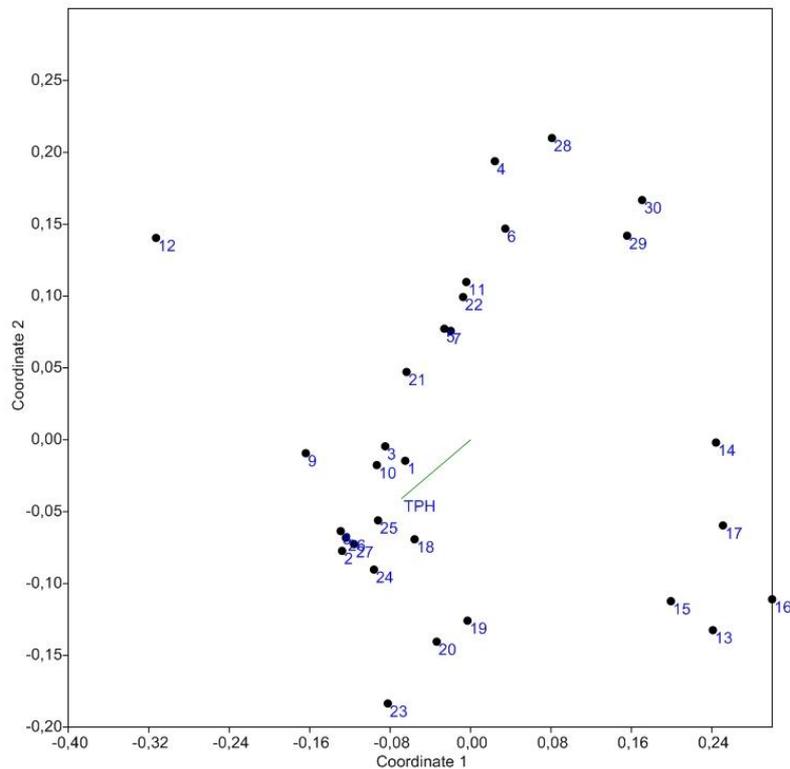


FIGURA 04 – Diagrama de ordenação ($p < 0,05$) dos pontos amostrais da várzea da REPAR, Araucária, PR, baseados na cobertura relativa e correlação com a concentração de hidrocarbonetos totais de petróleo (TPH).

Typha domingensis, espécie mais frequente e dominante na várzea da REPAR (ver Capítulo 2), é capaz de absorver metais pesados, podendo ser potencialmente utilizada para fitorremediação em áreas degradadas (ZOCCHÉ *et al.*, 2010), e tratamentos de águas residuais com elevada condutividade e pH enriquecido com metais (HADDAD *et al.*, 2006). Haddad *et al.* (2006), encontraram valores de cobertura e biomassa em *T. domingensis* bastante elevados em áreas com presença de metais industriais em comparação com as de ambiente natural. Relacionando especificamente com hidrocarbonetos, pesquisa com espécie semelhante, *Typha latifolia* L., foi realizada por Pavanelli (2007), o qual indicou a contribuição dessa espécie para remediação em solo contaminado com petróleo havendo redução, após 120 dias, de 10.000 mg/kg (TPH) para 6.530 mg/kg por intemperismo natural, e, com cultivo de taboa, para 2.600 mg/kg. Estas observações sugerem a possível tolerância de *T. domingensis*, espécie típica de planícies de inundação desta unidade fitogeográfica do Paraná, aos hidrocarbonetos.

Os valores de TPH obtidos no presente trabalho, apesar de apresentar potencial risco para a saúde humana em alguns pontos, podem ser considerados baixos para as plantas. Kulakow (1998) afirma que as plantas de seus experimentos não tiveram alterações em locais que apresentaram valores abaixo de 5.000 mg/kg, e salienta que problemas de fitotoxicidade são mais evidentes em concentrações acima de 40.000 mg/kg. Cai *et al.* (2010) não encontraram diferenças significativas no comprimento das raízes, altura e biomassa de *Impatiens balsamina* L. entre o solo com concentração de 5.000 mg/kg e solo não contaminado. No mesmo trabalho, os autores relatam que, apesar da redução da biomassa em teores de 20.000 mg/kg, os indivíduos de *I. balsamina* tiveram bom crescimento, e em concentração de 40.000 mg/kg os indivíduos sobreviveram, porém com atraso no crescimento. Os valores de TPH detectados pelo presente trabalho podem ser considerados de baixo efeito para a vegetação atual, visto que o maior valor foi de 6.444,62 mg/kg no ponto amostral 20 e menores que 3.600 mg/kg de solo nos demais pontos.

A análise florística resultou em 221 espécies (Capítulo I), atribuindo à área estudada uma elevada riqueza, mesmo com a presença de óleo. Quanto aos parâmetros fitossociológicos relacionados (Capítulo 2), não foi verificada variação nos locais com maior concentração de hidrocarbonetos (FIGURAS 03 e 04). Assim, a possível tolerância a estes teores de hidrocarbonetos não se atribui somente à *T. domingensis*, mas provavelmente à grande maioria das espécies que compõe a vegetação da REPAR. Estudos objetivando o comportamento das principais espécies encontradas crescendo sobre solo contaminado com hidrocarbonetos podem ser aprofundados para confirmar os dados obtidos.

O estabelecimento da vegetação da planície de inundação do rio Barigui após 12 anos do vazamento é evidente. Mesmo sem interferências, exceto pela construção das taipas (rede de manilhas), os resultados mostraram que a várzea estudada indicou elevada resiliência a este tipo de contaminação, considerando as medidas mitigadoras, e que além de apresentar um desenvolvimento sazonal equilibrado, possui elevada diversidade de espécies. Porém, a profundidade em que o óleo persiste na área é desconhecida, podendo não haver contato direto entre o contaminante e as raízes das plantas em alguns locais. Neste sentido, novas análises de hidrocarbonetos devem ser realizadas a fim de relacionar os níveis de contaminação com a profundidade de coleta.

4 CONCLUSÕES

- Após 12 anos do derramamento, o óleo ainda persiste de forma heterogênea, no solo da várzea da Refinaria Presidente Getúlio Vargas.
- Os teores de hidrocarbonetos detectados, considerando o risco para saúde humana, são considerados altos em alguns pontos, porém, podem ser de baixo efeito no crescimento da vegetação, que atualmente possui elevada riqueza florística.
- A estrutura atual da comunidade não está correlacionada significativamente com a concentração de hidrocarbonetos totais de petróleo observadas.
- Recomenda-se futuros estudos para avaliar o nível do freático e sua relação com a estrutura da comunidade.

REFERÊNCIAS

ALBARELLO, L. C. **Avaliação ambiental da área do banhado 4 afetada por vazamento de petróleo – REPAR, Araucária, PR.** 111 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

BAKER, J.M. The effects of oils on plants. **Environmental Pollution**, n. 1, p. 27-44, 1970.

BARDELLI DA SILVA, M. Y. **Efeitos do solo contaminado com óleo diesel na germinação, crescimento e morfoanatomia de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B.Sm. e *Downs* (Euphorbiaceae).** 81 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

BONA, C.; BARDELLI DA SILVA, M. Y.; REZENDE, I. M.; SANTOS, G. de O.; SOUZA, L. A. de; INCKOT, R. C. Efeito do solo contaminado com óleo diesel na estrutura da raiz e da folha de plântulas de *Sebastiania commersoniana* (Euphorbiaceae) e *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 2, p. 277-285, 2011.

CAI, Z.; ZHOU, Q.; PENG, S.; LI K. Promoted biodegradation and microbiological effects of petroleum hydrocarbons by *Impatiens balsamina* L. with strong endurance. **Journal of Hazardous Materials**, v. 183, p. 731-737, 2010.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Lista holandesa de valores de qualidade do solo e da água subterrânea (Valores STI)**, 1999. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/anexos/download/6530.pdf. Acesso em: agosto de 2013.

ERNEST, W. H. O. Physiological and biochemical aspects of metal tolerance. In: MANSFIELD, I. A. **Effects of air pollutants on plants**. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1976. p. 115-133.

FUNDAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA, DA TECNOLOGIA E DA CULTURA (FUNPAR). **Diagnóstico e monitoramento da cobertura vegetal da área de influência direta e indireta do vazamento de óleo da Refinaria Presidente Getúlio Vargas – REPAR, Araucária / PR: Fase I – Diagnóstico**. UFPR, Curitiba, 2001. 82 p.

GARCIA, F. A.; ROCHA, B. C.; PREUSSLER, K. H.; RIBAS DE OLIVEIRA, C. M.; MARANHO, L.T., 2004. Monitoramento da Influência do derramamento de petróleo pela estrutura do lenho de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L. B. Sm. & Downs (Euphorbiaceae). In: CONGRESSO NACIONAL, 55, e ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICOS DE MG, BA E ES, 26, **Anais...**, 6, 2004, Universidade Federal de Viçosa, MG, CD-ROM.

HADDAD, H. R.; MAINE, M. A.; BONETTO, C. A. Macrophyte growth in a pilot-scale constructed wetland for industrial wastewater treatment. **Chemosphere**, v. 63, n. 10, p. 1744-1753, 2006.

INCKOT, R. C. **Germinação, desenvolvimento e morfoanatomia de *Mimosa pilulifera* Benth (Leguminosae) em solo contaminado por petróleo e solo biorremediado**. 83 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). **Diretrizes mínimas para elaboração de estudos de passivos ambientais em pontos armazenadores de combustíveis**. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/formularios/Anexo_3_RESOLUCAO_38_2009_CADASTRO_DE_POSTOS.pdf>. Acesso em: julho de 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 ed., revista e ampliada. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 275 p.

KINAKO, P. D. S. Short-term effects of oil pollution on species numbers and productivity of a simple terrestrial ecosystem. **Environmental Pollution**, n. 26, p. 87-91, 1981.

KULAKOW, P. Seed mix and plant density. In: **Remediations Technologies Development Forum**. San Francisco, CA, EEU, 1998. p. 1-7.

MARANHO, L. T. **Efeitos da poluição por petróleo na estrutura da folha e do lenho de *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl. (Podocarpaceae)**. 200 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

MELO, C. L. **Evolução da contaminação na área do vazamento de óleo cru na Repar (2000): Estudo do sistema “Banhado 4” e aplicação do método de polarização induzida na investigação da biodegradação de hidrocarbonetos**. 315 f. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

OLIVEIRA, D. S. **Degradação do petróleo em ambiente estuarino da Lagoa dos Patos através de um derrame induzido**. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanologia), Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 2006.

PAVANELLI, A. G. **Fitorremediação de solo contaminado com petróleo utilizando *Typha latifolia***. 76f. Dissertação (Mestrado em Química dos Recursos Naturais), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

PEZESHKI, S. R.; HESTER, M. W.; LIN, Q. NYMAN, J. A. The effects of oil spill and clean-up on dominant US Gulf coast marsh macrophytes: a review. **Environmental Pollution**, n. 108, p. 129-139, 2000.

RACINE, C. H. **Long-term recovery of vegetation on two experimental crude oil spills in interior Alaska black spruce taiga**. Canadian Journal of Botany 72-8, 1171-1177. 1994.

REZENDE, I. M. **Efeito do solo contaminado por óleo diesel na germinação e desenvolvimento das plântulas de *Schinus terebinthifolius* Raddi**. 81 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; HATSCHBACH, G. G. As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 75-42, 2002.

RODRIGUES, T. T. **Os efeitos do solo contaminado com petróleo na estrutura anatômica e estado nutricional do lenho jovem de *Campomanesia xanthocarpa* Berg (Myrtaceae) e *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae)**. 154f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SALAMUNI, E. **Tectônica da bacia sedimentar de Curitiba (PR)**. 211 f. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 1998.

SANTOS, G. de O. **Crescimento, nutrição e estrutura do lenho juvenil de três espécies florestais com potencial de fitorremediação em solos contaminados com petróleo**. 179f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SILVA, M. P.; PREUSSLER, K. H.; RIBAS DE OLIVEIRA, C. M.; MARANHO, L. T., Monitoramento da Influência do derramamento de petróleo por meio da estrutura da folha de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L. B. Sm. & Downs (Euphorbiaceae). In: CONGRESSO NACIONAL, 55, e ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICOS DE MG, BA E ES, 26, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004, CD-ROM.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). Determinations of petroleum hydrocarbons in sediments. **Reference methods for marine pollution studies**, n. 20, 1991.

ZOCHE, J. J.; FREITAS, M.; QUADROS, K. E. de. Concentração de Zn e Mn nos efluentes do beneficiamento de carvão mineral em *Typha domingensis* Pers (Typhaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 177-188, 2010.

CONCLUSÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES

- Após 12 anos do derramamento na Refinaria Presidente Getúlio Vargas, o óleo ainda persiste no solo da várzea, em diferentes concentrações. Os teores de óleo encontrados em alguns pontos são considerados de risco para a saúde humana, porém podem ser de baixo efeito para as plantas.
- Apesar do distúrbio ocorrido, a vegetação encontra-se estruturada com 221 espécies, conformadas em diferentes formas biológicas, compondo completamente a paisagem.
- Atualmente, a Formação Pioneira Flúvio-lacustre da Refinaria Presidente Getúlio Vargas possui elevada riqueza florística, quando comparada a outros estudos. Porém, as roçadas realizadas nas áreas de circulação aumentaram a diversidade e a presença de espécies ruderais e exóticas.
- As famílias de maior riqueza específica foram Asteraceae, Poaceae e Cyperaceae, e os gêneros *Cyperus*, *Solanum* e *Ludwigia* foram os mais representativos.
- A comunidade da várzea não apresentou similaridade florística com outros estudos em ambientes hidromórficos, onde não houve interferência por contaminação com óleo. Recomenda-se a realização de novas pesquisas em áreas de várzea na região, visto que a escassez de trabalhos impossibilita uma comparação florística entre áreas contaminadas e não contaminadas.
- O levantamento fitossociológico revelou que as espécies mais importantes da comunidade são *Typha domingensis*, *Hymenachne pernambucensis*, *Mimosa oblonga*, *Mikania micrantha* e *Shoenoplectus californicus*. Porém, devido ao ciclo de vida curto da maioria das espécies que contemplam a comunidade, a estrutura pode ser modificada conforme a estação do ano.
- Os diferentes estágios sucessionais observados são altamente influenciados pela sazonalidade, e podem responder fragilmente aos extremos de temperatura e precipitação. No verão, a diversidade e cobertura vegetal são mais elevados, enquanto que no inverno, muitas espécies encontram-se em estágio inicial de desenvolvimento. Estudos fenológicos nestes ambientes poderiam fornecer subsídios quanto à dinâmica desta comunidade.

- Os valores de diversidade e equabilidade são similares ao de outras áreas, sugerindo uma elevada resiliência deste ambiente à contaminação por óleo.
- A vegetação atual é composta por diferentes grupamentos, cuja estrutura não está relacionada à concentração de hidrocarbonetos ainda existente. Possivelmente, os diferentes níveis do lençol freático é que podem determinar a ocorrência ou ausência das espécies. Neste sentido, recomenda-se estudos que relacionem a estrutura da comunidade com estas variações hídricas.
- As espécies que compõem o ambiente estudado podem ser consideradas tolerantes às concentrações de hidrocarbonetos observadas. Porém, a profundidade em que o óleo persiste na área é desconhecida, podendo não haver contato direto entre o contaminante e as raízes das plantas em alguns locais. Neste sentido, novas análises de hidrocarbonetos devem ser realizadas a fim de relacionar os níveis de contaminação com a profundidade de coleta.

APÊNDICE 1 – TABELAS DO LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO

PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DA VÁRZEA NO INVERNO DE 2011 COM 14 PONTOS AMOSTRAIS. (H: ALTURA MÉDIA; FA: FREQUENCIA ABSOLUTA; FR: FREQUENCIA RELATIVA; CA: COBERTURA ABSOLUTA; CR: COBERTURA RELATIVA; VI: VALOR DE IMPORTÂNCIA).

ESPÉCIE	H (m)	Frequencia		Cobertura		VI
		FA	FR	CA	CR	
<i>Typha domingensis</i>	0,96	78,57	29,93	690	22,66	52,59
<i>Mimosa oblonga</i>	1,04	42,86	16,33	900	29,56	45,88
<i>Hymenachne pernambucensis</i>	1,09	41,07	15,65	805	26,44	42,08
<i>Schoenoplectus californicus</i>	1,22	17,86	6,80	150	4,93	11,73
<i>Paspalum exaltatum</i>	1,50	10,71	4,08	95	3,12	7,20
<i>Baccharis anomala</i>	0,90	7,14	2,72	80	2,63	5,35
<i>Equisetum giganteum</i>	1,76	8,93	3,40	45	1,48	4,88
<i>Neocabreria serrulata</i>	0,92	8,93	3,40	45	1,48	4,88
<i>Solanum laxum</i>	1,02	8,93	3,40	40	1,31	4,71
<i>Thalia geniculata</i>	0,33	5,36	2,04	20	0,66	2,70
<i>Lonicera japonica</i>	1,10	3,57	1,36	25	0,82	2,18
<i>Valeriana salicariifolia</i>	0,80	3,57	1,36	25	0,82	2,18
<i>Polygonum persicaria</i>	0,35	3,57	1,36	20	0,66	2,02
<i>Baccharis pseudomyriocephala</i>	1,05	3,57	1,36	15	0,49	1,85
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	0,55	3,57	1,36	10	0,33	1,69
<i>Mikania micrantha</i>	0,15	3,57	1,36	10	0,33	1,69
Cyperaceae 1	1,10	1,79	0,68	30	0,99	1,67
<i>Conyza bonariensis</i>	0,30	1,79	0,68	15	0,49	1,17
<i>Escallonia megapotamica</i>	1,30	1,79	0,68	10	0,33	1,01
<i>Eleocharis montana</i>	0,70	1,79	0,68	5	0,16	0,84
<i>Oxypetalum tubatum</i>	0,80	1,79	0,68	5	0,16	0,84
Poaceae 1	0,30	1,79	0,68	5	0,16	0,84
TOTAIS		262,50	100	3045	100	200

PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DA VÁRZEA NO VERÃO DE 2012 COM 14 PONTOS AMOSTRAIS. (H: ALTURA MÉDIA; FA: FREQUENCIA ABSOLUTA; FR: FREQUENCIA RELATIVA; CA: COBERTURA ABSOLUTA; CR: COBERTURA RELATIVA; VI: VALOR DE IMPORTÂNCIA).

ESPÉCIE	H (m)	Frequencia		Cobertura		VI
		FA	FR	CA	CR	
<i>Typha domingensis</i>	2,38	78,57	15,12	1955	21,41	36,53
<i>Hymenachne pernambucensis</i>	1,82	57,14	11,00	1710	18,73	29,73
<i>Mimosa oblonga</i>	1,61	50,00	9,62	1545	16,92	26,54
<i>Mikania micrantha</i>	1,20	66,07	12,71	820	8,98	21,70
<i>Erechtites valerianifolia</i>	1,26	30,36	5,84	275	3,01	8,85
<i>Thalia geniculata</i>	2,80	14,29	2,75	540	5,91	8,66
<i>Ludwigia sericea</i>	1,59	19,64	3,78	240	2,63	6,41
<i>Hygrophila costata</i>	0,85	21,43	4,12	195	2,14	6,26
<i>Cissus verticillata</i>	1,09	14,29	2,75	205	2,25	4,99
<i>Neocabreria serrulata</i>	1,76	12,50	2,41	230	2,52	4,92
<i>Paspalum exaltatum</i>	1,50	12,50	2,41	180	1,97	4,38
<i>Schoenoplectus californicus</i>	2,44	16,07	3,09	110	1,20	4,30
<i>Baccharis anomala</i>	1,06	12,50	2,41	150	1,64	4,05
<i>Polygonum persicaria</i>	2,02	8,93	1,72	145	1,59	3,31
<i>Boehmeria cylindrica</i>	1,10	10,71	2,06	105	1,15	3,21
<i>Baccharis pseudomyriocephala</i>	1,52	8,93	1,72	120	1,31	3,03
<i>Lonicera japonica</i>	1,08	7,14	1,37	145	1,59	2,96
<i>Equisetum giganteum</i>	1,70	10,71	2,06	55	0,60	2,66
<i>Solanum laxum</i>	0,88	7,14	1,37	35	0,38	1,76
<i>Thelypteris interrupta</i>	0,63	5,36	1,03	45	0,49	1,52
<i>Eleocharis montana</i>	1,33	5,36	1,03	40	0,44	1,47
<i>Ipomoea</i> sp.	1,07	5,36	1,03	40	0,44	1,47
<i>Valeriana salicariifolia</i>	0,95	3,57	0,69	40	0,44	1,13
<i>Campuloclinium macrocephalum</i>	1,25	3,57	0,69	30	0,33	1,02
<i>Blechnum brasiliense</i>	1,20	3,57	0,69	20	0,22	0,91
<i>Momordica</i> sp.	1,55	3,57	0,69	20	0,22	0,91
Cyperaceae 1 (capim novo)	1,30	3,57	0,69	15	0,16	0,85
<i>Cyperus hermaphroditus</i>	0,80	3,57	0,69	15	0,16	0,85
Poaceae 1 (mini-bambu)	0,65	3,57	0,69	10	0,11	0,80
<i>Ludwigia elegans</i>	1,80	1,79	0,34	20	0,22	0,56
<i>Oxypetalum tubatum</i>	1,80	1,79	0,34	15	0,16	0,51
Asteraceae 1 (pilosa)	0,70	1,79	0,34	10	0,11	0,45
<i>Amphilophium crucigerum</i>	0,40	1,79	0,34	10	0,11	0,45
<i>Chrysolaena platensis</i>	2,00	1,79	0,34	10	0,11	0,45
cf. <i>Stevia</i> sp.	0,50	1,79	0,34	5	0,05	0,40
<i>Conyza bonariensis</i>	1,80	1,79	0,34	5	0,05	0,40
<i>Escallonia megapotamica</i>	0,50	1,79	0,34	5	0,05	0,40
<i>Jaegeria hirta</i>	0,60	1,79	0,34	5	0,05	0,40
<i>Emmeorhiza umbellata</i>	0,40	1,79	0,34	5	0,05	0,40
<i>Polygonum meisnerianum</i>	0,50	1,79	0,34	5	0,05	0,40
TOTAIS		519,64	100	9130	100	200

PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DA VÁRZEA, COM BASE NO LEVANTAMENTO DE FEVEREIRO DE 2012 EM 30 PONTOS AMOSTRAIS (H: ALTURA MÉDIA; FA: FREQUÊNCIA ABSOLUTA; FR: FREQUÊNCIA RELATIVA; CA: COBERTURA ABSOLUTA; CR: COBERTURA RELATIVA; VI: VALOR DE IMPORTÂNCIA).

ESPÉCIE	H (m)	Frequência		Cobertura		VI
		FA	FR	CA	CR	
<i>Typha domingensis</i>	2,35	70,00	14,00	4155	21,35	35,35
<i>Hymenachne pernambucensis</i>	1,88	45,83	9,17	2995	15,39	24,56
<i>Mimosa oblonga</i>	1,64	42,50	8,50	2725	14,00	22,50
<i>Mikania micrantha</i>	1,19	54,17	10,83	1145	5,88	16,72
<i>Schoenoplectus californicus</i>	2,58	32,50	6,50	905	4,65	11,15
<i>Neocabreria serrulata</i>	1,88	20,83	4,17	1090	5,60	9,77
<i>Thalia geniculata</i>	2,66	15,83	3,17	1117	5,74	8,91
<i>Cissus verticillata</i>	1,37	22,50	4,50	705	3,62	8,12
<i>Hygrophila costata</i>	0,97	19,17	3,83	405	2,08	5,91
<i>Polygonum stelligerum</i>	1,68	14,17	2,83	410	2,11	4,94
<i>Baccharis pseudomyriocephala</i>	1,52	10,83	2,17	530	2,72	4,89
<i>Erechtites valerianifolia</i>	1,29	15,00	3,00	290	1,49	4,49
<i>Ludwigia sericea</i>	1,51	12,50	2,50	330	1,70	4,20
<i>Baccharis anomala</i>	1,00	11,67	2,33	275	1,41	3,75
<i>Polygonum persicaria</i>	1,73	9,17	1,83	355	1,82	3,66
<i>Solanum laxum</i>	0,88	10,83	2,17	265	1,36	3,53
<i>Lonicera japonica</i>	1,20	8,33	1,67	305	1,57	3,23
<i>Boehmeria cylindrica</i>	1,03	9,17	1,83	210	1,08	2,91
<i>Paspalum exaltatum</i>	1,50	5,83	1,17	180	0,92	2,09
<i>Cerastium rivulare</i>	0,57	5,83	1,17	165	0,85	2,01
<i>Eleocharis montana</i>	1,31	6,67	1,33	75	0,39	1,72
<i>Equisetum giganteum</i>	1,64	6,67	1,33	70	0,36	1,69
<i>Momordica</i> sp.	1,54	5,83	1,17	85	0,44	1,60
<i>Thelypteris interrupta</i>	0,75	5,00	1,00	80	0,41	1,41
Cyperaceae 1 (capim novo)	0,95	5,00	1,00	45	0,23	1,23
Poaceae 1 (mini-bambu)	0,68	5,00	1,00	40	0,21	1,21
<i>Ipomoea</i> sp.	1,20	3,33	0,67	60	0,31	0,97
<i>Ludwigia elegans</i>	1,73	2,50	0,50	70	0,36	0,86
<i>Blechnum brasiliense</i>	1,00	3,33	0,67	30	0,15	0,82
<i>Eryngium pandanifolium</i>	2,00	0,83	0,17	90	0,46	0,63
<i>Emmeorrhiza umbellata</i>	0,43	2,50	0,50	20	0,10	0,60
<i>Chrysoleaena platensis</i>	1,60	1,67	0,33	40	0,21	0,54
<i>Valeriana salicariifolia</i>	0,95	1,67	0,33	40	0,21	0,54
<i>Campuloclinium macrocephalum</i>	1,25	1,67	0,33	30	0,15	0,49
<i>Oxypetalum tubatum</i>	1,15	1,67	0,33	20	0,10	0,44
<i>Cyperus hermaphroditus</i>	0,80	1,67	0,33	15	0,08	0,41
<i>Solanum seaforthianum</i>	1,60	0,83	0,17	25	0,13	0,30
<i>Thelypteris decurtata</i>	1,00	0,83	0,17	15	0,08	0,24
Asteraceae 1 (pilosa)	0,70	0,83	0,17	10	0,05	0,22
<i>Amphilophium crucigerum</i>	0,40	0,83	0,17	10	0,05	0,22
<i>Echinodorus grandiflorus</i>	0,30	0,83	0,17	10	0,05	0,22
cf. <i>Stevia</i> sp.	0,50	0,83	0,17	5	0,03	0,19
<i>Conyza bonariensis</i>	1,80	0,83	0,17	5	0,03	0,19
<i>Escallonia megapotamica</i> .	0,50	0,83	0,17	5	0,03	0,19
<i>Jaegeria hirta</i>	0,60	0,83	0,17	5	0,03	0,19
<i>Polygonum meisnerianum</i>	0,50	0,83	0,17	5	0,03	0,19
TOTAIS		500	100	19462	100	200

PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DA VÁRZEA, COM BASE NO LEVANTAMENTO DE AGOSTO DE 2012 EM 30 PONTOS AMOSTRAIS (H: ALTURA MÉDIA; FA: FREQUÊNCIA ABSOLUTA; FR: FREQUÊNCIA RELATIVA; CA: COBERTURA ABSOLUTA; CR: COBERTURA RELATIVA; VI: VALOR DE IMPORTÂNCIA).

ESPÉCIE	H (m)	Frequência		Cobertura		VI
		FA	FR	CA	CR	
<i>Typha domingensis</i>	1,72	67,50	14,67	3010	13,40	28,08
<i>Hymenachne pernambucensis</i>	1,58	44,17	9,60	3660	16,30	25,90
<i>Mikania micrantha</i>	0,92	70,00	15,22	2330	10,37	25,59
<i>Mimosa oblonga</i>	1,41	39,17	8,51	2980	13,27	21,78
<i>Schoenoplectus californicus</i>	2,33	37,50	8,15	2330	10,37	18,53
<i>Neocabreria serrulata</i>	1,33	19,17	4,17	1000	4,45	8,62
<i>Polygonum stelligerum</i>	1,27	14,17	3,08	940	4,19	7,26
<i>Baccharis pseudomyriocephala</i>	1,38	10,83	2,36	680	3,03	5,38
<i>Polygonum persicaria</i>	1,22	10,00	2,17	690	3,07	5,25
<i>Hygrophila costata</i>	0,13	14,17	3,08	470	2,09	5,17
<i>Cerastium rivulare</i>	0,61	10,83	2,36	570	2,54	4,89
<i>Cissus verticillata</i>	0,98	15,83	3,44	310	1,38	4,82
<i>Baccharis anomala</i>	0,92	10,83	2,36	530	2,36	4,71
<i>Solanum laxum</i>	0,93	13,33	2,90	380	1,69	4,59
<i>Thalia geniculata</i>	0,86	11,67	2,54	460	2,05	4,58
<i>Lonicera japonica</i>	1,31	8,33	1,81	330	1,47	3,28
<i>Eleocharis montana</i>	1,26	6,67	1,45	200	0,89	2,34
<i>Ludwigia sericea</i>	1,12	7,50	1,63	140	0,62	2,25
<i>Paspalum exaltatum</i>	1,56	5,83	1,27	220	0,98	2,25
<i>Equisetum giganteum</i>	1,85	6,67	1,45	170	0,76	2,21
<i>Ludwigia elegans</i>	1,06	5,83	1,27	130	0,58	1,85
Poaceae 1 (mini-bambu)	0,82	4,17	0,91	60	0,27	1,17
Poaceae (capim novo coleta)	0,93	2,50	0,54	120	0,53	1,08
<i>Eryngium pandanifolium</i>	1,40	1,67	0,36	130	0,58	0,94
<i>Blechnum brasiliense</i>	0,80	2,50	0,54	80	0,36	0,90
<i>Thelypteris interrupta</i>	0,73	2,50	0,54	80	0,36	0,90
<i>Valeriana salicariifolia</i>	1,05	1,67	0,36	80	0,36	0,72
<i>Solanum seafortianum</i>	0,75	1,67	0,36	50	0,22	0,58
<i>Begonia fischeri</i>	0,15	1,67	0,36	30	0,13	0,50
<i>Borreria palustris</i>	0,10	1,67	0,36	20	0,09	0,45
Poaceae 1 (capim fino N.I.1)	0,80	0,83	0,18	50	0,22	0,40
<i>Oxypetalum tubatum</i>	1,60	0,83	0,18	40	0,18	0,36
Poaceae 3 (capim N.I. coleta)	1,40	0,83	0,18	40	0,18	0,36
<i>Thelypteris decurtata</i>	1,20	0,83	0,18	30	0,13	0,31
<i>Centella asiatica</i>	0,30	0,83	0,18	20	0,09	0,27
<i>Oxypetalum wightianum</i>	0,80	0,83	0,18	20	0,09	0,27
Poaceae 2 (capim N.I. 2)	1,20	0,83	0,18	20	0,09	0,27
Poaceae 4 (coleta)	0,50	0,83	0,18	20	0,09	0,27
Asteraceae N.I. 1	0,40	0,83	0,18	10	0,04	0,23
<i>Baccharis vulneraria</i>	0,50	0,83	0,18	10	0,04	0,23
Bignoniaceae 1 (trepeadeira)	1,40	0,83	0,18	10	0,04	0,23
<i>Smilax campestris</i>	1,30	0,83	0,18	10	0,04	0,23
TOTAIS		460	100	22460	100	200

APÊNDICE 2 – REGISTROS FOTOGRÁFICOS



Echinodorus grandiflorus



Sagittaria montevidensis



Hygrophila costata



Alternanthera philoxeroides



Nothoscordum inodorum



Bidens laevis



Neocabreria serrulata



Jaegeria hirta



Austroeupatorium picturatum



Sphagneticola trilobata



Leptostelma maximum



Stevia clausenii



Mikania micrantha



Begonia cucullata



Araujia sericifera



Oxypetalum wightianum



Dolichandra unguis-cati



Lonicera japonica



Tillandsia sp.



Aechmea distichantha



Cerastium rivulare



Drymaria cordata



Lepismium houlettianum



Commelina erecta



Tripogandra diuretica



Dichondra repens



Convolvulus crenatifolius



Ipomoea grandiflora



Ipomoea indivisa



Erythroxylum myrsinites



Carex brasiliensis



Eleocharis montana



Scirpus californicus



Equisetum giganteum



Collaea aschersoniana



Lathyrus paranensis



Trifolium repens



Erythrina crista-galli



Mimosa oblonga



Senna neglecta



Vigna sp.



Hypoxis decumbens



Sisyrinchium micranthum



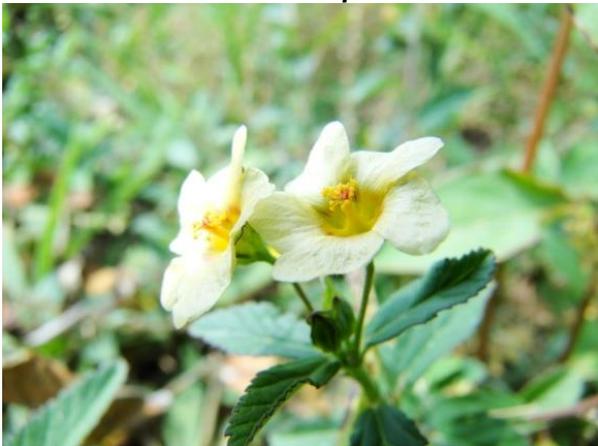
Ocimum carnosum



Modiolastrum palustre



Pavonia sepium



Sida rhombifolia



Thalia geniculata



Ludwigia nervosa



Ludwigia sericea



Oxalis latifolia



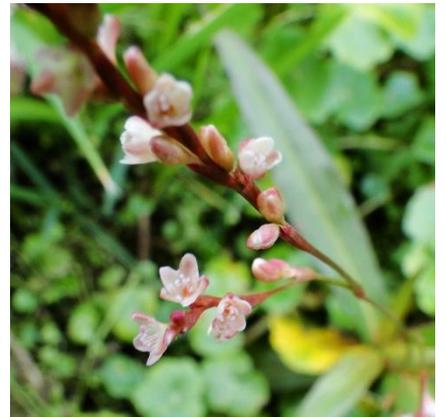
Oxalis niederleinii



Polygonum meisnerianum



Polygonum persicaria



Polygonum hydropiperoides



Passiflora actinia



Ranunculus bonariensis



Duchesnea indica



Emmeorrhiza umbellata



Solanum pseudocapsicum



Solanum seaforthianum



Solanum laxum



Solanum laxum



Vassobia breviflora



Vassobia breviflora



Cestrum corymbosum



Verbena minutiflora

