



ALINE CEOLIN

**AVALIAÇÃO DA REGENERAÇÃO NATURAL DA VEGETAÇÃO  
PROMOVIDA PELA BIOENGENHARIA DE SOLOS NAS MARGENS DO ARROIO  
VIÚVA TEREZA, SÃO LOURENÇO DO SUL – RS**

CANOAS, 2015

ALINE CEOLIN

**AVALIAÇÃO DA REGENERAÇÃO NATURAL DA VEGETAÇÃO PROMOVIDA  
PELA BIOENGENHARIA DE SOLOS NAS MARGENS DO ARROIO VIÚVA  
TEREZA, SÃO LOURENÇO DO SUL – RS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Avaliação de Impactos Ambientais do Centro Universitário La Salle – UNILASALLE, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Avaliação de Impactos Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Augusto de Loreto Bordignon

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Dias Forneck

CANOAS, 2015

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C398a Ceolin, Aline.

Avaliação da regeneração natural da vegetação promovida pela bioengenharia de solos nas margens do arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul, RS [manuscrito] / Aline Ceolin. – 2015.

73f. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado em Avaliação em Impactos Ambientais) – Centro Universitário La Salle, Canoas, 2015.

“Orientação: Prof. Dr. Sérgio Augusto de Loreto Bordignon”.

1. Impactos ambientais. 2. Regeneração natural. 3. Bioengenharia - solos. 4. Recuperação ambiental. I. Bordignon, Sérgio Augusto de Loreto. II. Título.

CDU: 504.06

Bibliotecário responsável: Melissa Rodrigues Martins - CRB 10/1380



# UNILASALLE

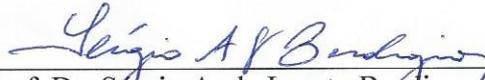
## CENTRO UNIVERSITÁRIO LA SALLE



Credenciamento: Decreto de 29/12/98 - D.O.U. de 30/12/98  
Recredenciamento: Portaria 626 de 17/05/12 - D.O.U. de 18/05/12

### Programa de Pós-Graduação em Avaliação de Impactos Ambientais

#### BANCA EXAMINADORA



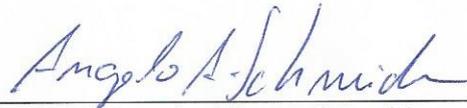
---

Prof. Dr. Sérgio A. de Loreto Bordignon  
UNILASALLE, Orientador e Presidente da  
Banca



---

Prof. Dr. Eduardo Dias Forneck  
FURG



---

Prof. Dr. Angelo Alberto Schneider  
UNIPAMPA

**Área de Concentração:** Avaliação de Impactos Ambientais

**Curso:** Mestrado em Avaliação de Impactos Ambientais

Canoas, 18 de dezembro de 2015.

## AGRADECIMENTOS

Ao longo desta caminhada foi essencial o apoio de algumas pessoas, a elas gostaria de prestar meus agradecimentos:

Ao orientador Dr. Sérgio Augusto de Loreto Bordignon pelos ensinamentos, pela compreensão, apoio nas expedições de campo e na identificação das espécies.

Ao coorientador Dr. Eduardo Dias Forneck pelos ensinamentos e pela compreensão no desenvolvimento deste trabalho.

À Dra. Ilsi Boldrini pelo apoio na identificação de muitas espécies, principalmente da família Poaceae.

À Empresa STE - Serviços Técnicos de Engenharia S.A pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

À minha família que sempre esteve ao meu lado dando incentivo nesta caminhada.

Enfim, a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para o andamento deste estudo.

## RESUMO

O trabalho foi desenvolvido em dois segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza no km 471,600 da BR-116, São Lourenço do Sul/RS. Com a duplicação da BR-116/RS foi necessária à retificação do curso d' água do Arroio Viúva Tereza, e, para a estabilização e revegetação dos segmentos de margem que se encontravam expostos foram utilizadas técnicas de bioengenharia de solos. O objetivo do estudo foi de avaliar a dinâmica da regeneração natural da vegetação promovida pela bioengenharia de solos. Os levantamentos fitossociológicos foram realizados nos meses de março (verão) e julho (inverno) de 2015, em 16 parcelas de 2x2 m no segmento da margem esquerda e 8 parcelas no segmento da margem direita. Para a estimativa da cobertura dividiu-se a área de cada uma das parcelas de 2x2m em quatro partes iguais de 1m<sup>2</sup> equivalente a 25%, assim o valor de cobertura de cada uma das espécies correspondia à soma dos valores de cobertura de cada espécie em cada uma das partes da parcela. Foi registrado no segmento da margem esquerda a ocorrência de 39 espécies e 17 famílias, já no segmento da margem direita foram encontradas 45 espécies e 16 famílias. As famílias Poaceae, Asteraceae, Convolvulaceae e Cyperaceae tiveram maior representatividade de espécies nos dois segmentos de margem. As espécies que se destacaram apresentando maior valor de importância no segmento da margem esquerda nos dois levantamentos foram: *Ludwigia caparosa*, *Cyperus hermaphroditus*, *Polygonum punctatum*, *Steinchisma laxum* e *Mikania micrantha*. No segmento da margem direita apresentaram maior valor de importância nos dois levantamentos as seguintes espécies: *Polygonum punctatum*, *Urochloa plantaginea*, *Diodia saponariifolia* e *Paspalum denticulatum*, a espécie *Echinochloa crusgalli* foi uma entre as cinco espécies que mais se destacaram no levantamento realizado em março, porém no levantamento realizado em julho verificou-se que houve a alteração para a *Commelina diffusa*. Os índices de Shannon (H') e Simpson (C) no segmento da margem esquerda no levantamento realizado em março foram de 2,686 e 0,100 e em julho de 2,749 e 0,097, para o segmento da margem direita no levantamento realizado em março foram de: 2,263 e 0,203 e em julho de: 2,365 e 0,206. O índice de similaridade de Jaccard obtido a partir da comparação das espécies registradas nos dois segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza foi de 22,43%.

Palavras-chave: regeneração natural, bioengenharia de solos, Arroio Viúva Tereza

## ABSTRACT

The present work was developed in 2 segments of border of the creek “Viuva Tereza” at the km 471,600 of BR-116, São Lourenço do Sul/RS. With the duplication of the BR-116/RS it was necessary the retification of the creek course “Viuva Tereza” and, for the stabilization and reforestation of the segments of border that were exposed, technics of bioengineering of soils were used at. The objective of the studying was to evaluate the dynamic of the natural regeneration of vegetation promoted by the bioengineering of soils. The phytosociological raisings were made in the months of march (summer) and july (winter) of 2015, in 16 parcels of 2x2m at the segment of the left border and 8 parcels of the segment of the right border. For the estimation of the covering it was divided the area of each one of 2x2m parcels in four equal parts of 1m<sup>2</sup> equivalent to 25%, so the value of the covering of each one of the species corresponded to the addition of the values of the covering of each specie in each part of the parcel. It was registered at the segment of the left border the occurrence of 39 species and 17 families, yet the segment of the right border were found 45 species and 16 families. The families Poaceae, Asteraceae, Convolvulaceae and Cyperaceae had greater representativity of species at the two segments of border. The species that excelled showing bigger value of importance in the segment of the left border at the two raisings were: *Ludwigia caparosa*, *Cyperus hermaphroditus*, *Polygonum punctatum*, *Steinchisma laxum* and *Mikania micrantha*. At the segment of the right border presented bigger value importance in the two raisings the following species: *Polygonum punctatum*, *Urochloa plantaginea*, *Diodia saponariifolia*, and *Paspalum denticulatum*, the specie *Echinochloa crusgalli* was one among the five species that more excelled at the raising made in march, though at the raising made in july it was verified that happened an alteration for *Commelina diffusa*. The indexes of Shannon (H') and Simpson (C) at the segment of the left border in the raising made in march were 2,686 as well as 0,100 and in july 2,749 as well as 0,097, for the segment of the right border at the raising made in march were: 2,263 as well as 0,203 and in july were: 2,365 as well as 0,206. The index of similarity of Jaccard obtained from the comparison of the species registered at the two segments of border of the creek “Viuva Tereza” was 22,43%.

Key-words: natural regeneration, bioengineering of soils, Creek “Viuva Tereza”

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem do ramo vegetativo de <i>Phyllanthus sellowianus</i> .....	21
Figura 2 – Imagem do ramo vegetativo de <i>Gymnanthes schottiana</i> .....	21
Figura 3 - Hábito de <i>Phyllanthus sellowianus</i> e <i>Gymnanthes schottiana</i> .....	22
Figura 4 – Localização geográfica da área de estudo no Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul – RS, aproximadamente no km 471,600 da BR-116.....	23
Figura 5 – Imagens do Arroio Viúva Tereza em período de cheia em fevereiro e em período de baixa vazão em abril no ano de 2013.....	23
Figura 6 – Bioengenharia de solos no segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza .....	26
Figura 7 – Bioengenharia de solos no segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza.....	28
Figura 8 – Distribuição das espécies por família, levantadas no segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza, município de São Lourenço do Sul - RS.....	34
Figura 9 – Distribuição das espécies por família, levantadas no segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza, município de São Lourenço do Sul - RS. ....	36
Figura 10 – Distribuição das espécies por família, levantadas no segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza, município de São Lourenço do Sul - RS. ....	39
Figura 11 – Distribuição das espécies por família, levantadas no segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza, município de São Lourenço do Sul - RS. ....	41
Figura 12 – Imagens de algumas espécies encontradas na área de estudo.....	49
Figura 13 – Síndrome de dispersão das espécies nos segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul – RS. Síndrome de dispersão: ane = anemocoria, aut = autocoria e zoo = zoocoria.....	55
Figura 14 – Curva de suficiência amostral para estimativa da riqueza de espécies no segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza.....	56

Figura 15 – Curva de suficiência amostral para estimativa da riqueza de espécies no segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza.....57

Figura 16 – Curva de suficiência amostral para estimativa da riqueza de espécies nos segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza .....57

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Espécies com maior cobertura nas parcelas situadas no segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul - RS, em julho/2015. P = parcela....44

Quadro 2 – Espécies com maior cobertura nas parcelas situadas no segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul - RS, em julho/2015. P = parcela.....44

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Composição florística do segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza, município de São Lourenço do Sul – RS. Hábitos das espécies: erva (Er), subarbusto (Sa), arbusto (Ab), trepadeira (Tr) e árvore (Ar).....31
- Tabela 2 – Composição florística do segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza, município de São Lourenço do Sul – RS. Hábitos das espécies: erva (Er), subarbusto (Sa), arbusto (Ab), trepadeira (Tr) e árvore (Ar)..... 33
- Tabela 3 – Parâmetros fitossociológicos avaliados por espécies encontradas no segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul – RS, em março/2015. Np = número de parcelas onde a espécie “i” ocorre, CA = cobertura absoluta, CR = cobertura relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa e VI = valor de importância.....35
- Tabela 4 – Parâmetros fitossociológicos avaliados por espécies encontradas no segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul – RS, em julho/2015. Np = número de parcelas onde a espécie “i” ocorre, CA = cobertura absoluta, CR = cobertura relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa e VI = valor de importância.....37
- Tabela 5 – Parâmetros fitossociológicos avaliados por espécies encontradas no segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul – RS, em março/2015. Np = número de parcelas onde a espécie “i” ocorre, CA = cobertura absoluta, CR = cobertura relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa e VI = valor de importância .....40
- Tabela 6 – Parâmetros fitossociológicos avaliados por espécies encontradas no segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul – RS, em julho/2015. Np = número de parcelas onde a espécie “i” ocorre, CA = cobertura absoluta, CR = cobertura relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa e VI = valor de importância .....42
- Tabela 7 – Comparação de medidas de diversidade dos segmentos das margens esquerda e direita do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul – RS, no período de verão e inverno, com outros estudos realizados no Sul do Brasil. ME = margem esquerda e MD = margem direita.....47
- Tabela 8 – Síndrome de dispersão das espécies encontradas nos segmentos de margem do Arroio Viúva, São Lourenço do Sul - RS.....53

Tabela 9 – Índice de similaridade de Jaccard entre os dois segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul – RS. Os números entre parênteses correspondem às espécies e famílias em comum.....	58
Tabela 10 – Índice de similaridade de Jaccard entre os segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul – RS e outras áreas de estudo com relação aos estratos herbáceo, subarbustivo e arbustivo. Foram consideradas somente as angiospermas, sendo descontadas as pteridófitas dos estudos de Müller, Waechter (2001) e Silva (2008). Os números entre parênteses correspondem às espécies em comum.....	59
Tabela 11 – Cobertura do <i>Phyllanthus sellowianus</i> no segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul – RS.....	62
Tabela 12 – Cobertura do <i>Phyllanthus sellowianus</i> e da <i>Gymnanthes schottiana</i> no segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul – RS. ....	62

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b> .....	14
1.1.1	<i>Objetivo geral</i> .....	14
1.1.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	15
<b>2</b>	<b>RECUPERAÇÃO DA MATA CILIAR</b> .....	15
<b>2.1</b>	<b>Manejo de cursos de água</b> .....	18
2.1.1	<i>Espécies utilizadas na bioengenharia de solos nas margens do Arroio Viúva Tereza</i> .....	20
2.1.1.1	<i>Phyllanthus sellowianus</i> (Klotzsch) Müll.Arg. ....	20
2.1.1.2	<i>Gymnanthes schottiana</i> Müll.Arg.....	21
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	22
<b>3.1</b>	<b>Descrição da área de estudo</b> .....	22
<b>3.2</b>	<b>Etapas da bioengenharia de solos</b> .....	25
3.2.1	<i>Segmento da margem esquerda</i> .....	25
3.2.2	<i>Segmento da margem direita</i> .....	27
<b>3.3</b>	<b>Levantamento fitossociológico I e II</b> .....	29
<b>3.4</b>	<b>Análise de dados</b> .....	29
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	31
<b>4.1</b>	<b>Florística – Segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza</b> .....	31
<b>4.2</b>	<b>Florística – Segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza</b> .....	32
<b>4.3</b>	<b>Fitossociologia – Segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza</b> .....	34
4.3.1	<i>Levantamento fitossociológico I</i> .....	34

4.3.2	<i>Levantamento fitossociológico II</i> .....	36
<b>4.4</b>	<b>Fitossociologia – Segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza</b> .....	<b>39</b>
4.4.1	<i>Levantamento fitossociológico I</i> .....	39
4.4.2	<i>Levantamento fitossociológico II</i> .....	41
<b>4.5</b>	<b>Sazonalidade</b> .....	<b>52</b>
<b>4.6</b>	<b>Síndrome de dispersão</b> .....	<b>53</b>
<b>4.7</b>	<b>Suficiência amostral</b> .....	<b>56</b>
<b>4.8</b>	<b>Similaridade</b> .....	<b>58</b>
<b>4.9</b>	<b>Bioengenharia de solos</b> .....	<b>61</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>66</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

Com o desenvolvimento econômico das cidades, cresce a demanda na implantação e manutenção de rodovias a fim de suprir as necessidades de transporte de pessoas e mercadorias. (LISBOA, 2002). As rodovias criam uma modificação profunda no ambiente e representam uma barreira permanente para os processos de evolução natural. (BANDEIRA; FLORIANO, 2004).

A BR-116 é uma das mais importantes rodovias longitudinais do Plano Nacional de Viação, tem origem no município de Fortaleza, capital do Estado do Ceará e percorre o Brasil de norte a sul até a fronteira com o Uruguai, com uma extensão total de 4.534 km. A duplicação restringe-se ao subtrecho entre os municípios de Guaíba e Pelotas, com uma extensão total de 211,22 km, abrangendo diversos municípios, tais como Guaíba, Barra do Ribeiro, Tapes, Arambaré, Camaquã, São Lourenço do Sul e Pelotas. (STE, 2009).

Com a duplicação da BR-116/RS, foi necessária a retificação do curso do Arroio Viúva Tereza no km 471,600 da BR-116, no município de São Lourenço do Sul. Os segmentos de margem ficaram expostos, sendo adotadas técnicas de bioengenharia de solos para a estabilização e revegetação.

A dinâmica sucessional das formações ribeirinhas apresentam particularidades em função das alterações vegetacionais promovidas pela elevação do curso de água, com consequente deposição de sedimentos, soterramento ou retirada da serapilheira e do banco de sementes, e pela performance diferencial das espécies ao encharcamento, que atuam como elementos naturais de perturbação nas áreas ribeirinhas. (RODRIGUES, 2000).

O trabalho consiste na avaliação da regeneração natural da vegetação nos segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza promovida pela bioengenharia de solos.

### **1.1 Objetivos**

#### *1.1.1 Objetivo geral*

Avaliar a dinâmica da regeneração natural da vegetação nos segmentos das margens do Arroio Viúva Tereza promovida pela execução da bioengenharia de solos.

### 1.1.2 *Objetivos específicos*

- Analisar a diversidade de espécies vegetais nos dois segmentos de margem;
- Relacionar a substituição de espécies com a sazonalidade;
- Avaliar a cobertura vegetal dos segmentos de margem;
- Analisar a estabilização dos segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza.

## **2 RECUPERAÇÃO DA MATA CILIAR**

A expressão florestas ciliares refere-se à vegetação florestal às margens de cursos d'água, independentemente de sua composição florística e de sua área ou região de ocorrência. (AB'SÁBER, 2000). As faixas marginais dos cursos d'água são consideradas Áreas de Preservação Permanente, conforme a Lei Federal nº 12.651/2012.

Área de Preservação Permanente (APP): área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (LEI FEDERAL nº 12.651/2012).

Conforme a mesma Lei Federal considera-se Área de Preservação Permanente, as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura, 50 metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura, 100 metros para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura, 200 metros para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 metros de largura e 500 metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros.

A vegetação presente ao longo dos corpos hídricos traz ao ecossistema a função protetora sobre os recursos naturais bióticos e abióticos, sendo importante na regularização e manutenção da vazão dos cursos hídricos, funciona como filtro para adubos e agrotóxicos advindos de áreas agrícolas próximas, diminui as perdas de solo por erosão para o ecossistema aquático e ainda preserva a fauna e a flora. (CECONI, 2010).

As florestas que ocorrem ao longo de cursos d'água e no entorno de nascentes tem características vegetacionais definidas por uma interação complexa de fatores dependentes das condições ambientais ciliares. O ambiente ribeirinho reflete as características geológicas,

climáticas, geomorfológicas, hidrológicas e hidrográficas, que atuam como elementos definidores da paisagem e das condições ecológicas locais. (RODRIGUES, 2000).

Ainda de acordo com o mesmo autor, as cheias provocadas pela elevação do curso d'água atuam na particularização da dinâmica sucessional das áreas. E estão relacionadas com o constante rejuvenescimento do solo, com a retirada e/ou soterramento da serapilheira e do banco de sementes, e, pela seletividade de espécies ao encharcamento. Desse modo, podem-se considerar as enchentes e/ou o encharcamento do solo como elementos naturais de perturbação da vegetação ribeirinha, que contribuem fortemente para a heterogeneidade ambiental e vegetacional dessas áreas. O solo inundado durante todo o ano ou durante alguns meses impede o acesso de ar necessário à respiração das raízes, criando um ambiente anaeróbico, no qual somente certas espécies, selecionadas pelas adaptações que possuem, conseguem sobreviver. (CAETANO, 2003).

O extravasamento do rio provoca o soterramento ou remoção periódica da serapilheira, do banco de sementes e mesmo dos indivíduos jovens na faixa imediatamente ciliar. O encharcamento prolongado do solo nos trechos de embaciamento ocasiona a seletividade de espécies, com aumento da mortalidade de indivíduos nesses locais. Nesse sentido, ocorre um favorecimento dos grupos mais iniciais da sucessão, já que esses fatores são tipicamente perturbadores e característicos do ambiente ciliar, com ocorrência repetitiva. (RODRIGUES; SHEPHERD, 2000).

A condição de um banco de sementes temporário na faixa ciliar deve favorecer espécies de rápido crescimento, que suportam os efeitos da enchente, ou espécies dispersas pela própria água, que tem suas sementes trazidas para a faixa ciliar pelas enchentes, ou ainda, espécies que tem a dispersão de propágulos concentrada no período pós-enchente, tendo um tempo maior para o estabelecimento dos indivíduos jovens na área, até a próxima estação chuvosa. (RODRIGUES; SHEPHERD, 2000).

A sucessão ecológica refere-se a uma sequencia de mudanças estruturais e funcionais que ocorrem nas comunidades, mudanças essas que, em muitos casos, seguem padrões mais ou menos definidos. (PINTO-COELHO, 2000). A sucessão secundária é a substituição de vegetação que ocorre após um distúrbio qualquer afetando a vegetação preexistente. A rota seguida pela sucessão depende das condições iniciais e do acaso, e da qualidade e intensidade do distúrbio. Fatores como deposição e estabelecimento de propágulos, condições físicas do substrato e, em caso de regeneração, a vegetação prévia, afetam a composição inicial do sítio

e a dinâmica temporal da vegetação. Os distúrbios iniciam, interrompem ou redirecionam o processo de sucessão. (PILLAR, 1994).

A sucessão secundária é o processo que ocorre através das mudanças que se verificam nos ecossistemas após a destruição parcial da comunidade, que pode ser uma pequena área de floresta nativa devido à queda de uma árvore ou em vários hectares de uma cultura agrícola abandonada. Neste processo ocorre uma progressiva mudança na composição florística da floresta, partindo de espécies pioneiras até espécies climáticas. (KAGEYAMA; GANDARA, 2000).

Os colonizadores iniciais e habitantes tardios tendem a ter diferentes estratégias de crescimento e reprodução. As espécies iniciais colonizam habitats recentemente criados ou perturbados de forma rápida. As espécies de clímax se dispersam e crescem mais lentamente, mas sua tolerância à sombra quando plântulas e seu tamanho maior quando plantas adultas as colocam num nível competitivo maior sobre as espécies que chegam inicialmente. (RICKLEFS, 2012).

A sustentabilidade de um ecossistema e sua auto-manutenção em uma condição relativamente estável pressupõe que as espécies dominantes possam se regenerar normalmente e se manter dominantes a longo prazo. Em ecossistemas severamente degradados esta condição não ocorre, como também, a colonização por espécies arbóreas e a sucessão secundária são dificultadas ou impedidas. (ENGEL; PARROTTA, 2003).

Da reação dos ecossistemas aos distúrbios derivam-se os conceitos de estabilidade e resiliência. O ecossistema é dito estável, quando reage a um distúrbio de forma a absorver o impacto deste, regulando a variação na sua estrutura e nos processos ecológicos, sendo capaz de manter-se num estado de equilíbrio dinâmico. E a resiliência é definida como a capacidade de um ecossistema se recuperar de flutuações internas provocadas por distúrbios naturais ou antrópicos. (TIVY apud ENGEL; PARROTTA, 2003).

De acordo com a Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (SEMA-RS) (2007), a regeneração natural é a recuperação da cobertura vegetal de determinada área, sem a interferência do homem, visando à sua reconstituição. Processo espontâneo de revegetação de áreas abandonadas, através da dinâmica de sucessão natural. A regeneração da flora está condicionada a fontes de propágulos em fragmentos florestais adjacentes, agentes dispersores e a existência de banco de sementes de espécies pioneiras no solo.

A regeneração natural refere-se às fases iniciais de estabelecimento e desenvolvimento das plantas, sua boa condição quantitativa e qualitativa possibilita a preservação, a

conservação e a formação de florestas. (GAMA et al., 2003). A avaliação da regeneração natural em florestas permite entender o seu funcionamento, orientando ações de manejo e recuperação de áreas degradadas. (RIBEIRO; FELFILI, 2009).

Muitas das técnicas utilizadas na restauração, recuperação e reabilitação são as mesmas. A diferença entre essas abordagens está na definição de metas e objetivos, bem como, na escala de tempo adotada como horizonte. A restauração ecológica tem como meta deliberada a viabilidade ecológica a longo prazo do ecossistema e a recriação no futuro de comunidades mais próximas possíveis das naturais, quanto à sua estrutura e funcionamento. Nas outras abordagens os objetivos são mais específicos, definidos numa escala de tempo menor, e a semelhança com os ecossistemas naturais não é uma característica aparentemente importante. Assim, qualquer trabalho de reparação ambiental que tenha como meta de longo prazo a recriação de um ecossistema auto-sustentável, estável e resiliente, regulado totalmente por processos naturais e com estrutura mais próxima possível das comunidades naturais, deve ser encarado como um trabalho de restauração ecológica. (ENGEL; PARROTTA, 2003).

A restauração ecológica visa o retorno do ecossistema a uma situação mais próxima possível do seu estado original ou anterior à degradação. Já a recuperação refere-se ao trabalho realizado em sítios mais severamente degradados pelas atividades mineradoras ou grandes obras de construção civil. (ENGEL; PARROTTA, 2003). Na reabilitação teria-se o retorno do ecossistema degradado a algum estado estável alternativo, todavia, este retorno só seria possível através de uma forte intervenção antrópica, já que sem a intervenção o ecossistema se manteria numa condição de degradação irreversível. (RODRIGUES; GANDOLFI, 2000).

## **2.1 Manejo de cursos de água**

A água é um dos agentes modeladores exógenos do relevo mais importantes na construção e composição da paisagem terrestre. Está ligada aos processos de erosão e sua influência sobre a estabilidade de encostas e taludes fluviais é decisiva. Do seu escoamento nos cursos de água resultam processos fluviais que participam da constante esculturação das formas de relevo. (DURLO; SUTILI, 2005).

A bioengenharia de solos é um subdomínio da engenharia civil que prossegue objetivos técnicos, ecológicos, construtivos, criativos e econômicos, através da utilização de materiais construtivos vivos (sementes e plantas). É utilizada como complemento útil e necessário das

técnicas clássicas de engenharia civil, e por vezes, substituindo estas técnicas. (SCHIECHTL, 2015).

A bioengenharia de solos preconiza o uso isolado da vegetação ou, com frequência, combinada com obras de engenharia extremamente simples e, em alguns casos, de tipo especial. Os métodos de bioengenharia de solos são utilizados na Europa há pelo menos 150 anos e nos Estados Unidos os primeiros registros são de 1920. No Brasil, o conhecimento ainda é insuficiente sobre as características das plantas potencialmente utilizáveis, que possibilite a implantação segura das obras de bioengenharia de solos. (DURLO; SUTILI, 2005).

No Brasil são conhecidas designações como bioengenharia de solos e engenharia natural, em Portugal como engenharia biofísica/natural, na Espanha como engenharia da paisagem, na Alemanha e França como engenharia biológica, na Itália como engenharia natural e nos Estados Unidos como bioengenharia de solos e estabilização de margens. Globalmente não há um termo técnico consensual que designe este tipo de intervenção, cada país adotou o termo que mais achou apropriado. (SOUZA, 2015).

Os problemas decorrentes do comportamento processual natural dos cursos de água, que por vezes, são agravados ou resultantes das ações antrópicas, representando tanto perdas econômicas como situações de risco, podem, com o devido conhecimento, serem mitigados ou mesmo solucionados pela bioengenharia de solos. (SUTILI, 2007). A bioengenharia de solos se apresenta como uma das formas mais eficazes na contenção da erosão, pois pode promover o reforço do talude sem necessidade de cálculos estruturais complexos, além, de possibilitar o emprego de matéria prima disponível na região. Esta técnica possibilita o desenvolvimento da vegetação ciliar, à medida que, por meio da proteção do talude realiza a sua estabilização. (HOLANDA et al., 2009).

A bioengenharia de solos é dividida em dois grandes grupos, as obras transversais que visam reduzir a velocidade da água através do desenvolvimento de um perfil de compensação, que modifica a inclinação original do leito do rio e conseqüentemente força o depósito de sedimentos, consolidando o leito e estabilizando as margens. E as obras longitudinais que não alteram a declividade do leito e objetivam, principalmente, reconstruir, proteger e estabilizar as margens. (DURLO; SUTILI, 2005). De acordo com Couto et al. (2010), dentre as vantagens do uso de tecnologias baseadas na bioengenharia de solos, destacam-se: menor requerimento de maquinário, utilização de materiais naturais e locais, na maioria das vezes,

uma relação custo/benefício melhor do que as técnicas tradicionais de engenharia, compatibilidade ambiental e execução em locais de acesso precário ou inexistente.

A bioengenharia de solos é um método facilitador do desenvolvimento da vegetação ciliar, além, de eficiente como ferramenta para diminuição na taxa de erosão por corrosão e posterior solapamento da base do talude marginal. (HOLANDA; ROCHA; OLIVEIRA, 2008). Diversas espécies vegetais possuem características que podem ser utilizadas no controle técnico de processos fluviais, como erosões do fundo e das margens de cursos d'água, desmoronamentos e transporte de sedimentos. (MORGAN; RICKSON, 1995 e DURLO; SUTILI, 2005).

A finalidade de usar a vegetação é acelerar a sucessão natural em solos erodidos ou com perigo de erosão, a fim de alcançar o mais rápido possível, os efeitos de proteção. A escolha deve recair sobre plantas que apresentem as seguintes características: resistam à exposição parcial de suas raízes, em locais onde se prevê formas erosionais; tenham sistema radicular que permita a fixação do solo, quer pelo comprimento, volume, distribuição e resistência das raízes, ou pela interação destas características; resistam ao aterramento parcial, em locais onde se prevê formas deposicionais; resistam ao apedrejamento (oriundo dos taludes altos e declivosos); tenham capacidade de brotar após a quebra do ápice ou corte intencional da parte aérea; possuam, preferencialmente, a capacidade de se reproduzir por meios vegetativos e crescimento rápido. (DURLO; SUTILI, 2005).

### 2.1.1 Espécies utilizadas na bioengenharia de solos nas margens do Arroio Viúva Tereza

#### 2.1.1.1 *Phyllanthus sellowianus* (Klotzsch) Müll.Arg.

*Phyllanthus sellowianus* (Figura 1 e Figura 3), espécie conhecida vulgarmente como sarandi e sarandi-vermelho, pertence à família Phyllanthaceae, no Brasil ocorre do Paraná até o Rio Grande do Sul. (SOBRAL et al., 2013 e BACKES; NARDINO, 1998). É um arbusto de 2 a 3 m de altura, que apresenta caule e ramos rijos, flexíveis, sendo por isso indicado para fixar os terrenos contra as fortes correntezas das águas, motivo pelo qual pertence ao grupo das reófitas. (DURLO; SUTILI, 2005).

Figura 1 – Imagem do ramo vegetativo de *Phyllanthus sellowianus*



Fonte: A autoria própria, 2015.

#### 2.1.1.2 *Gymnanthes schottiana* Müll.Arg.

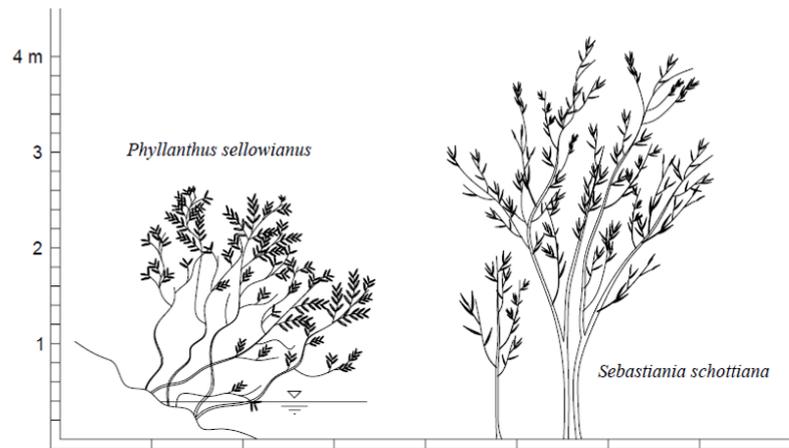
A espécie *Gymnanthes schottiana* (Figura 2 e Figura 3) pertence à família Euphorbiaceae, conhecida como sarandi, tem ocorrência no Paraguai, Argentina, Uruguai e Brasil, de Minas Gerais ao Rio Grande do Sul. (SOBRAL et al., 2013). De acordo com Marchiori (2000), é um arbusto de 3 a 3,5 m de altura, altamente adaptado à reofilia, dispendo de um denso sistema radicular e caule rijo, embora flexível, capaz de suportar a força das águas nas enchentes.

Figura 2 – Imagem do ramo vegetativo de *Gymnanthes schottiana*



Fonte: A autoria própria, 2015.

Figura 3 – Hábito de *Phyllanthus sellowianus* e *Gymnanthes schottiana*



Fonte: SUTILI, 2007, p. 31.

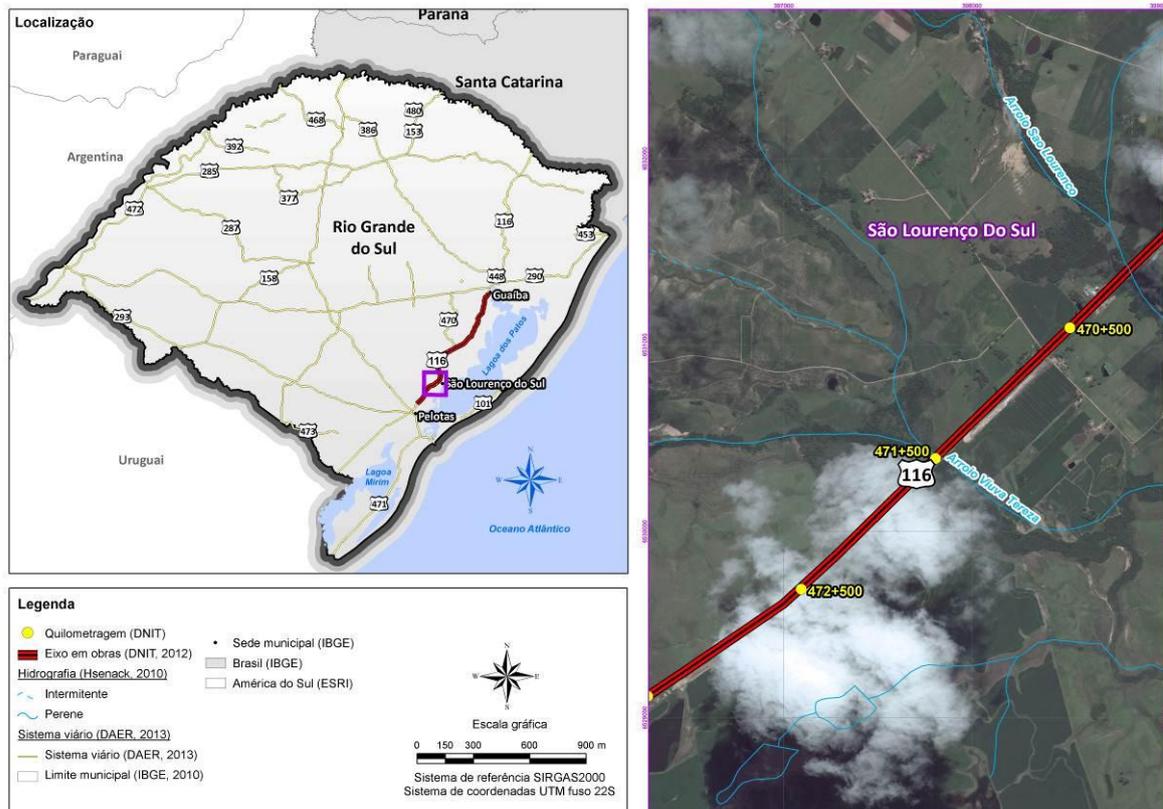
A escolha pelas espécies *Phyllanthus sellowianus* e *Gymnanthes schottiana* no presente estudo, deve-se ao fato de serem espécies nativas e reófitas, conforme estudos realizados por: Denardi (2007), Durlo e Sutili (2005), Sutili, Durlo e Bressan (2004) e Sutili (2007).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Descrição da área de estudo

A área de estudo no Arroio Viúva Tereza (Figura 4) está localizada aproximadamente no km 471,600 da BR-116/RS, no município de São Lourenço do Sul, nas coordenadas UTM x: 397782 / y: 6530269 - 22S.

Figura 4 – Localização geográfica da área de estudo no Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul – RS, aproximadamente no km 471,600 da BR-116



Fonte: STE, 2015.

A jusante da ponte este curso d'água escoava por cerca de 90 metros paralelamente ao aterro da pista existente. O leito do Arroio encontrava-se irregular com presença de poços e canais secundários (Figura 5). Com a construção da nova ponte referente à duplicação da BR-116/RS resultaria em um talude mais extenso e com o soterramento do segmento do leito do curso d' água. Desse modo, executou-se um canal de retificação do leito para proporcionar melhores condições de escoamento da água. (STE, 2013).

Figura 5 – Imagens do Arroio Viúva Tereza em período de cheia em fevereiro e em período de baixa vazão em abril no ano de 2013





Fonte: STE, 2013.

Conforme a Licença de Instalação (LI) nº 875/2012, submeteu-se a análise e aprovação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), anteriormente ao início das obras de implantação do corta-rio, o projeto de recuperação da mata ciliar do Arroio Viúva Tereza. E providenciada à outorga na Secretaria Estadual de Meio Ambiente. (STE, 2013).

De acordo com a Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (SEMA-RS) (2015), o Arroio Viúva Tereza está inserido na bacia hidrográfica do Rio Camaquã e região hidrográfica do litoral. Segundo Teixeira et al. (1986), a área do estudo se encontra na região fitoecológica Áreas de Formações Pioneiras. As formações pioneiras englobam todos os tipos de vegetação da Planície Costeira onde o complexo vegetacional abrange diferentes estágios sucessionais em terrenos secos e em áreas inundáveis. (BRACK, 2009).

Nas áreas ribeirinhas aos cursos d' água sob as formações ciliares são encontrados diversos solos, os quais variam essencialmente em função do maior ou menor grau de hidromorfismo que acontece nestes terrenos ou pela ausência deste aspecto. Além disso, a natureza do material originário é outro fator importante na distinção das classes de solos. (JACOMINE, 2000).

De acordo com Jacomine (2000), os cambissolos distribuem-se principalmente em áreas que bordejam os cursos d' água, cujas margens estão sujeitas à erosão por desmoronamento. Conforme Streck et al. (2008), os cambissolos são solos rasos a profundos e as condições de drenagem desses solos variam de bem drenados a imperfeitamente drenados, dependendo da posição que ocupam na paisagem. Os cambissolos são solos em processo de transformação, razão pela qual tem características insuficientes para serem enquadrados em outras classes de solos mais desenvolvidos.

### 3.2 Etapas da bioengenharia de solos

No canal meandrante, as curvas causam uma resistência adicional ao movimento da água. O deslocamento do potencial de erosão e da capacidade de transporte, do centro para o raio externo da curva, causam a corrosão da margem e o aprofundamento do leito, neste ponto. Esse aumento de profundidade produz novo acréscimo na velocidade, deslocando ainda mais o eixo e corroendo novamente a margem em um processo contínuo e interativo. (DURLO; SUTILI, 2005). Nesse sentido, no segmento da margem esquerda foram usadas técnicas de bioengenharia de solos mais resistentes.

As margens esquerda e direita do Arroio Viúva Tereza foram designadas conforme o sentido de escoamento deste Arroio.

As amostras das espécies de sarandi: *Phyllanthus sellowianus* e *Gymnanthes schottiana*, foram coletadas nas margens do Arroio Evaristo, no município de Cristal/RS, nas coordenadas UTM x: 399586 / y: 6567629 - 22S, em que se apresentam abundantemente.

#### 3.2.1 Segmento da margem esquerda

No mês de março de 2014 foi realizada a bioengenharia de solos em 32 m de margem do Arroio Viúva Tereza (Figura 6). Os ramos de *Phyllanthus sellowianus* com 1,5 a 2 m de altura, foram coletados no Arroio Evaristo e deixados em contato com a água para não ocorrer perda de vitalidade até o momento do plantio.

O talude do segmento de margem foi conformado e, após esta etapa, foi realizada a disposição das estacas de eucalipto, cravadas verticalmente no solo, com espaçamento de 1,5 metros entre si, visando fixar as toras, posteriormente sobrepostas longitudinalmente ao talude.

Para construção da esteira viva, os ramos de sarandi foram dispostos verticalmente no talude, com a base em contato com a água, fixados na margem do Arroio com o uso de taquaras presas em estacas cravadas no solo. Em seguida, foram colocadas as toras longitudinalmente sobre a base das estacas de sarandi e amarradas para não flutuarem com o aumento do nível do Arroio. Após a disposição e fixação dos ramos de sarandi, os mesmos foram cobertos com uma fina camada de solo para auxiliar no enraizamento.

Posteriormente foram colocados blocos de rocha na base do talude para contribuir na estabilidade. No mesmo mês constatou-se o início da brotação dos ramos de *Phyllanthus sellowianus*.

No segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza, o levantamento da regeneração natural da vegetação junto às estacas de *Phyllanthus sellowianus* foi realizado numa extensão de 32 m de comprimento e 2 m de largura, em parcelas de 2x2 m (4 m<sup>2</sup>), dispostas longitudinalmente ao curso d' água, totalizando 16 parcelas.

Figura 6 – Bioengenharia de solos no segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza





Fonte: STE, 2014.

### 3.2.2 Segmento da margem direita

No mês de maio de 2014 foi realizada a bioengenharia de solos em 16 m de margem do Arroio Viúva Tereza (Figura 7). Foram coletados os ramos de sarandi (*Gymnanthes schottiana* e *Phyllanthus sellowianus*) também no Arroio Evaristo, com aproximadamente 1,5 m de altura e mantidos em contato com a água até o seu plantio.

Os ramos das duas espécies de sarandi foram fixados no talude com o uso de varas de taquara dispostas longitudinalmente e presas em estacas de taquara cravadas no solo. Após a colocação e fixação dos ramos, os mesmos foram cobertos com uma fina camada de solo. Posteriormente foi realizado o enrocamento na base do talude com rochas.

No mês de agosto de 2014, constatou-se o início da brotação das estacas de *Phyllanthus sellowianus* e somente no mês de dezembro verificou-se a emissão de brotação das estacas de *Gymnanthes schottiana*, sendo que foi feito o plantio da mesma quantidade de ramos das duas espécies.

No segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza, o levantamento da regeneração natural junto às estacas de sarandi foi avaliado numa extensão de 16 m de

comprimento e 2 m de largura. O levantamento foi realizado em parcelas de 2x2 m (4 m<sup>2</sup>), assim como no segmento da margem esquerda, totalizando 8 parcelas.

Figura 7 – Bioengenharia de solos no segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza

	
<p>Coleta de ramos de <i>Gymnanthes schottiana</i> e <i>Phyllanthus sellowianus</i> no Arroio Evaristo</p>	<p>Conformação do talude</p>
	
<p>Estacas de <i>Gymnanthes schottiana</i> e <i>Phyllanthus sellowianus</i> dispostas no talude</p>	<p>Colocação de rochas</p>

Fonte: STE, 2014.

Nos meses de outubro e dezembro de 2014 realizou-se o plantio compensatório de 407 mudas de espécies nativas como forma de compensação à supressão na área do corta-rio, a escolha das espécies foi condicionada a vegetação original encontrada na área do estudo. Foi realizado o plantio em área total com espécies de crescimento rápido (pioneiras e secundárias iniciais) e lento (secundárias tardias e clímax), próximo às margens do Arroio Viúva Tereza. E o enriquecimento, com o plantio de espécies secundárias tardias e clímax sob a copa da vegetação existente no local.

### 3.3 Levantamento fitossociológico I e II

Para a coleta dos dados foram necessários os seguintes materiais: prancheta, fita métrica, máquina fotográfica, estacas, martelo e fita zebra.

Foram registradas todas as espécies que se encontravam em cada parcela, como também a porcentagem de cobertura, nas estações de verão (levantamento fitossociológico I) e inverno (levantamento fitossociológico II) no ano de 2015. Foram levantados apenas os indivíduos enraizados dentro das parcelas, com relação aos cespitosos localizados sobre o limite destas, foram consideradas somente as partes enraizadas dentro da parcela.

A cobertura corresponde à porcentagem de ocupação da área da parcela pela projeção das partes aéreas de uma mesma espécie, para determinar a cobertura dividiu-se a área de cada uma das parcelas de 2x2 m em quatro partes iguais de 1m<sup>2</sup>, considerou-se que cada uma das partes dividida da parcela apresentava valor de cobertura equivalente a 25%. O valor de cobertura de cada uma das espécies correspondia à soma dos valores de cobertura de cada espécie em cada uma das partes da parcela.

A identificação das espécies foi realizada *in loco*. Para as espécies não identificadas no local, foi coletado o material botânico para posterior identificação no Laboratório de Conservação e Manejo da Biodiversidade do Unilasalle, com a utilização de literatura, comparação com exsicatas existentes no Herbário ICN (Herbário do Instituto de Biociências da UFRGS) ou consulta a especialistas. As famílias estão de acordo com o sistema de classificação APG III (2009).

A validade dos nomes científicos das espécies foi confirmada através de consultas aos sites: Lista de Espécies da Flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>), The Plant List (<http://www.theplantlist.org/>) e Tropicos (<http://www.tropicos.org/>). Para a origem e hábito das espécies também foram consultadas as seguintes referências bibliográficas: Lorenzi (2008), Lorenzi (2013), Lorenzi (2014), Sobral et al. (2013) e Schneider (2007).

### 3.4 Análise de dados

A partir dos dados coletados em campo foram estimados os seguintes parâmetros fitossociológicos (MÜELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974): cobertura absoluta, cobertura relativa, frequência absoluta, frequência relativa e valor de importância.

- Cobertura absoluta:

$$CA_i = \Sigma C_i$$

$C_i$  = percentuais de cobertura da espécie “i”.

- Cobertura relativa:

$$CR_i = (CA_i / \Sigma CA_i) \times 100$$

$\Sigma CA_i$  = somatório dos percentuais de cobertura de todas as espécies.

- Frequência absoluta:

$$FA_i = (UA_i / UAT) \times 100$$

$UA_i$  = número de unidades amostrais onde a espécie “i” ocorre; e

$UAT$  = número total de unidades amostrais.

- Frequência relativa:

$$FR_i = (FA_i / \Sigma FA_i) \times 100$$

$\Sigma FA_i$  = somatório das frequências absolutas de todas as espécies.

- Valor de importância:

$$VI = (CR_i + FR_i) / 2$$

Foram avaliadas a diversidade específica (índice de Shannon) e a dominância (índice de Simpson), com base nos valores de cobertura absoluta. E os estimadores Jackknife (1 e 2) e Chao (2) que possibilitam estimar o número total de espécies numa determinada comunidade a partir dos dados amostrais. Para a análise dos dados utilizou-se o software PAST (Paleontological Statistics) version 3.10. E a estimativa da suficiência amostral, através da análise da curva do coletor, traçando-se a curva do número cumulativo de espécies por parcela levantada.

Foram descritas as estratégias de dispersão das espécies encontradas na área de estudo, através de consulta a especialistas e as seguintes referências bibliográficas: Aicha (2013), Assunção; Guglieri-Caporal e Sartori (2011), Aumond (2007), Barbosa et al. (2015), Bila (2012), Brighenti e Oliveira (2011), Ferreira et al. (2013), Gazziero et al. (2006), Lima (2012), Marques e Oliveira (2005), Reis et al. (2015), Ronchi (2013), Souza et al. (2014),

Spina; Ferreira e Leitão Filho (2001), Tomazi; Zimmermann e Laps (2010) e Venzke et al. (2014).

Para a análise da similaridade foi utilizado o índice de Jaccard (MÜELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974), este índice expressa a relação entre as espécies comuns que ocorrem em duas diferentes áreas:

- Índice de similaridade de Jaccard

$$ISJ = (c / a + b + c) \times 100$$

c = número de espécies comuns às comunidades A e B;

a = número de espécies exclusivas da comunidade A;

b = número de espécies exclusivas da comunidade B.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Florística - Segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza

Nos levantamentos realizados em março e julho de 2015, no segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza, foram encontradas 38 espécies e 1 espécie não foi identificada, descritas na Tabela 1. Sendo 26 ervas, 2 subarbustos, 2 arbustos, 5 trepadeiras e 3 árvores. Totalizando 33 espécies nativas e 5 espécies exóticas.

Tabela 1 – Composição florística do segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza, município de São Lourenço do Sul – RS. Hábitos das espécies: erva (Er), subar busto (Sa), arbusto (Ab), trepadeira (Tr) e árvore (Ar)

Família	Nome científico	Nome popular	Hábito	Ocorrência
Amaranthaceae	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	erva-de-jacaré	Er	nativa
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	jerivá	Ar	nativa
Asteraceae	<i>Baccharis spicata</i> (Lam.) Baill.	vassoura	Sa	nativa
	<i>Conyza</i> sp.		Er	nativa
	<i>Mikania micrantha</i> Kunth	guaco	Tr	nativa
	<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera	quitoco	Er	nativa
	<i>Symphotrichum squamatum</i> (Spreng.) G.L. Nesom	falso-mio-mio	Er	nativa
Caryophyllaceae	<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Roem. & Schult.	cordão-de-sapo	Er	exótica

Família	Nome científico	Nome popular	Hábito	Ocorrência
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	trapoeraba	Er	nativa
Convolvulaceae	<i>Convolvulus bonariensis</i> Cav.		Tr	nativa
	<i>Dichondra sericea</i> Sw.	orelha-de-rato	Er	nativa
	<i>Ipomoea alba</i> L.	corriola	Tr	nativa
	<i>Ipomoea grandifolia</i> (Dammer) O'Donnell	corriola	Tr	nativa
	<i>Merremia dissecta</i> (Jacq.) Hallier f.	campainha	Tr	exótica
Cyperaceae	<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.	tiririca	Er	nativa
	<i>Cyperus eragrostis</i> Lam.	tiririca	Er	nativa
	<i>Kyllinga odorata</i> Vahl	junquinho	Er	nativa
Euphorbiaceae	<i>Caperonia linearifolia</i> A.St.-Hil.		Er	nativa
	<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	branquilha	Ar	nativa
Fabaceae	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	maricá	Ar	nativa
	<i>Mimosa pilulifera</i> Benth.	manacá	Ab	nativa
Juncaceae	<i>Juncus microcephalus</i> Kunth	junco	Er	nativa
Lythraceae	<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J.Macbr.	sete-sangrias	Er	nativa
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	guanxuma	Er	nativa
Onagraceae	<i>Ludwigia caparosa</i> (Cambess.) H. Hara		Sa	nativa
	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	cruz-de-malta	Er	nativa
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	trevo	Er	nativa
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	grama-paulista	Er	exótica
	<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) P. Beauv.	capim-arroz	Er	exótica
	<i>Eragrostis lugens</i> Nees		Er	nativa
	<i>Paspalum denticulatum</i> Trin.		Er	nativa
	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelen	capim-rabo-de-raposa	Er	nativa
	<i>Steinchisma decipiens</i> (Nees ex Trin.) W.V. Br.		Er	nativa
	<i>Steinchisma laxum</i> (Sw.) Zuloaga	capim-de-capivara	Er	nativa
	<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R.D.Webster	capim-papuã	Er	exótica
Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum</i> Elliott	erva-de-bicho	Er	nativa
Rubiaceae	<i>Cephalanthus glabratus</i> (Spreng.) K.Schum.	sarandi	Ab	nativa
	<i>Diodia saponariifolia</i> (Cham. & Schldt.) K. Schum.	poaia-do-brejo	Er	nativa
-	Não identificada	-	-	-

Fonte: Autoria própria, 2015.

#### 4.2 Florística - Segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza

Nos levantamentos realizados em março e julho de 2015 foram encontradas 45 espécies. Sendo 33 ervas, 2 subarbustos, 3 arbustos, 4 trepadeiras e 3 árvores. Totalizando 32 espécies nativas e 13 exóticas, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Composição florística do segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza, município de São Lourenço do Sul – RS. Hábitos das espécies: erva (Er), subarbusto (Sa), arbusto (Ab), trepadeira (Tr) e árvore (Ar)

Família	Nome científico	Nome popular	Hábito	Ocorrência
Amaranthaceae	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	mastruz	Sa	exótica
Apiaceae	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	pé-de-cavalo	Er	exótica
	<i>Eryngium pandanifolium</i> Cham. & Schldl.	caraguatá	Sa	nativa
Asteraceae	<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	carrapicho	Er	nativa
	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	mentrasto	Er	nativa
	<i>Bidens pilosa</i> L.	picão-preto	Er	exótica
	<i>Conyza</i> sp.		Er	nativa
	<i>Mikania micrantha</i> Kunth	guaco	Tr	nativa
	<i>Soliva pterosperma</i> (Juss.) Less.	roseta	Er	nativa
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	grandiuva	Ar	nativa
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	trapoeraba	Er	nativa
Convolvulaceae	<i>Convolvulus bonariensis</i> Cav.		Tr	nativa
	<i>Dichondra sericea</i> Sw.	orelha-de-rato	Er	nativa
	<i>Ipomoea grandifolia</i> (Dammer) O'Donell	corriola	Tr	nativa
	<i>Merremia dissecta</i> (Jacq.) Hallier f.	campainha	Tr	exótica
Cyperaceae	<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.	tiririca	Er	nativa
	<i>Cyperus odoratus</i> L.	tiririca	Er	nativa
	<i>Kyllinga odorata</i> Vahl	junquinho	Er	nativa
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	branquilho	Ar	nativa
	<i>Ricinus communis</i> L.	mamona	Ab	exótica
Fabaceae	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	maricá	Ar	nativa
	<i>Mimosa pilulifera</i> Benth.		Ab	nativa
Juncaceae	<i>Juncus microcephalus</i> Kunth	junco	Er	nativa
Lythraceae	<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J.Macbr.	sete-sangrias	Er	nativa
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	guanxuma	Er	nativa
Poaceae	<i>Avena</i> sp.		Er	exótica
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	grama-paulista	Er	exótica
	<i>Dichanthelium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark		Er	nativa
	<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	milhã	Er	exótica
	<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) P.Beauv.	capim-arroz	Er	exótica
	<i>Eragrostis plana</i> Nees	capim anoni	Er	exótica
	<i>Eriochloa punctata</i> (L.) Desv. ex Ham.	capim-de-várzea	Er	nativa
	<i>Hymenachne grumosa</i> (Nees) Zuloaga		Er	nativa
	<i>Lolium multiflorum</i> L.	azevém	Er	exótica
	<i>Paspalum corcovadense</i> Raddi		Er	nativa
	<i>Paspalum denticulatum</i> Trin.		Er	nativa
	<i>Paspalum plicatulum</i> Michx.	capim-cuiabano	Er	nativa
	<i>Paspalum urvillei</i> Steud.	capim-das-roças	Er	nativa
	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	capim-rabo-de-raposa	Er	nativa
	<i>Steinchisma decipiens</i> (Nees ex Trin.) W.V. Br.		Er	nativa

Família	Nome científico	Nome popular	Hábito	Ocorrência
	<i>Steinchisma laxum</i> (Sw.) Zuloaga		Er	nativa
	<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R.D.Webster	capim-papuã	Er	exótica
Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum</i> Elliott	erva-de-bicho	Er	nativa
Rubiaceae	<i>Diodia saponariifolia</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	poaia-do-brejo	Er	nativa
Solanaceae	<i>Brugmansia suaveolens</i> (Willd.) Bercht. & J.Presl	trombeteira	Ab	exótica

Fonte: Autoria própria, 2015.

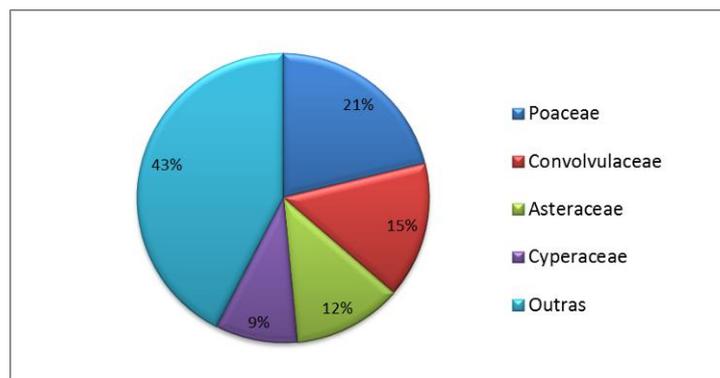
### 4.3 Fitossociologia - Segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza

#### 4.3.1 Levantamento fitossociológico I

No levantamento fitossociológico realizado em março, a composição florística resultou em 33 espécies, 29 gêneros e 15 famílias. Com 23 ervas, 2 subarbustos, 2 arbustos, 5 trepadeiras e 1 árvore. Totalizando 28 espécies nativas e 5 espécies exóticas.

As famílias mais representativas foram: Poaceae com 6 gêneros e 7 espécies, seguida por Convolvulaceae com 4 gêneros e 5 espécies, Asteraceae com 4 gêneros/espécies e Cyperaceae com 2 gêneros e 3 espécies. Essas 4 famílias contribuíram com 55% dos gêneros e 57% das espécies registradas no presente estudo, as demais famílias representam 45% dos gêneros e 43% das espécies (Figura 8).

Figura 8 - Distribuição das espécies por família, levantadas no segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza, município de São Lourenço do Sul - RS



Fonte: Autoria própria, 2015.

As espécies que apresentaram maior valor de importância (V.I.) foram: *Ludwigia caparosa* (14,37), *Cyperus hermaphroditus* (9,56), *Polygonum punctatum* (9,40), *Steinchisma laxum* (7,40) e *Mikania micrantha* (6,14).

Destacaram-se no levantamento com relação à cobertura relativa, *Ludwigia caparosa* (22,55), *Polygonum punctatum* (11,58), *Mikania micrantha* (9,18), *Cyperus hermaphroditus* (7,78), *Steinchisma laxum* (7,58), *Ipomoea alba* (6,99) e *Mimosa pilulifera* (5,79). Juntas perfazem 71,45% do total de cobertura registrada na área.

*Cyperus hermaphroditus* apresentou maior frequência, seguido por *Polygonum punctatum*, *Steinchisma laxum*, *Cephalanthus glabratus* e *Ludwigia caparosa*, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros fitossociológicos avaliados por espécies encontradas no segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul - RS, em março/2015. Np = número de parcelas onde a espécie “i” ocorre, CA = cobertura absoluta, CR = cobertura relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa e VI = valor de importância

Espécie	Família	Np	CA	CR	FA	FR	VI
<i>Ludwigia caparosa</i>	Onagraceae	6	113	22,55	37,50	6,19	14,37
<i>Cyperus hermaphroditus</i>	Cyperaceae	11	39	7,78	68,75	11,34	9,56
<i>Polygonum punctatum</i>	Polygonaceae	7	58	11,58	43,75	7,22	9,40
<i>Steinchisma laxum</i>	Poaceae	7	38	7,58	43,75	7,22	7,40
<i>Mikania micrantha</i>	Asteraceae	3	46	9,18	18,75	3,09	6,14
<i>Cephalanthus glabratus</i>	Rubiaceae	6	27	5,39	37,50	6,19	5,79
<i>Ipomoea alba</i>	Convolvulaceae	4	35	6,99	25,00	4,12	5,55
<i>Mimosa pilulifera</i>	Fabaceae	4	29	5,79	25,00	4,12	4,96
<i>Ipomoea grandifolia</i>	Convolvulaceae	4	21	4,19	25,00	4,12	4,16
<i>Pluchea sagittalis</i>	Asteraceae	5	11	2,20	31,25	5,15	3,68
<i>Sida rhombifolia</i>	Malvaceae	4	14	2,79	25,00	4,12	3,46
<i>Steinchisma decipiens</i>	Poaceae	4	12	2,40	25,00	4,12	3,26
<i>Baccharis spicata</i>	Asteraceae	3	6	1,20	18,75	3,09	2,15
<i>Cuphea carthagenensis</i>	Lythraceae	3	4	0,80	18,75	3,09	1,95
<i>Diodia saponariifolia</i>	Rubiaceae	3	4	0,80	18,75	3,09	1,95
<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	2	8	1,60	12,50	2,06	1,83
<i>Setaria parviflora</i>	Poaceae	2	6	1,20	12,50	2,06	1,63
<i>Ludwigia octovalvis</i>	Onagraceae	2	5	1,00	12,50	2,06	1,53
<i>Cyperus eragrostis</i>	Cyperaceae	2	4	0,80	12,50	2,06	1,43
<i>Gymnanthes klotzschiana</i>	Euphorbiaceae	2	3	0,60	12,50	2,06	1,33
<i>Eragrostis lugens</i>	Poaceae	1	3	0,60	6,25	1,03	0,81
<i>Drymaria cordata</i>	Caryophyllaceae	1	2	0,40	6,25	1,03	0,72
<i>Echinochloa crusgalli</i>	Poaceae	1	2	0,40	6,25	1,03	0,72
<i>Urochloa plantaginea</i>	Poaceae	1	2	0,40	6,25	1,03	0,72
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	Amaranthaceae	1	1	0,20	6,25	1,03	0,62
<i>Caperonia linearifolia</i>	Euphorbiaceae	1	1	0,20	6,25	1,03	0,62
<i>Commelina diffusa</i>	Commelinaceae	1	1	0,20	6,25	1,03	0,62

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Np</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>VI</b>
<i>Convolvulus bonariensis</i>	Convolvulaceae	1	1	0,20	6,25	1,03	0,62
<i>Dichondra sericea</i>	Convolvulaceae	1	1	0,20	6,25	1,03	0,62
<i>Juncus microcephalus</i>	Juncaceae	1	1	0,20	6,25	1,03	0,62
<i>Kyllinga odorata</i>	Cyperaceae	1	1	0,20	6,25	1,03	0,62
<i>Merremia dissecta</i>	Convolvulaceae	1	1	0,20	6,25	1,03	0,62
<i>Symphyotrichum squamatum</i>	Asteraceae	1	1	0,20	6,25	1,03	0,62
<b>TOTAL</b>			<b>501</b>	<b>100</b>	<b>606,25</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Aatoria própria, 2015.

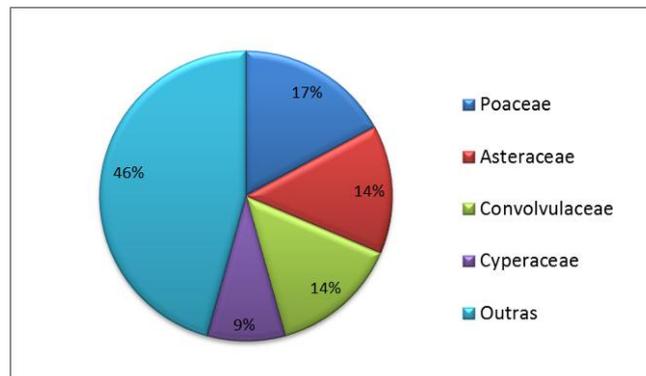
O índice de Shannon e o índice de Simpson encontrados no segmento da margem esquerda em março foram de 2,686 e 0,100, respectivamente. Apresentando maior diversidade de espécies em comparação com o segmento da margem direita.

#### 4.3.2 Levantamento fitossociológico II

Em julho foram levantadas 35 espécies, 30 gêneros e 16 famílias, uma espécie não foi identificada. As famílias mais representativas foram: Poaceae com 5 gêneros e 6 espécies, seguida por Asteraceae com 5 gêneros/espécies, Convolvulaceae com 4 gêneros e 5 espécies e Cyperaceae com 2 gêneros e 3 espécies. Essas 4 famílias contribuíram com 54% dos gêneros e das espécies registradas no presente estudo, as demais famílias representam 46% dos gêneros e das espécies (Figura 9).

Sendo 23 ervas, 2 subarbustos, 2 arbustos, 5 trepadeiras e 3 árvores. Totalizando 31 espécies nativas e 4 espécies exóticas.

Figura 9 – Distribuição das espécies por família, levantadas no segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza, município de São Lourenço do Sul - RS



Fonte: Aatoria própria, 2015.

A *Ludwigia caparosa* apresentou maior valor de importância (V.I.) em ambos os levantamentos, as demais espécies que se destacaram foram as mesmas apresentadas no levantamento I, porém foi alterada a ordem de importância, sendo: *Ludwigia caparosa* (13,51), *Polygonum punctatum* (9,61), *Cyperus hermaphroditus* (8,94), *Mikania micrantha* (6,84) e *Steinchisma laxum* (6,83).

Destacaram-se no levantamento, com relação à cobertura relativa, *Ludwigia caparosa* (21,52), *Polygonum punctatum* (11,87), *Mikania micrantha* (10,02), *Cyperus hermaphroditus* (7,79), *Steinchisma laxum* (7,24), *Mimosa pilulifera* (6,86) e *Ipomoea alba* (6,49). Juntas perfazem 71,79% do total de cobertura registrada na área.

*Cyperus hermaphroditus* apresentou maior frequência em ambos os levantamentos, as demais espécies que apresentaram maior frequência no levantamento II, foram: *Polygonum punctatum*, *Mimosa pilulifera*, *Steinchisma laxum*, *Cephalanthus glabratus* e *Ludwigia caparosa*, conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4 - Parâmetros fitossociológicos avaliados por espécies encontradas no segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul - RS, em julho/2015. Np = número de parcelas onde a espécie “i” ocorre, CA = cobertura absoluta, CR = cobertura relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa e VI = valor de importância

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Np</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>VI</b>
<i>Ludwigia caparosa</i>	Onagraceae	6	116	21,52	37,50	5,50	13,51
<i>Polygonum punctatum</i>	Polygonaceae	8	64	11,87	50,00	7,34	9,61
<i>Cyperus hermaphroditus</i>	Cyperaceae	11	42	7,79	68,75	10,09	8,94
<i>Mikania micrantha</i>	Asteraceae	4	54	10,02	25,00	3,67	6,84
<i>Steinchisma laxum</i>	Poaceae	7	39	7,24	43,75	6,42	6,83
<i>Mimosa pilulifera</i>	Fabaceae	7	37	6,86	43,75	6,42	6,64
<i>Cephalanthus glabratus</i>	Rubiaceae	6	27	5,01	37,50	5,50	5,26
<i>Ipomoea alba</i>	Convolvulaceae	4	35	6,49	25,00	3,67	5,08
<i>Sida rhombifolia</i>	Malvaceae	5	16	2,97	31,25	4,59	3,78
<i>Pluchea sagittalis</i>	Asteraceae	4	12	2,23	25,00	3,67	2,95
<i>Steinchisma decipiens</i>	Poaceae	4	12	2,23	25,00	3,67	2,95
<i>Oxalis</i> sp.	Oxalidaceae	4	4	0,74	25,00	3,67	2,21
<i>Baccharis spicata</i>	Asteraceae	3	7	1,30	18,75	2,75	2,03
<i>Diodia saponariifolia</i>	Rubiaceae	3	7	1,30	18,75	2,75	2,03
<i>Gymnanthes klotzschiana</i>	Euphorbiaceae	3	7	1,30	18,75	2,75	2,03
<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	2	10	1,86	12,50	1,83	1,85
<i>Juncus microcephalus</i>	Juncaceae	3	3	0,56	18,75	2,75	1,65
<i>Setaria parviflora</i>	Poaceae	2	6	1,11	12,50	1,83	1,47
<i>Ludwigia octovalvis</i>	Onagraceae	2	5	0,93	12,50	1,83	1,38
<i>Cyperus eragrostis</i>	Cyperaceae	2	4	0,74	12,50	1,83	1,29

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Np</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>VI</b>
<i>Dichondra sericea</i>	Convolvulaceae	2	4	0,74	12,50	1,83	1,29
<i>Kyllinga odorata</i>	Cyperaceae	2	4	0,74	12,50	1,83	1,29
<i>Merremia dissecta</i>	Convolvulaceae	2	3	0,56	12,50	1,83	1,20
<i>Drymaria cordata</i>	Caryophyllaceae	1	4	0,74	6,25	0,92	0,83
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	Amaranthaceae	1	3	0,56	6,25	0,92	0,74
<i>Commelina diffusa</i>	Commelinaceae	1	2	0,37	6,25	0,92	0,64
<i>Paspalum denticulatum</i>	Poaceae	1	2	0,37	6,25	0,92	0,64
<i>Urochloa plantaginea</i>	Poaceae	1	2	0,37	6,25	0,92	0,64
<i>Caperonia linearifolia</i>	Euphorbiaceae	1	1	0,19	6,25	0,92	0,55
<i>Convolvulus bonariensis</i>	Convolvulaceae	1	1	0,19	6,25	0,92	0,55
<i>Conyza</i> sp.	Asteraceae	1	1	0,19	6,25	0,92	0,55
<i>Ipomoea grandifolia</i>	Convolvulaceae	1	1	0,19	6,25	0,92	0,55
<i>Mimosa bimucronata</i>	Fabaceae	1	1	0,19	6,25	0,92	0,55
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Arecaceae	1	1	0,19	6,25	0,92	0,55
<i>Symphotrichum squamatum</i>	Asteraceae	1	1	0,19	6,25	0,92	0,55
Não identificada	-	1	1	0,19	6,25	0,92	0,55
<b>TOTAL</b>			<b>539</b>	<b>100,00</b>	<b>681,25</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Autoria própria, 2015.

No levantamento II constatou-se que 3 espécies presentes no levantamento I estavam mortas, sendo: *Cuphea carthagenensis*, *Echinochloa crusgalli* e *Eragrostis lugens*. As duas primeiras tratam-se de espécies anuais e a terceira de espécie perene. Como também, teve novos registros de espécies na área: *Conyza* sp., *Mimosa bimucronata*, *Oxalis* sp., *Paspalum denticulatum*, *Syagrus romanzoffiana* e uma espécie não foi identificada por ser ainda plântula. Verificou-se maior riqueza de espécies e de famílias no levantamento II em comparação ao levantamento I no mesmo segmento de margem.

Os índices de Shannon e de Simpson encontrados no segmento da margem esquerda em julho foram de 2,749 e de 0,097. Apresentando maior diversidade de espécies quando comparado ao levantamento realizado em março neste segmento de margem, e aos levantamentos realizados no segmento da margem direita.

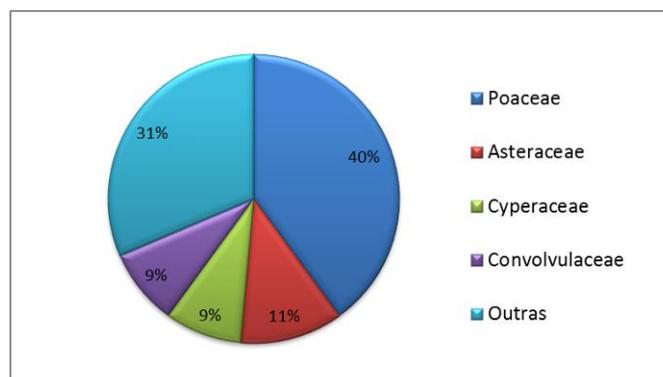
#### 4.4 Fitossociologia - Segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza

##### 4.4.1 Levantamento fitossociológico I

A composição da flora no levantamento realizado em março resultou em 35 espécies, 30 gêneros e 14 famílias. Totalizando 28 ervas, 1 subarbusto, 2 arbustos, 3 trepadeiras e 1 árvore. Com 25 espécies nativas e 10 espécies exóticas.

As famílias mais representativas foram: Poaceae com 11 gêneros e 14 espécies, seguida por Asteraceae com 4 gêneros/espécies, Convolvulaceae com 3 gêneros/espécies e Cyperaceae com 2 gêneros e 3 espécies. Essas 4 famílias contribuíram com 67% dos gêneros e 69% das espécies registradas no presente estudo, as demais famílias representam 33% dos gêneros e 31% das espécies (Figura 10).

Figura 10 – Distribuição das espécies por família, levantadas no segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza, município de São Lourenço do Sul - RS



Fonte: A autoria própria, 2015.

As espécies com maior valor de importância (V.I.) foram: *Polygonum punctatum* (24,82), *Urochloa plantaginea* (10,46), *Echinochloa crusgalli* (8,00), *Diodia saponariifolia* (6,36) e *Paspalum denticulatum* (5,58).

Destacaram-se no levantamento, com relação à cobertura relativa: *Polygonum punctatum* (40,34), *Urochloa plantaginea* (15,11), *Echinochloa crusgalli* (6,69), *Paspalum denticulatum* (6,50), *Commelina diffusa* (4,97), *Diodia saponariifolia* (4,59) e *Digitaria ciliaris* (4,21). Perfazendo 82,41% do total de cobertura registrada na área.

Com relação à frequência, destacaram-se: *Echinochloa crusgalli*, *Polygonum punctatum*, *Diodia saponariifolia*, *Urochloa plantaginea*, *Digitaria ciliaris*, *Mimosa pilulifera* e *Setaria parviflora* (Tabela 5).

Tabela 5 - Parâmetros fitossociológicos avaliados por espécies encontradas no segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul - RS, em março/2015. Np = número de parcelas onde a espécie “i” ocorre, CA = cobertura absoluta, CR = cobertura relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa e VI = valor de importância

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Np</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>VI</b>
<i>Polygonum punctatum</i>	Polygonaceae	8,00	211,00	40,34	100,00	9,30	24,82
<i>Urochloa plantaginea</i>	Poaceae	5,00	79,00	15,11	62,50	5,81	10,46
<i>Echinochloa crusgalli</i>	Poaceae	8,00	35,00	6,69	100,00	9,30	8,00
<i>Diodia saponariifolia</i>	Rubiaceae	7,00	24,00	4,59	87,50	8,14	6,36
<i>Paspalum denticulatum</i>	Poaceae	4,00	34,00	6,50	50,00	4,65	5,58
<i>Digitaria ciliaris</i>	Poaceae	5,00	22,00	4,21	62,50	5,81	5,01
<i>Setaria parviflora</i>	Poaceae	5,00	18,00	3,44	62,50	5,81	4,63
<i>Mimosa pilulifera</i>	Fabaceae	5,00	8,00	1,53	62,50	5,81	3,67
<i>Commelina diffusa</i>	Commelinaceae	2,00	26,00	4,97	25,00	2,33	3,65
<i>Cyperus hermaphroditus</i>	Cyperaceae	4,00	8,00	1,53	50,00	4,65	3,09
<i>Sida rhombifolia</i>	Malvaceae	3,00	6,00	1,15	37,50	3,49	2,32
<i>Conyza</i> sp.	Asteraceae	2,00	5,00	0,96	25,00	2,33	1,64
<i>Eriochloa punctata</i>	Poaceae	2,00	4,00	0,76	25,00	2,33	1,55
<i>Hymenachne grumosa</i>	Poaceae	2,00	4,00	0,76	25,00	2,33	1,55
<i>Cyperus odoratus</i>	Cyperaceae	2,00	3,00	0,57	25,00	2,33	1,45
<i>Dysphania ambrosioides</i>	Amaranthaceae	2,00	3,00	0,57	25,00	2,33	1,45
<i>Mimosa bimucronata</i>	Fabaceae	2,00	2,00	0,38	25,00	2,33	1,35
<i>Centella asiatica</i>	Apiaceae	1,00	3,00	0,57	12,50	1,16	0,87
<i>Eragrostis plana</i>	Poaceae	1,00	3,00	0,57	12,50	1,16	0,87
<i>Acanthospermum australe</i>	Asteraceae	1,00	2,00	0,38	12,50	1,16	0,77
<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	1,00	2,00	0,38	12,50	1,16	0,77
<i>Juncus microcephalus</i>	Juncaceae	1,00	2,00	0,38	12,50	1,16	0,77
<i>Merremia dissecta</i>	Convolvulaceae	1,00	2,00	0,38	12,50	1,16	0,77
<i>Mikania micrantha</i>	Asteraceae	1,00	2,00	0,38	12,50	1,16	0,77
<i>Paspalum corcovadense</i>	Poaceae	1,00	2,00	0,38	12,50	1,16	0,77
<i>Paspalum urvillei</i>	Poaceae	1,00	2,00	0,38	12,50	1,16	0,77
<i>Steinchisma decipiens</i>	Poaceae	1,00	2,00	0,38	12,50	1,16	0,77
<i>Steinchisma laxum</i>	Poaceae	1,00	2,00	0,38	12,50	1,16	0,77
<i>Ageratum conyzoides</i>	Asteraceae	1,00	1,00	0,19	12,50	1,16	0,68
<i>Avena</i> sp.	Poaceae	1,00	1,00	0,19	12,50	1,16	0,68
<i>Cuphea carthagenensis</i>	Lythraceae	1,00	1,00	0,19	12,50	1,16	0,68
<i>Dichondra sericea</i>	Convolvulaceae	1,00	1,00	0,19	12,50	1,16	0,68
<i>Kyllinga odorata</i>	Cyperaceae	1,00	1,00	0,19	12,50	1,16	0,68
<i>Ipomoea grandifolia</i>	Convolvulaceae	1,00	1,00	0,19	12,50	1,16	0,68
<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	1,00	1,00	0,19	12,50	1,16	0,68
<b>TOTAL</b>			<b>523,00</b>	<b>100,00</b>	<b>1075,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Autoria própria, 2015.

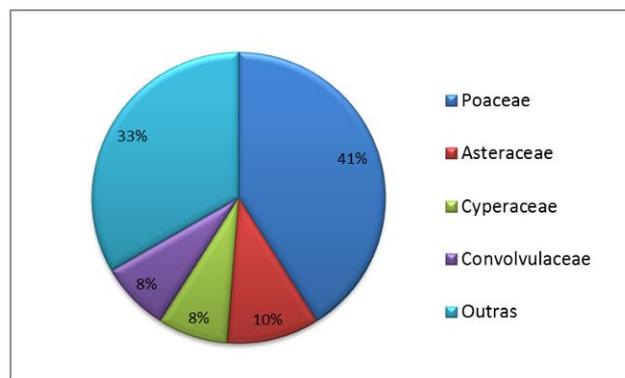
O índice de Shannon encontrado no segmento da margem esquerda em março foi de 2,686 e na margem direita 2,263, sendo estatisticamente diferentes entre si ( $t = 5,33$ ;  $p = 1,21E-07$ ). O índice de Simpson foi de 0,100 no segmento da margem esquerda e 0,203 na margem direita, sendo estatisticamente diferentes ( $t = -6,30$ ;  $p = 5,22E-10$ ), o que indica que o segmento da margem esquerda apresenta maior diversidade de espécies em comparação com o segmento da margem direita.

#### 4.4.2 Levantamento fitossociológico II

Em julho de 2015 foram levantadas 39 espécies, 33 gêneros e 15 famílias. Com 29 ervas, 2 subarbustos, 2 arbustos, 3 trepadeiras e 3 árvores. Totalizando 28 espécies nativas e 11 exóticas.

As famílias mais representativas foram: Poaceae com 12 gêneros e 16 espécies, seguida por Asteraceae com 4 gêneros/espécies, Convolvulaceae com 3 gêneros/espécies e Cyperaceae com 2 gêneros e 3 espécies. Essas 4 famílias contribuíram com 64% dos gêneros e 67% das espécies registradas no presente estudo, as demais famílias representam 36% dos gêneros e 33% das espécies (Figura 11).

Figura 11 – Distribuição das espécies por família, levantadas no segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza, município de São Lourenço do Sul - RS



Fonte: Autoria própria, 2015.

As espécies que se destacaram apresentando maior valor de importância (V.I.) foram *Polygonum punctatum* (24,78) e *Urochloa plantaginea* (8,83), que também tiveram maior valor de importância no levantamento I, seguidas por: *Diodia saponariifolia* (6,60), *Commelina diffusa* (6,00) e *Paspalum denticulatum* (5,53).

Destacaram-se no levantamento com relação à cobertura relativa: *Polygonum punctatum* (41,64) e *Urochloa plantaginea* (12,70), que tiveram também maior cobertura no levantamento I, seguidos por *Commelina diffusa* (8,04), *Diodia saponariifolia* (6,27), *Paspalum denticulatum* (6,11), *Mimosa pilulifera* (2,09), *Cyperus hermaphroditus* (1,77) e *Setaria parviflora* (1,77). Perfazendo 80,39% do total de cobertura registrada na área.

Com relação à frequência destacaram-se: *Polygonum punctatum*, *Diodia saponariifolia*, *Mimosa pilulifera*, *Urochloa plantaginea*, *Cyperus hermaphroditus*, *Echinochloa crusgalli* e *Paspalum denticulatum*. A espécie *Polygonum punctatum* apresentou a maior cobertura, e a frequência em todas as 8 parcelas, assim como, no levantamento I (Tabela 6).

Tabela 6 - Parâmetros fitossociológicos avaliados por espécies encontradas no segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul - RS, em julho/2015. Np = número de parcelas onde a espécie “i” ocorre, CA = cobertura absoluta, CR = cobertura relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa e VI = valor de importância

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Np</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>VI</b>
<i>Polygonum punctatum</i>	Polygonaceae	8	259,00	41,64	100,00	7,92	24,78
<i>Urochloa plantaginea</i>	Poaceae	5	79,00	12,70	62,50	4,95	8,83
<i>Diodia saponariifolia</i>	Rubiaceae	7	39,00	6,27	87,50	6,93	6,60
<i>Commelina diffusa</i>	Commelinaceae	4	50,00	8,04	50,00	3,96	6,00
<i>Paspalum denticulatum</i>	Poaceae	5	38,00	6,11	62,50	4,95	5,53
<i>Mimosa pilulifera</i>	Fabaceae	6	13,00	2,09	75,00	5,94	4,02
<i>Cyperus hermaphroditus</i>	Cyperaceae	5	11,00	1,77	62,50	4,95	3,36
<i>Echinochloa crusgalli</i>	Poaceae	5	9,00	1,45	62,50	4,95	3,20
<i>Conyza</i> sp.	Asteraceae	4	7,00	1,13	50,00	3,96	2,54
<i>Mimosa bimucronata</i>	Fabaceae	4	6,00	0,96	50,00	3,96	2,46
<i>Setaria parviflora</i>	Poaceae	3	11,00	1,77	37,50	2,97	2,37
<i>Sida rhombifolia</i>	Malvaceae	3	7,00	1,13	37,50	2,97	2,05
<i>Mikania micrantha</i>	Asteraceae	3	6,00	0,96	37,50	2,97	1,97
<i>Hymenachne grumosa</i>	Poaceae	2	8,00	1,29	25,00	1,98	1,63
<i>Paspalum urvillei</i>	Poaceae	2	5,00	0,80	25,00	1,98	1,39
<i>Steinchisma decipiens</i>	Poaceae	2	5,00	0,80	25,00	1,98	1,39
<i>Steinchisma laxum</i>	Poaceae	2	5,00	0,80	25,00	1,98	1,39
<i>Cyperus odoratus</i>	Cyperaceae	2	4,00	0,64	25,00	1,98	1,31
<i>Dichanthelium sabulorum</i>	Poaceae	2	4,00	0,64	25,00	1,98	1,31
<i>Eriochloa punctata</i>	Poaceae	2	4,00	0,64	25,00	1,98	1,31
<i>Dichondra sericea</i>	Convolvulaceae	2	3,00	0,48	25,00	1,98	1,23
<i>Merremia dissecta</i>	Convolvulaceae	2	3,00	0,48	25,00	1,98	1,23
<i>Soliva pterosperma</i>	Asteraceae	2	3,00	0,48	25,00	1,98	1,23
<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	2	2,00	0,32	25,00	1,98	1,15
<i>Gymnanthes klotzschiana</i>	Euphorbiaceae	2	2,00	0,32	25,00	1,98	1,15

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Np</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>VI</b>
<i>Kyllinga odorata</i>	Cyperaceae	2	2,00	0,32	25,00	1,98	1,15
<i>Centella asiatica</i>	Apiaceae	1	5,00	0,80	12,50	0,99	0,90
<i>Convolvulus bonariensis</i>	Convolvulaceae	1	5,00	0,80	12,50	0,99	0,90
<i>Paspalum corcovadense</i>	Poaceae	1	5,00	0,80	12,50	0,99	0,90
<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	1	4,00	0,64	12,50	0,99	0,82
<i>Eragrostis plana</i>	Poaceae	1	3,00	0,48	12,50	0,99	0,74
<i>Juncus microcephalus</i>	Juncaceae	1	3,00	0,48	12,50	0,99	0,74
<i>Avena</i> sp.	Poaceae	1	2,00	0,32	12,50	0,99	0,66
<i>Dysphania ambrosioides</i>	Amaranthaceae	1	2,00	0,32	12,50	0,99	0,66
<i>Eryngium pandanifolium</i>	Apiaceae	1	2,00	0,32	12,50	0,99	0,66
<i>Lolium multiflorum</i>	Poaceae	1	2,00	0,32	12,50	0,99	0,66
<i>Paspalum plicatulum</i>	Poaceae	1	2,00	0,32	12,50	0,99	0,66
<i>Brugmansia suaveolens</i>	Solanaceae	1	1,00	0,16	12,50	0,99	0,58
<i>Trema micrantha</i>	Cannabaceae	1	1,00	0,16	12,50	0,99	0,58
<b>TOTAL</b>			<b>622,00</b>	<b>100,00</b>	<b>1262,50</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Autoria própria, 2015.

No levantamento II constatou-se que 6 espécies presentes no levantamento I se encontravam mortas, sendo: *Acanthospermum australe*, *Ageratum conyzoides*, *Cuphea carthagenensis*, *Digitaria ciliaris*, *Ipomoea grandifolia* e *Ricinus communis*. As cinco primeiras tratam-se de espécies anuais e a última de espécie perene. Como neste segmento de margem ocorre deposição de sedimentos, muitas espécies acabam sendo soterradas.

Como também, teve novos registros de espécies na área, sendo: *Bidens pilosa*, *Brugmansia suaveolens*, *Convolvulus bonariensis*, *Dichantherium sabulorum*, *Eryngium pandanifolium*, *Gymnanthes klotzschiana*, *Lolium multiflorum*, *Paspalum plicatulum*, *Soliva pterosperma* e *Trema micrantha*.

O índice de Shannon encontrado no levantamento II foi de 2,365 sendo maior que o valor encontrado no levantamento I neste segmento de margem. Porém o índice de Simpson que era de 0,203 foi para 0,206.

Os índices de Shannon encontrados no levantamento II realizado em julho 2,749 no segmento da margem esquerda, e 2,365 na margem direita, são estatisticamente diferentes entre si ( $t = 4,86$ ;  $p = 1,36E-06$ ). O índice de Simpson no levantamento II foi de 0,097 no segmento da margem esquerda e 0,206 no segmento da margem direita, houve diferença significativa ( $t = -6,96$ ;  $p = 6,81E-12$ ). O que indica que o segmento da margem esquerda apresenta maior diversidade de espécies em comparação com o segmento da margem direita.

Verificou-se maior número de espécies no levantamento II realizado em julho quando comparado ao realizado em março neste segmento de margem, como também, quando

comparado aos levantamentos I e II no segmento da margem esquerda. Assim como, verificou-se maior número de famílias quando comparado ao levantamento I realizado no mesmo segmento de margem.

No levantamento fitossociológico II (Quadro 1) no segmento de margem esquerda do Arroio Viúva Tereza, verificou-se que na parcela 1, a *Ipomoea grandifolia* que apresentava maior cobertura no levantamento fitossociológico I se encontra morta, sendo verificada maior cobertura na parcela pelo *Cyperus hermaphroditus*. Nas demais parcelas, em ambas estações, a maior porcentagem de cobertura foi representada pelas mesmas espécies.

Quadro 1 – Espécies com maior cobertura nas parcelas situadas no segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul - RS, em julho/2015. P = parcela

Espécie	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
<i>Cephalanthus glabratus</i>			x	x		x										
<i>Cyperus hermaphroditus</i>	x	x					x									
<i>Ipomoea alba</i>															x	
<i>Ludwigia caparosa</i>					x						x			x		
<i>Mikania micrantha</i>													x			
<i>Mimosa pilulifera</i>																x
<i>Steinchisma laxum</i>				x				x	x							
<i>Polygonum punctatum</i>										x		x				

Fonte: Autoria própria, 2015.

No levantamento fitossociológico II (Quadro 2) no segmento de margem direita, verificou-se que apenas na parcela 8 houve alteração da espécie que apresentava maior cobertura no levantamento fitossociológico I, sendo a *Urochloa plantaginea* substituída pela *Commelina diffusa*.

Quadro 2 – Espécies com maior cobertura nas parcelas situadas no segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul - RS, em julho/2015. P = parcela

Espécie	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
<i>Urochloa plantaginea</i>	x							
<i>Commelina diffusa</i>								x
<i>Polygonum punctatum</i>		x	x	x	x	x	x	

Fonte: Autoria própria, 2015.

Verificou-se que há um maior número de espécies que apresentam maior cobertura absoluta nas parcelas do segmento da margem esquerda (*Cephalanthus glabratus*, *Cyperus hermaphroditus*, *Ipomoea alba*, *Ipomoea grandifolia*, *Ludwigia caparosa*, *Mikania micrantha*, *Mimosa pilulifera*, *Polygonum punctatum* e *Steinchisma laxum*), em comparação com a margem direita (*Commelina diffusa*, *Polygonum punctatum* e *Urochloa plantaginea*), que em 6 parcelas o *Polygonum punctatum* apresentou maior cobertura absoluta. Observou-se também, que na maioria das parcelas dos dois segmentos de margem, as espécies que apresentaram maior cobertura absoluta no levantamento I se destacaram no levantamento II.

As famílias Poaceae, Asteraceae e Cyperaceae se destacaram na restinga herbácea-arbustiva do Morro dos Conventos/SC estudada por Daniel (2006), como também, na restinga com vegetação herbáceo-arbustiva em Palmares do Sul/RS estudada por Caetano (2003), em campo anteriormente cultivado com arroz (*Oryza sativa* L.) na Planície Costeira por Garcia e Boldrini (2007), em formação pioneira com influência fluvial em Balsa Nova/PR por Kozera et al. (2009), em estudo do componente herbáceo-subarbustivo em vegetação secundária de Floresta Atlântica no Sul do Brasil por Silva (2008) e em área às margens da lagoa do Armazém em Osório/RS por Boldrini, Trevisan e Schneider (2008). Os resultados encontrados estão de acordo com as famílias com maior riqueza encontradas nos segmentos das margens do Arroio Viúva Tereza, no entanto, verificou-se também a família Convolvulaceae como uma das principais famílias.

Com relação ao hábito nos dois segmentos de margens do presente estudo, as ervas foram dominantes, também ocorreram espécies com hábito subarbustivo, arbustivo, trepadeira e árvore. Em formação pioneira com influência fluvial em Balsa Nova/PR, Kozera et al. (2009), descreve que as herbáceas também foram dominantes.

A vegetação que compõe os campos do Rio Grande do Sul é caracterizada fisionomicamente pelas gramíneas, que constituem o grupo dominante nesses ecossistemas. No entanto, outras famílias apresentam alta contribuição de espécies nos campos, como a Asteraceae e a Fabaceae. Outra família importante é a Cyperaceae, que junto à Juncaceae determinam a fisionomia e estrutura dos campos úmidos. (BOLDRINI et al., 2010). Todas estas famílias foram encontradas nos segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza, em que foi desenvolvida a bioengenharia de solos.

As espécies da família Poaceae apresentam uma estrutura floral muito reduzida, são perenes e produzem grandes quantidades de sementes que são disseminadas pelo vento, aumentando de forma considerável o seu poder de disseminação, possibilitando o sucesso na

colonização em todas as áreas. Assim como, a maioria das espécies da família Asteraceae que apresentam mecanismos de dispersão eficientes, sendo de extrema importância no processo de recuperação de áreas degradadas. (BILA, 2012).

As gramíneas e outras plantas herbáceas possuem caráter pioneiro, grande agressividade e desenvolvimento rápido, instalando-se frequentemente em locais erodidos, pobres em nutrientes e matéria orgânica. As gramíneas possuem também grande capacidade de cobertura superficial e geralmente apresentam um sistema radicular fasciculado, espesso e longo. As espécies herbáceas, por sua vez, oferecem ao local uma estabilização relativamente rápida e eficaz. Além disto, as plantas herbáceas são precursoras de plantas maiores, por melhorarem as condições dos habitats através da ciclagem de nutrientes, da deposição de material orgânico, do sombreamento e da retenção de umidade. Tais características as segregam como boas protetoras e estabilizadoras de áreas degradadas, principalmente nos primeiros momentos do processo de estabilização. (DURLO; SUTILI, 2005).

Entre as espécies de plantas herbáceas que crescem nas áreas inundáveis, são comuns diferentes estratégias para sobrevivência e reprodução no meio saturado. Entre essas ações estão: à resistência de sementes e esporos contra inundações e secas; os ciclos reprodutivos curtos, com altas taxas de reprodução, essenciais para a colonização dos habitats efêmeros da planície de inundação; a propagação vegetativa através de fragmentação e o crescimento a partir de estolões, e a tolerância à inundação e à seca. (JUNK; PIEDADE, 1997).

Nos segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza, o estudo da regeneração natural da vegetação foi realizado aproximadamente 1 ano após a execução da bioengenharia de solos, tendo reduzido número de espécies arbóreas devido ao curto período. Em recuperação de área degradada na margem do Reservatório do Rio Iraí/PR, Bila (2012), relata que o número reduzido das espécies arbóreas na regeneração está em parte relacionado com o tempo de abandono da capoeira (6 anos), sendo pouco tempo para que sejam observados avanços no componente florístico da própria regeneração florestal e outro fato que pode explicar este resultado é o tipo de uso pretérito ao projeto de recuperação.

Com relação ao estudo florístico e fitossociológico da área às margens da lagoa do Armazém em Osório/RS de Boldrini, Trevisan e Schneider (2008), com o índice de Shannon e de Simpson de 2,977 e 0,08, apresentou uma maior diversidade quando comparado aos segmentos de margens do Arroio Viúva Tereza. Os levantamentos I e II do segmento da margem esquerda e o levantamento II do segmento da margem direita do Arroio tiveram o índice de Shannon maior quando comparados ao estudo fitossociológico realizado em

capoeira de 5 anos de Silva (2008), e os levantamentos I e II realizados nos segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza tiveram maior diversidade quando comparados a capoeira de 20 anos.

No mesmo estudo, o autor encontrou o índice de Simpson de 0,185 e 0,189 na capoeira de 5 anos e 20 anos, no segmento da margem esquerda foram encontrados no levantamento I e II respectivamente, 0,100 e 0,097, apresentando maior diversidade quando comparados a capoeira de 5 e 20 anos. No segmento da margem direita foram encontrados os valores de 0,203 e 0,206 nos levantamentos I e II, apresentando maior dominância de espécies quando comparados ao estudo de Silva (2008).

Na avaliação da recuperação de área degradada na margem do Reservatório do Rio Iraí/PR, de Bila (2012), o índice de Shannon obtido na área após 6 anos de plantio na primeira faixa da capoeira abandonada sem nenhum plantio foi de 4,073 e para as faixas de capoeirinha e de gramíneas enriquecidas com 5 espécies arbóreas foi de 3,630 e 3,639, índices maiores aos encontrados nos segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza. Conforme o mesmo estudo, o índice de Simpson foi de 0,979 para a faixa de capoeira abandonada, 0,964 e 0,963 para as faixas de capoeirinha e de gramíneas enriquecidas com 5 espécies arbóreas, com maior dominância quando comparados aos segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza. A seguir na Tabela 7 as medidas de diversidade de cada estudo.

Tabela 7 – Comparação de medidas de diversidade dos segmentos das margens esquerda e direita do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul – RS, no período de verão e inverno, com outros estudos realizados no Sul do Brasil. ME = margem esquerda e MD = margem direita

<b>Estudo</b>	<b>Índice de Shannon</b>	<b>Índice de Simpson</b>
Arroio Viúva Tereza ME – Março	2,686	0,100
Arroio Viúva Tereza ME – Julho	2,749	0,097
Arroio Viúva Tereza MD – Março	2,263	0,203
Arroio Viúva Tereza MD – Julho	2,365	0,206
Boldrini, Trevisan e Schneider (2008)	2,977	0,08
Silva (2008) – capoeira 5 anos	2,305	0,185
Silva (2008) – capoeira 20 anos	1,961	0,189
Bila (2012) – capoeira abandonada	4,073	0,979
Bila (2012) – capoeirinha com plantio de espécies arbóreas	3,630	0,964
Bila (2012) – gramíneas com plantio de espécies arbóreas	3,639	0,963

Fonte: Autoria própria, 2015.

Com relação aos índices de diversidade encontrados nos segmentos de margem do presente estudo e a literatura consultada, estes foram obtidos em diferentes áreas e composições florísticas. Não sendo encontrados na literatura estudos similares a este.

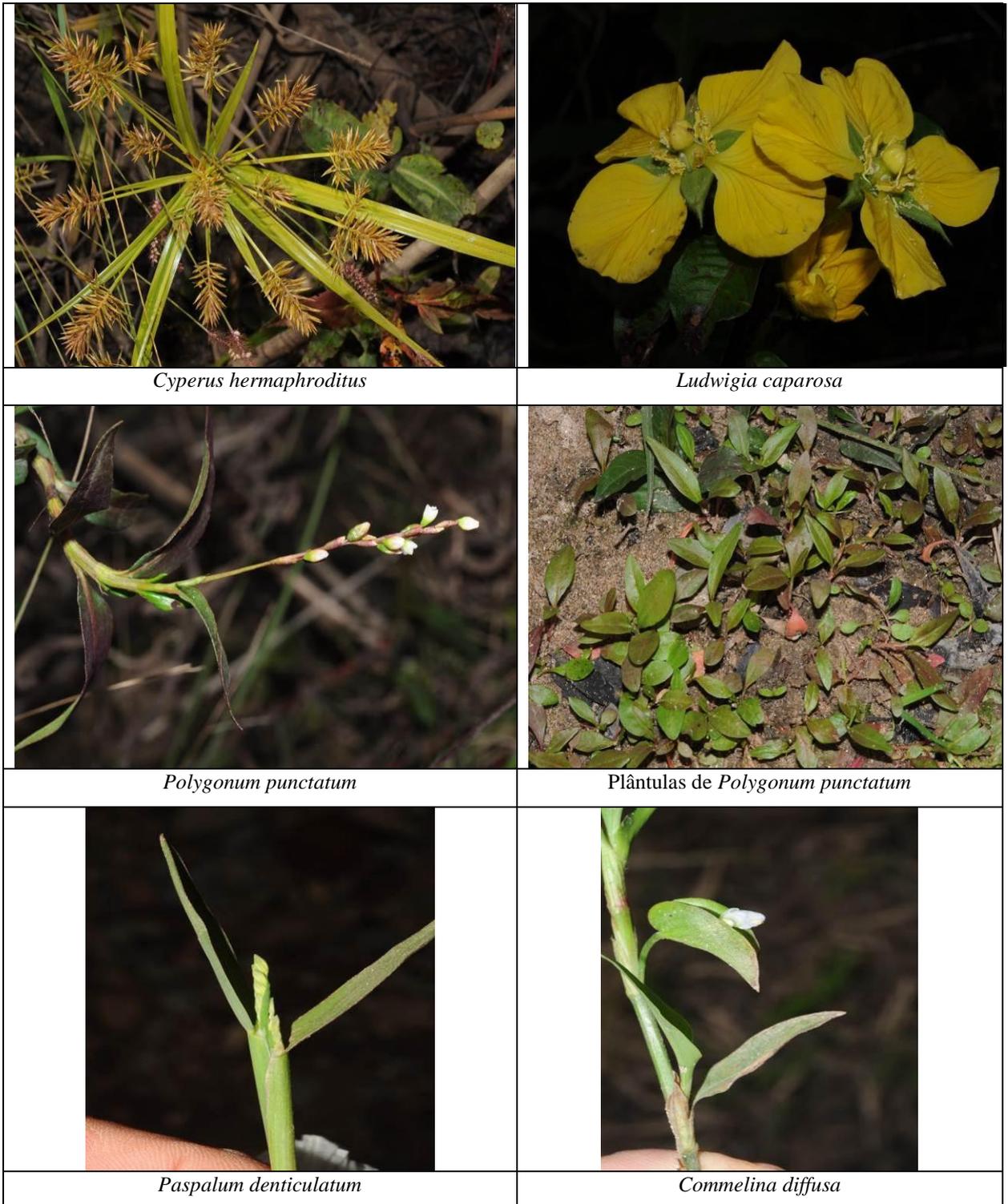
As espécies que se destacaram apresentando maior valor de importância no segmento da margem esquerda nos dois levantamentos realizados são espécies nativas, sendo: *Ludwigia caparosa*, *Cyperus hermaphroditus*, *Polygonum punctatum*, *Steinchisma laxum* e *Mikania micrantha*. As espécies que se destacaram apresentando maior valor de importância na margem direita foram: *Polygonum punctatum*, *Diodia saponariifolia* e *Paspalum denticulatum*, que são espécies nativas e *Urochloa plantaginea* espécie naturalizada, já a espécie *Echinochloa crusgalli*, espécie naturalizada, foi uma dentre as cinco espécies que mais se destacaram no levantamento I, porém no levantamento II verificou-se que houve a alteração para a *Commelina diffusa*, espécie nativa. Constatando-se que entre as espécies que se destacaram em cada segmento de margem, apenas a espécie *Polygonum punctatum* teve ocorrência em ambas as áreas.

No estudo fitossociológico em Osório/RS, Boldrini, Trevisan e Schneider (2008), verificaram que as 6 espécies com os maiores índices de valor de importância são pertencentes a família Poaceae, seguidas por um representante da família Cyperaceae. Nos segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza, verificou-se que as espécies que se destacaram pertencem a um maior número de famílias em relação ao estudo de Boldrini, Trevisan e Schneider (2008).

No levantamento I no segmento de margem esquerda, a família Poaceae (16,37) apresentou maior valor de importância, seguido das famílias: Onagraceae (15,9), Asteraceae (12,59), Cyperaceae (11,61) e Convolvulaceae (11,57). No levantamento II, a família Onagraceae (14,89) apresentou maior V.I, seguido das famílias: Poaceae (14,38), Asteraceae (12,92), Cyperaceae (11,52) e Polygonaceae (9,61). No levantamento I no segmento de margem direita, a família Poaceae (42,18) apresentou maior valor de importância, seguida por: Polygonaceae (24,82), Rubiaceae (6,36), Cyperaceae (5,22) e Fabaceae (5,02). No levantamento II as seguintes famílias apresentaram maior V.I: Poaceae (32,79), Polygonaceae (24,78), Asteraceae (6,89), Rubiaceae (6,60) e Fabaceae (6,48). Verificou-se o destaque da família Poaceae em ambos os segmentos de margem, como também, da família Onagraceae no segmento da margem esquerda.

As espécies presentes nos dois segmentos de margem são espécies pioneiras, marcando o início da regeneração no local, conforme Figura 12.

Figura 12 – Imagens de algumas espécies encontradas na área de estudo



	
<i>Mikania micrantha</i>	<i>Echinochloa crusgalli</i>
	
Bioengenharia de solos no segmento da margem esquerda	Bioengenharia de solos no segmento da margem direita

Fonte: Sérgio L. Bordignon, 2015; STE, 2015.

*Cyperus hermaphroditus* apresentou maior frequência nos dois levantamentos realizados no segmento da margem esquerda, esta é uma erva anual, aquática e terrícola, reproduzida por sementes, podendo se perenizar em condições adequadas, por brotação a partir da base, desenvolvendo-se em locais úmidos. (KISSMANN, 1997). A *Ludwigia caparosa* apresentou maior valor de importância no segmento da margem esquerda, as espécies de *Ludwigia*, conforme Kissmann e Groth (2000), são usadas como ornamentais em lagos ou tanques, enquanto outras podem ser infestantes em locais úmidos ou alagados.

*Polygonum punctatum* apresentou frequência nas 8 parcelas e maior valor de importância no segmento da margem direita em ambos levantamentos, no levantamento II verificou-se uma grande quantidade de plântulas desta espécie nas parcelas. Esta é uma erva anual, reproduzida por sementes, podendo ser encontrada todo o ano, com maior intensidade nos meses frios. Desenvolve-se bem em lugares úmidos ou inundados, com solo de boa

fertilidade, areno-argiloso ou argiloso e com bom teor de matéria orgânica. (KISSMANN, 1995).

A *Gymnanthes klotzschiana* espécie que foi encontrada nos dois segmentos de margem é uma espécie pioneira característica de florestas de galeria ao longo de rios. Trata-se de planta que se desenvolve em ambientes abertos e beira de capões de lugares úmidos e até brejosos. (LORENZI, 2014). A espécie maricá (*Mimosa bimucronata*), também encontrada nos dois segmentos de margem, conforme Lorenzi (2013), é uma espécie muito abundante em associações secundárias em solos úmidos e brejosos. No estudo florístico e fitossociológico de uma área às margens da lagoa do Armazém em Osório/RS, Boldrini, Trevisan e Schneider (2008), constataram a presença de maricá em área de campo úmido, espécie típica de áreas mal drenadas.

Conforme Marchiori (2004), *Cephalanthus glabratus* que ocorreu no segmento da margem esquerda, é uma espécie reófila que suporta longos períodos de submersão por ocasião de enchentes. Verificou-se também um agrupamento de *Mimosa pilulifera* próximo ao segmento da margem esquerda, conforme Fowler e Carpanez (1998), esta espécie apresenta copa densa, cobrindo rapidamente o solo e pode formar pequenos agrupamentos densos, com capacidade de colonizar terrenos úmidos, rasos ou muito alterados mecanicamente. Nos dois segmentos de margens do Arroio Viúva Tereza foram verificados exemplares desta espécie.

Nos segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza foram encontradas 5 e 13 (margem esquerda e direita) espécies exóticas, a espécie *Drymaria cordata* foi exclusiva do segmento da margem esquerda e as seguintes espécies ocorreram somente no segmento da margem direita: *Avena* sp., *Bidens pilosa*, *Brugmansia suaveolens*, *Centella asiatica*, *Digitaria ciliaris*, *Dysphania ambrosioides*, *Eragrostis plana*, *Lolium multiflorum*, *Ricinus communis*. As espécies: *Cynodon dactylon*, *Echinochloa crusgalli*, *Merremia dissecta* e *Urochloa plantaginea*, foram comuns nos dois segmentos de margem. Totalizando 14 espécies exóticas na área de estudo, a proximidade da rodovia facilita a dispersão das espécies nos segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza.

No estudo foram encontradas as seguintes espécies invasoras conforme Portaria SEMA nº 79 de 31 de outubro de 2013: *Cynodon dactylon*, *Eragrostis plana* e *Urochloa plantaginea*. *Cynodon dactylon* é uma das plantas daninhas perenes mais espalhadas pelo mundo, no Brasil é encontrada infestando lavouras anuais e perenes, beira de estradas e terrenos baldios de quase todo o país. E *Eragrostis plana* é uma planta daninha perene já amplamente distribuída

em quase toda a Região Sul do país, principalmente em pastagens, beira de estradas e terrenos baldios, possuindo valor forrageiro quando nova. (LORENZI, 2008). *Urochloa plantaginea* é uma planta anual que se reproduz por semente, que pode se manter viável por vários anos no solo. É dependente de solo úmido e apresenta maior fluxo de germinação no período do verão, se desenvolvendo pouco no inverno. (GAZZIERO et al. 2006). A colonização e a distribuição de espécies invasoras não nativas são governadas por muitos dos mesmos mecanismos que operam durante a sucessão. De fato, as espécies invasoras normalmente dominam as comunidades de plantas durante a sucessão inicial. (RICKLEFS, 2012).

No estudo florístico e fitossociológico de uma área às margens da lagoa do Armazém em Osório/RS, Boldrini, Trevisan e Schneider (2008), verificaram muitas espécies exóticas características de ambientes alterados, como a *Digitaria ciliaris* e *Cynodon dactylon*, também encontradas no presente estudo. Bila (2012), relata que a ocorrência de algumas espécies exóticas invasoras merece uma atenção, pois apesar de exercerem uma função na cobertura do solo durante o processo de restauração florestal, tem uma ação agressiva sobre as espécies nativas da região. Conforme Kageyama e Gandara (2000), em alguns casos, pode ser necessária a eliminação de algumas espécies invasoras muito agressivas, que poderão retardar ou impedir a sucessão se as mesmas não forem controladas.

Na avaliação da recuperação de área degradada na represa do Iraí/PR, Bila (2012), descreve que as espécies exóticas da família Asteraceae participaram como pioneiras na colonização do ambiente degradado. E que a espécie *Centella asiatica* desempenhou um papel de facilitadora no processo de sucessão, esta espécie foi encontrada no segmento da margem direita do presente estudo. Já nos segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza verificou-se a família Poaceae com a maior representatividade de espécies exóticas pioneiras.

#### **4.5 Sazonalidade**

Com relação aos levantamentos realizados no verão e inverno no segmento da margem esquerda não houve diferença significativa ( $p = 0,35$ , calculado pelo teste t de diversidade - Shannon). Em relação aos parâmetros estimados na avaliação realizada no inverno, 19 espécies aumentaram os valores de cobertura, 10 espécies não tiveram variação no valor de cobertura, uma espécie teve seu valor de cobertura reduzido, 3 espécies morreram e 6 espécies foram registradas pela primeira vez na área.

No segmento da margem direita, no levantamento realizado no inverno verificou-se que 23 espécies aumentaram os valores de cobertura, 3 espécies não tiveram variação no valor de cobertura, 3 espécies tiveram seu valor de cobertura reduzido, 6 espécies encontravam-se mortas e 10 espécies foram registradas pela primeira vez na área do estudo. Não houve variação significativa na cobertura da vegetação, do verão para o inverno ( $p = 0,26$ , calculado pelo teste t de diversidade - Shannon). Verificou-se maior riqueza de espécies e de famílias no levantamento II em ambos os segmentos de margem em relação ao levantamento I.

À mesma conclusão chegaram Palma, Inácio e Jarenkow (2008), em levantamento da sinúsia herbácea terrícola em uma floresta estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã/RS, com o levantamento no verão e inverno verificaram que as variações nos valores de cobertura das espécies não foram significativas. Assim como, em estudo na Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa/MG, Meira-Neto, Martins e Souza (2005), também não encontraram variação nas duas estações do ano analisadas.

#### 4.6 Síndrome de dispersão

Foram encontradas 14 espécies anemocóricas, 13 espécies autocóricas, 10 espécies zoocóricas e 22 espécies não tiveram a síndrome de dispersão identificada, nos dois segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza, conforme Tabela 8.

Tabela 8 – Síndrome de dispersão das espécies encontradas nos segmentos de margem do Arroio Viúva, São Lourenço do Sul - RS

Nome científico	Síndrome de dispersão	Autor
<i>Acanthospermum australe</i>	zoo	Assunção; Guglieri-Caporal; Sartori, 2011
<i>Ageratum conyzoides</i>	zoo	Aicha, 2013
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	zoo	Tomazi; Zimmermann; Laps, 2010
<i>Avena</i> sp.	-	
<i>Baccharis spicata</i>	ane	Venzke et al., 2014
<i>Bidens pilosa</i>	zoo	Souza et al., 2014
<i>Brugmansia suaveolens</i>	-	
<i>Caperonia linearifolia</i>	-	
<i>Centella asiatica</i>	aut	Marques; Oliveira, 2005
<i>Cephalanthus glabratus</i>	-	
<i>Commelina diffusa</i>	zoo	Aicha, 2013
<i>Convolvulus bonariensis</i>	-	
<i>Conyza</i> sp.	ane	Gazziero et al., 2006
<i>Cuphea carthagenensis</i>	zoo	Aicha, 2013

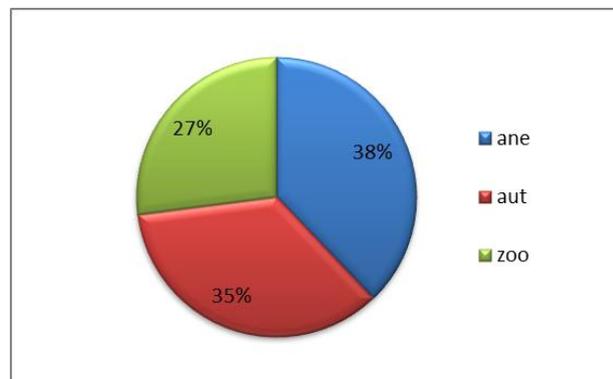
<b>Nome científico</b>	<b>Síndrome de dispersão</b>	<b>Autor</b>
<i>Cynodon dactylon</i>	-	
<i>Cyperus hermaphroditus</i>	ane	Aumond, 2007
<i>Cyperus eragrostis</i>	aut	Marques; Oliveira, 2005
<i>Cyperus odoratus</i>	-	
<i>Dichanthelium sabulorum</i>	zoo	Marques; Oliveira, 2005
<i>Dichondra sericea</i>	-	
<i>Digitaria ciliaris</i>	zoo	Aicha, 2013
<i>Diodia saponariifolia</i>	-	
<i>Drymaria cordata</i>	ane	Aicha, 2013
<i>Dysphania ambrosioides</i>	ane	Aicha, 2013
<i>Echinochloa crusgalli</i>	aut	Brighenti; Oliveira, 2011
<i>Eragrostis lugens</i>	aut	Barbosa et al., 2015
<i>Eragrostis plana</i>	-	
<i>Eriochloa punctata</i>	aut	Barbosa et al., 2015
<i>Eryngium pandanifolium</i>	-	
<i>Gymnanthes klotzschiana</i>	ane	Ferreira et al., 2013
<i>Hymenachne grumosa</i>	-	
<i>Ipomoea alba</i>	aut	Reis et al., 2015
<i>Ipomoea grandifolia</i>	aut	Reis et al., 2015
<i>Juncus microcephalus</i>	ane	Aumond, 2007
<i>Kyllinga odorata</i>	ane	Aicha, 2013
<i>Lolium multiflorum</i>	ane	Bila, 2012
<i>Ludwigia caparosa</i>	-	
<i>Ludwigia octovalvis</i>	aut	Lima, 2012
<i>Merremia dissecta</i>	-	
<i>Mikania micrantha</i>	ane	Tomazi; Zimmermann; Laps, 2010
<i>Mimosa bimucronata</i>	aut	Ronchi, 2013
<i>Mimosa pilulifera</i>	-	
<i>Oxalis</i> sp.	-	
<i>Paspalum corcovadense</i>	aut	Barbosa et al., 2015
<i>Paspalum denticulatum</i>	-	
<i>Paspalum plicatulum</i>	aut	Barbosa et al., 2015
<i>Paspalum urvillei</i>	ane	Tomazi; Zimmermann; Laps, 2010
<i>Pluchea sagittalis</i>	ane	Reis et al., 2015
<i>Polygonum punctatum</i>	-	
<i>Ricinus communis</i>	aut	Tomazi; Zimmermann; Laps, 2010
<i>Setaria parviflora</i>	-	
<i>Sida rhombifolia</i>	ane	Tomazi; Zimmermann; Laps, 2010
<i>Soliva pterosperma</i>	-	
<i>Steinchisma decipiens</i>	aut	Barbosa et al., 2015
<i>Steinchisma laxum</i>	-	
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	zoo	Spina; Ferreira; Leitão Filho, 2001
<i>Symphytotrichum squamatum</i>	-	
<i>Trema micrantha</i>	zoo	Tomazi; Zimmermann; Laps, 2010

Nome científico	Síndrome de dispersão	Autor
<i>Urochloa plantaginea</i>	ane	Aicha, 2013

Fonte: Autoria própria, 2015.

Das espécies encontradas nas margens do Arroio Viúva Tereza que tiveram a síndrome de dispersão identificada, 38% apresentam como estratégia de dispersão a anemocoria, 35% a autocoria e 27% a zoocoria. (Figura 13).

Figura 13 – Síndrome de dispersão das espécies nos segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul – RS. Síndrome de dispersão: ane = anemocoria, aut = autocoria e zoo = zoocoria



Fonte: Autoria própria, 2015.

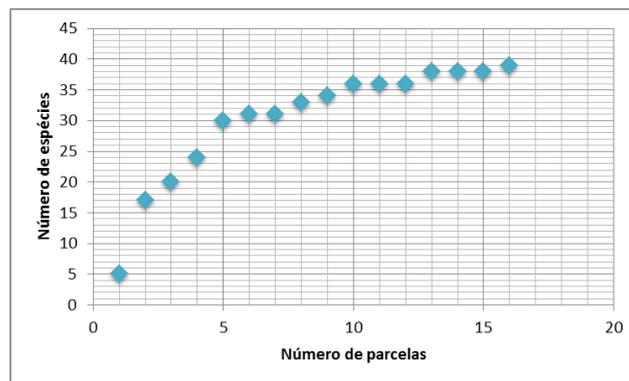
A colonização inicial é realizada por espécies pioneiras, estas tem alta dispersão de sementes pelo vento e por animais. (BUDOWSKI, 1965). Bila (2012), em seu estudo verificou que a maioria das espécies apresentou síndrome de dispersão por anemocoria, seguida de zoocoria, devido à área se encontrar em fase de sucessão inicial (6 anos). No Arroio Viúva Tereza com sucessão inicial (1 ano aproximadamente), a dispersão anemocórica foi a principal, seguida da autocórica e zoocórica.

No estudo fitossociológico realizado em capoeiras de 5 e 20 anos, Silva (2008), também verificou o predomínio de espécies com dispersão anemocórica, mas também por outros mecanismos (hidrocoria e barocoria), retratando a diversidade de estratégias das espécies herbáceo-subarbustivas na colonização destas capoeiras e a reduzida dependência de animais dispersores para a sua propagação.

#### 4.7 Suficiência amostral

Na Figura 14 a curva cumulativa das espécies por parcela nos levantamentos realizados em março e julho no segmento da margem esquerda.

Figura 14 – Curva de suficiência amostral para estimativa da riqueza de espécies no segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza

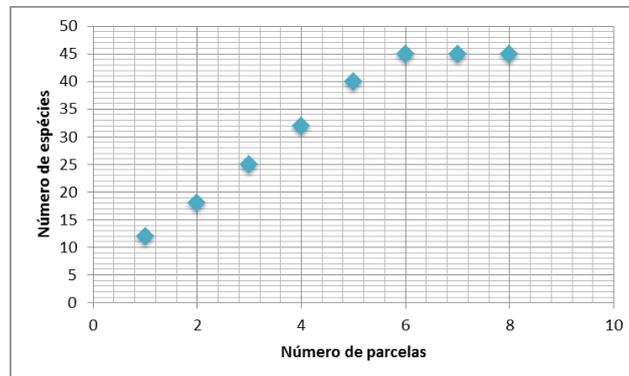


Fonte: Autoria própria, 2015.

A primeira tendência a estabilização foi observada nas parcelas 6 e 7, onde foi registrado o número cumulativo de 31 espécies, a segunda localizou-se entre as parcelas 10 e 12 sendo registradas 36 espécies e, a terceira tendência a estabilização, deu-se entre as parcelas 13 e 15, quando foi atingido o número de 38 espécies. O estimador Chao de segunda ordem estimou 38,23 espécies para área e o Jackknife de primeira e segunda ordem estimou 40,72 e 42,53 espécies, respectivamente. No presente estudo foram encontradas 39 espécies, verificando-se que este número está entre o estimado por Chao e Jackknife.

Na Figura 15 a curva cumulativa das espécies por parcela nos levantamentos realizados em março e julho no segmento da margem direita. Pode ser observada a tendência à estabilização entre as parcelas 6 e 8, onde foi registrado o número cumulativo de 45 espécies.

Figura 15 – Curva de suficiência amostral para estimativa da riqueza de espécies no segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza

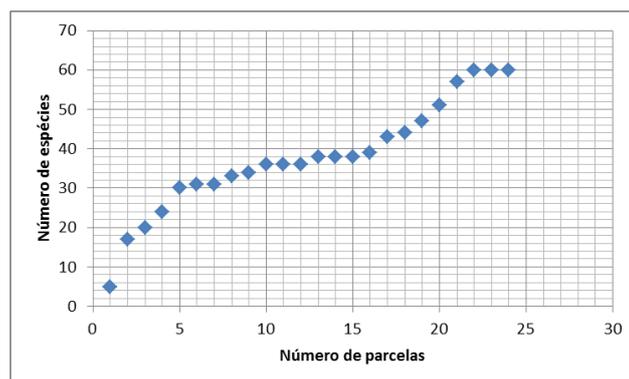


Fonte: Autoria própria, 2015.

O estimador Chao de segunda ordem estimou 45,52 espécies para área e o Jackknife de primeira e segunda ordem estimou 46,68 e 49,14 espécies. No presente estudo foram encontradas 45 espécies, verificando-se que este número está próximo do estimado por Chao e Jackknife.

Na Figura 16 a curva cumulativa das espécies por parcela nos levantamentos realizados em março e julho, nos segmentos das margens esquerda e direita do Arroio Viúva Tereza.

Figura 16 – Curva de suficiência amostral para estimativa da riqueza de espécies nos segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza



Fonte: Autoria própria, 2015.

A primeira tendência a estabilização foi observada nas parcelas 6 e 7, onde foi registrado o número cumulativo de 31 espécies, a segunda localizou-se entre as parcelas 10 e 12 sendo registradas 36 espécies, a terceira tendência a estabilização, deu-se entre as parcelas 13 e 15, com 38 espécies e, a quarta tendência a estabilização, deu-se entre as parcelas 22 e 24, quando foi atingido o número de 60 espécies. O estimador Chao de segunda ordem estimou 58,95 espécies para área e o Jackknife de primeira e segunda ordem estimaram 61,88

e 64,07 espécies, verificando-se que o número de espécies encontradas no estudo está entre o valor estimado por Chao e Jackknife.

#### 4.8 Similaridade

O índice de similaridade de Jaccard, obtido a partir da comparação das espécies registradas nos levantamentos fitossociológicos realizados no segmento da margem esquerda e segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza, foi respectivamente de 22,43%.

Do total de espécies registradas em ambos os levantamentos, 24 foram comuns para ambas as áreas, 14 exclusivas para o segmento da margem esquerda e 21 exclusivas para o segmento da margem direita. Tendo uma baixa similaridade entre as espécies dos dois segmentos das margens do Arroio Viúva Tereza. Já para as famílias, verificou-se uma similaridade maior, 13 famílias foram comuns para os dois segmentos de margem, conforme a Tabela 9. Acredita-se que esta baixa similaridade se deve a dinâmica do Arroio.

Tabela 9 – Índice de similaridade de Jaccard entre os dois segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul – RS. Os números entre parênteses correspondem às espécies e famílias em comum

Local	Espécies	Famílias	Área amostrada (m <sup>2</sup> )	Similaridade	
				Espécies	Famílias
Segmento da margem esquerda	38	17	64	22,43 (24)	28,26 (13)
Segmento da margem direita	45	16	32		

Fonte: Aatoria própria, 2015.

O índice de similaridade de Jaccard obtido a partir da comparação das espécies registradas nos levantamentos fitossociológicos realizados no segmento da margem esquerda e direita do Arroio Viúva Tereza, com outras áreas de vegetação, sem considerar os indivíduos arbóreos jovens encontrados no presente estudo (Tabela 10).

Tabela 10 – Índice de similaridade de Jaccard entre os segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul – RS e outras áreas de estudo com relação aos estratos herbáceo, subarbustivo e arbustivo. Foram consideradas somente as angiospermas, sendo descontadas as pteridófitas dos estudos de Müller, Waechter (2001) e Silva (2008). Os números entre parênteses correspondem às espécies em comum

Referência	Município	Área amostrada (m <sup>2</sup> )	Tipo vegetacional	Estrato	Espécies
Boldrini, Trevisan e Schneider (2008)	Osório	18	Campo na Planície Costeira	herbáceo	7,46 (10)
Garcia e Boldrini (2007)	Capivari do Sul	6	Campo Alterado na Planície Costeira	herbáceo	9,84 (12)
Müller e Waechter (2001)	Viamão	120	Floresta Costeira Subtropical	herbáceo e arbustivo	1,15 (1)
Silva (2008) - Capoeira 5anos	Dom Pedro de Alcântara	100	Floresta Ombrófila Densa	herbáceo e subarbustivo	7,07 (7)
Silva (2008) - Capoeira 20 anos	Dom Pedro de Alcântara	35	Floresta Ombrófila Densa	herbáceo e subarbustivo	5,63 (4)

Fonte: Autoria própria, 2015.

Comparando o estudo da estrutura sinusal dos componentes herbáceo e arbustivo de uma floresta costeira subtropical em Viamão/RS de Müller e Waechter (2001), com os segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza, verificou-se a ocorrência da espécie *Drymaria cordata*, assim como, do gênero *Oxalis*, no segmento da margem esquerda. E os gêneros *Commelina* e *Conyza* foram verificados nos dois segmentos de margem. Verificando-se a baixa similaridade em virtude do estágio sucessional inicial, assim como, da influência da execução do corta-río e da bioengenharia de solos nos segmentos de margem do presente estudo.

Com relação ao estudo fitossociológico de uma área às margens da lagoa do Armazém em Osório/RS, Boldrini, Trevisan e Schneider (2008), relatam que o estudo abrangeu toda a variação da vegetação, sendo diferente o método de levantamento quando comparado ao presente estudo no Arroio Viúva Tereza. Comparando o estudo acima com os segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza, as espécies: *Cynodon dactylon*, *Kyllinga odorata*, *Sida rhombifolia* e *Steinchisma decipiens* ocorreram nos dois segmentos de margem, as espécies

*Eragrostis lugens* e *Symphyotrichum squamatum* foram verificadas no segmento da margem esquerda, já as espécies: *Centella asiatica*, *Dichantherium sabulorum*, *Digitaria ciliaris* e *Soliva pterosperma* ocorreram somente no segmento de margem direita. Os gêneros *Cyperus* e *Paspalum* foram verificados nos dois segmentos de margem, já *Ludwigia*, *Oxalis* e *Pluchea*, foram verificadas somente no segmento da margem esquerda.

No levantamento fitossociológico realizado em capoeira de 5 anos em Dom Pedro de Alcântara/RS por Silva (2008), as seguintes espécies encontradas: *Commelina diffusa*, *Diodia saponariifolia*, e os gêneros: *Conyza*, *Cuphea*, *Cyperus* e *Kyllinga*, foram verificados em ambos segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza. A espécie *Drymaria cordata* e os gêneros *Baccharis* e *Oxalis*, somente no segmento de margem esquerda, e as espécies: *Ageratum conyzoides*, *Centella asiatica*, *Paspalum corcovadense* e *Paspalum urvillei*, somente no segmento de margem direita.

Com relação ao levantamento fitossociológico realizado em capoeira de 20 anos em Dom Pedro de Alcântara/RS de Silva (2008), comparando com o presente estudo, a espécie *Commelina diffusa* e o gênero *Cuphea* foram encontrados nos dois segmentos de margem, *Centella asiatica* e *Paspalum corcovadense* somente no segmento da margem direita e a espécie *Drymaria cordata* no segmento da margem esquerda. De acordo com o mesmo autor, a baixa similaridade florística entre as capoeiras de 5 e 20 anos de seu estudo pode ser um sinal do avanço na sucessão secundária, refletindo os diferentes estágios sucessionais.

No estudo fitossociológico em campo anteriormente cultivado com arroz (*Oryza sativa* L.) em Capivari do Sul/RS, de Garcia e Boldrini (2007), as espécies *Commelina diffusa*, *Cuphea carthagenensis*, *Cynodon dactylon*, *Juncus microcephalus*, *Kyllinga odorata*, *Setaria parviflora*, *Steinchisma decipiens*, *Steinchisma laxum* e os gêneros *Cyperus* e *Eragrostis* encontrados no estudo, também ocorreram nos dois segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza. Já *Pluchea sagittalis* e *Symphyotrichum squamatum* e espécies do gênero *Ludwigia* (*L. caparosa* e *L. octovalis*) foram encontradas somente no segmento da margem esquerda. As espécies *Centella asiatica* e *Paspalum urvillei* foram registradas somente no segmento da margem direita.

Quando a vegetação herbáceo-arbustiva das margens do Arroio Viúva Tereza é comparada com outros trabalhos realizados no sul do Brasil, observa-se, de modo geral, que há baixa similaridade florística. As margens do Arroio Viúva Tereza estão em fase inicial de regeneração, e esta foi favorecida pelo desenvolvimento da bioengenharia de solos, não sendo encontrados trabalhos similares a este. De acordo com Daniel (2006), a baixa similaridade

florística entre as comunidades comparadas no seu estudo na restinga no Morro dos Conventos em Araranguá/SC, se deve ao grande número de espécies que apresentam limites de distribuição bem definidos de acordo com a variação latitudinal na costa brasileira.

No estudo da composição florística de uma formação pioneira com influência fluvial em Balsa Nova/PR, Kozera et al. (2009), relata que a localização geográfica das áreas comparadas, sob diferentes condições climáticas, litológicas e pedológicas, além da heterogeneidade das condições ambientais das planícies estudadas, determinadas principalmente pela dinâmica dos rios relacionados e as diferentes metodologias empregadas, quanto à periodicidade, formas de vida e ambientes considerados nas amostragens, justificam a ausência de similaridade entre as espécies em Balsa Nova e os demais estudos realizados.

#### **4.9 Bioengenharia de solos**

Verificando a porcentagem de cobertura de sarandi nos dois segmentos de margem, constata-se que no segmento da margem esquerda a uma maior cobertura do *Phyllanthus sellowianus* (Tabela 11). O plantio das estacas do sarandi-vermelho foi executado em março de 2014, tendo um maior período para o desenvolvimento em comparação ao plantio no segmento da margem direita, bem como a época do plantio foi favorável para o desenvolvimento da espécie, pois no mesmo mês do plantio verificaram-se brotações nas estacas.

Neste segmento de margem, observou-se um número menor de espécies oriundas da regeneração natural, acredita-se que devido à densidade destes, teve menor incidência de luminosidade, contudo verificou-se um número menor de espécies exóticas. O sombreamento nos estratos inferiores, promovido pelo desenvolvimento do componente arbustivo e arbóreo, torna limitante o processo de germinação e desenvolvimento de algumas espécies herbáceas e subarbustivas. (GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001). Em estudo da recuperação de área degradada na represa do Iraí/PR, Bila (2012), relatou que a luminosidade é determinante no estabelecimento das espécies em fase de sucessão inicial, e também, que a fonte de propágulos esteja próxima das áreas em recuperação.

Com o desenvolvimento da bioengenharia de solos este segmento de margem se encontra estabilizado, as estacas de *Phyllanthus sellowianus* contribuem na proteção da área promovendo o desenvolvimento da regeneração natural. Pois sem o plantio dos sarandis não se teria uma proteção do solo e este seria levado facilmente.

Tabela 11 – Cobertura do *Phyllanthus sellowianus* no segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul - RS

Espécie	Cobertura (%)															
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
<i>Phyllanthus sellowianus</i>	40	40	50	40	40	50	50	40	40	58	38	40	50	20	70	58

Fonte: Autoria própria, 2015.

No segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza a uma menor porcentagem de cobertura de sarandi em comparação ao segmento da margem esquerda (Tabela 12). O plantio das estacas de sarandi foi executado em maio de 2014, e estas foram plantadas com um espaçamento maior em relação ao segmento da margem esquerda, onde somente em agosto iniciou a brotação das estacas de *Phyllanthus sellowianus* e em dezembro das estacas de *Gymnanthes schottiana*. O período foi marcado por muitas cheias do arroio, ocorrendo deposição de sedimentos sobre as estacas que junto com a estação fria contribuíram para a brotação tardia das duas espécies de sarandi. Sendo realizado o plantio de mudas de *Phyllanthus sellowianus* no mês de dezembro de 2014, junto com as estacas que se encontravam estabelecidas.

Há um maior número de espécies da regeneração natural, assim como, uma maior quantidade de espécies exóticas neste segmento de margem que apresenta uma área amostrada menor em relação ao segmento da margem esquerda, que pode estar relacionado a um maior índice de luminosidade em comparação com o segmento da margem esquerda. No período do estudo verificaram-se várias cheias do Arroio em que houve deposição de sedimentos no segmento da margem direita que acabou soterrando as espécies que se encontravam na margem, porém, sementes e propágulos foram depositados.

Tabela 12 – Cobertura do *Phyllanthus sellowianus* e da *Gymnanthes schottiana* no segmento da margem direita do Arroio Viúva Tereza, São Lourenço do Sul, RS

Espécie	Cobertura (%)							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
<i>Phyllanthus sellowianus</i>	8	20	8	10	8	15	7	8
<i>Gymnanthes schottiana</i>	0	0	3	0	0	0	2	0

Fonte: Autoria própria, 2015.

Em nova visita a área no mês de setembro de 2015 verificou-se novas brotações das estacas de *Phyllanthus sellowianus* e também a emissão de inflorescências, tanto das estacas quando das mudas plantadas. O plantio das estacas de sarandi juntamente com a bioengenharia de solos executada nos segmentos das margens do Arroio Viúva Tereza, contribuíram para a regeneração do local, bem como, para a estabilização das margens, estes resistiram às chuvas e ao comportamento torrencial do Arroio Viúva Tereza. Pois com as frequentes cheias, verificou-se que os caules dos sarandis por serem flexíveis, facilitam a passagem da água, como também, protegem o talude e favorecem a regeneração natural.

O *Phyllanthus sellowianus* se reproduz vegetativamente muito bem, o que pode ser demonstrado pela sua capacidade de pega e por providenciar um grande número de raízes logo após o plantio, revelando um enraizamento denso. (DURLO; SUTILI, 2005). O porte arbustivo de *Phyllanthus sellowianus*, a capacidade de inclinar-se durante as cheias e de sobreviver longos períodos de submersão, o torna especialmente adequado às áreas mais próximas ao nível da água. (SUTILI, 2007).

As espécies *Phyllanthus sellowianus* e *Gymnanthes schottiana*, podem ser utilizados em praticamente todas as situações em que seja necessário estabilizar e/ou proteger taludes fluviais. Pela notável flexibilidade de seus caules nos primeiros anos, que proporcionam excelente proteção física aos taludes fluviais, e por serem plantas reófitas, são comprovadamente indicados para o uso junto à linha d'água. O pequeno porte dessas espécies permite que as mesmas se desenvolvam normalmente sobre os taludes fluviais. (DENARDI, 2007).

Ao final do inverno, quando se presume ocorrer a melhor época para os tratamentos vegetativos, os cursos de água costumam estar com seu nível máximo, dificultando ou até impedindo as intervenções físicas, necessárias em muitos casos. Daí a importância em se investigar a possibilidade de desenvolvimento de algumas espécies em diferentes épocas do ano. (DURLO; SUTILI, 2005). No estudo no Arroio Viúva Tereza verificou-se que a melhor época para plantio foi no final do verão, quando comparado ao plantio executado no outono.

As reófitas, com algumas características comuns as hidrófitas e xerófitas, tornam-se adaptadas a ambientes de condições muito particulares, os quais submetem às plantas a situações hídricas e xéricas extremas, sem as quais já não estariam aptas à sobrevivência. O fato das reófitas ocorrerem sob condições especiais (cascatas, corredeiras e solos rochosos) determina que estas plantas tenham que ser altamente especializadas e adaptadas a viver sob estas adversidades ambientais. (ARIOLI, 2006).

As enchentes e/ou o encharcamento do solo, são elementos naturais de especificidade ambiental e contribuem para a heterogeneidade vegetacional das áreas onde estão situadas, em função das diferentes frequências, intensidades e durações com que ocorrem, e da quantidade e qualidade dos sedimentos que são carreados. Dessa forma, a condição climática dessas áreas é caracterizada por um grande número de espécies e de indivíduos dos grupos ecológicos mais iniciais da sucessão, como resultado da ocorrência histórica e repetida desses eventos naturais de perturbações. (RODRIGUES, 2000).

Recuperar uma área ciliar degradada requer intervenções antrópicas, visando reduzir os aspectos limitantes para uma recuperação efetiva, com ações no sentido de permitir a sucessão ecológica das espécies. Estas ações baseiam-se principalmente na introdução de espécies de ocorrência natural, que possibilitem, com o tempo, que o ecossistema ciliar retome suas funções. (CECONI, 2010).

A sucessão natural nos segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza está em fase inicial, no levantamento fitossociológico II verificaram-se mudanças na composição florística, onde algumas espécies que se encontravam no levantamento I morreram dando espaço a outras espécies, assim como, outras aumentaram ou reduziram sua cobertura. Verificou-se que 48,72% das espécies tiveram aumento de cobertura no segmento da margem esquerda do levantamento I para o levantamento II, 2,56% tiveram redução da cobertura, 25,64% não tiveram variação na cobertura, 15,38% foram novos registros para a área e 7,69% se encontram mortas. No segmento da margem direita verificou-se que 51,11% das espécies aumentaram a cobertura do levantamento I para o levantamento II, 6,67% reduziram a cobertura, 6,67% não tiveram variação na cobertura, 22,22% foram novos registros para a área e 13,33% se encontram mortas.

A sucessão ecológica caracteriza-se por um gradual aumento e substituição de espécies ao longo do tempo, em função das diferentes condições ambientais. (RODRIGUES; GANDOLFI, 2000). A dinâmica de recuperação de uma floresta é uma combinação de fatores, onde grupos de espécies com exigências complementares, principalmente quanto à necessidade de luz, são associados de tal forma que as espécies de estágios iniciais sejam sombreadoras de espécies de estágios finais da sucessão, acelerando assim o processo de recuperação de uma área perturbada. (CECONI, 2010). A condução da regeneração natural é um importante método de restaurar a vegetação nativa, devido ao custo reduzido e ao ganho em diversidade vegetal no local restaurado, pois permite que espécies de outras formas de vida que não somente a arbórea, sejam incorporadas à área, aumentando a representatividade

florística e genética das formações vegetais em restauração e com maior probabilidade de sucesso. (RODRIGUES; GANDOLFI, 2000).

## 5 CONCLUSÕES

- Foi registrado no segmento da margem esquerda do Arroio Viúva Tereza a ocorrência de 39 espécies e 17 famílias e no segmento da margem direita foram encontradas 45 espécies e 16 famílias. O segmento da margem direita com menor área amostrada apresentou maior número de espécies;

- As famílias Poaceae, Asteraceae, Convolvulaceae e Cyperaceae tiveram maior representatividade de espécies nos dois segmentos de margem. Destaca-se a família Convolvulaceae no presente estudo, que na bibliografia consultada não teve representatividade;

- Houve um aumento do índice de diversidade do levantamento I para o levantamento II em ambos os segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza. O segmento da margem esquerda apresentou maior diversidade quando comparado ao segmento da margem direita;

- Ocorreu a substituição de espécies do levantamento fitossociológico I para o levantamento II, assim como o aumento da cobertura de algumas espécies;

- A regeneração natural nos dois segmentos de margem está em fase inicial, sendo constatada somente a presença de espécies pioneiras, principalmente da família Poaceae;

- O índice de similaridade de Jaccard obtido a partir da comparação das espécies registradas nos dois segmentos de margem do Arroio Viúva Tereza foi de 22,43%. A baixa similaridade pode estar relacionada à dinâmica do Arroio em que as cheias ocasionam a deposição de sedimentos no segmento da margem direita e a remoção do solo no segmento da margem esquerda;

- São necessários novos estudos da vegetação que se estabelece após a realização da bioengenharia dos solos nas margens dos arroios.

## REFERÊNCIAS

AB’SÁBER, Aziz N. O suporte geológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, Ricardo R.; LEITÃO FILHO, Hermógenes de F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. Fapesp, SP: Ed. da Universidade de São Paulo, 2000. p. 15-25.

AICHA, Nádia N. **Caracterização do banco de sementes do solo de duas áreas ripárias perturbadas na bacia do Ribeirão Pipuripau – DF**. 2013. 69 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

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.

ARIOLI, Tagiane. **Morfo-anatomia foliar de três espécies reófitas arbustivas do vale do Itajaí, Santa Catarina**. 2006. 121 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ASSUNÇÃO, Vivian A.; GUGLIERI-CAPORAL, Adriana; SARTORI, Ângela L. B. Florística do estrato herbáceo de um remanescente de cerradão em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Hoehnea**, SP, v. 38, n. 2, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2236-89062011000200008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2236-89062011000200008&script=sci_arttext)>. Acesso em: 03 nov. 2015.

AUMOND, Juarês J. **Adoção de uma nova abordagem para a recuperação de área degradada pela mineração**. 2007. 265 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

BACKES, Albano; NARDINO, Mariluz. **Árvores, arbustos e algumas lianas nativas no Rio Grande do Sul**. São Leopoldo, RS: Ed. Unisinos, 1998.

BANDEIRA, Clarice; FLORIANO, Eduardo P. Avaliação de Impacto Ambiental de Rodovias. **Caderno Didático**, Santa Rosa, RS, n. 8, p. 16, 2004. Disponível em: <<http://rodoviasverdes.ufsc.br/files/2010/03/Avalia%C3%A7%C3%A3o-de-impacto-ambiental-de-rodovias.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2015.

BARBOSA, Luiz M. et al. Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo. In: VI SIMPÓSIO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA, 2015, São Paulo. **Anais**. São Paulo, 2015.

BILA, Nocy. **Avaliação da recuperação de área degradada na represa do Iraí, Paraná, por meio de aspectos florísticos e fitossociológicos**. 2012. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

BOLDRINI, Ilsi I.; TREVISAN, Rafael; SCHNEIDER, Angelo A. Estudo florístico e fitossociológico de uma área às margens da Lagoa do Armazém, Osório, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, RS, v. 6, n. 4, p. 355-367, out./dez, 2008. Disponível em:

<<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/1117/835>>. Acesso em: 29 nov. 2015.

BOLDRINI, Ilsi I. et al. **Bioma Pampa: diversidade florística e fisionômica**. Porto Alegre, RS: editora Pallotti, 2010.

BRACK, Paulo. Vegetação e paisagem do Litoral Norte do Rio Grande do Sul: exuberância, raridade e ameaças à biodiversidade. In: WÜRDIG, Norma L; FREITAS, Suzana M. F. (Org.). **Ecosistemas e Biodiversidade do Litoral Norte do RS**. Porto Alegre, RS: Nova Prova, 2009. p. 32-55.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.16667, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20112014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20112014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 8 jun. 2015.

BRIGHENTI, Alexandre M.; OLIVEIRA, Maurílio F. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., Rubem S.; CONSTANTIN, Jamil; INOUE, Miriam H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, PR: omnipax, 2011. p. 1-36.

BUDOWSKI, Gerardo. Distribution of tropical American rain forest species in the light of sucessional processes. **Turrialba**, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.

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

CECONI, Denise E. **Diagnóstico e recuperação da mata ciliar da Sanga Lagoão do Ouro na Microbacia hidrográfica do Vacacaí-Mirim, Santa Maria-RS**. 2010. 132 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

COUTO, Laércio et al. Técnicas de bioengenharia para revegetação de taludes no Brasil.

**Boletim Técnico CBCN**, Viçosa, MG, n. 1, p. 118, 2010. Disponível em:

<[www.cbcn.org.br/arquivos/p\\_tecnicas\\_brasil\\_853272915.pdf](http://www.cbcn.org.br/arquivos/p_tecnicas_brasil_853272915.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2014.

DANIEL, Rosabel B. **Florística e fitossociologia da restinga herbáceo-arbustiva do morro dos conventos, Araranguá, SC**. 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2006.

DENARDI, Luciano. **Anatomia e flexibilidade do caule de quatro espécies lenhosas para o manejo biotécnico de cursos de água**. 2007. 112 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-

Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

DURLO, Miguel A.; SUTILI, Fabrício J. **Bioengenharia**: manejo biotécnico de cursos de água. Porto Alegre, RS: EST Edições, 2005.

ENGEL, Vera L.; PARROTTA, John A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, Paulo Y. et al. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu, SP: FEPAF, 2003. p. 01-26.

FERREIRA, Paula I. et al. Espécies potenciais para recuperação de áreas de preservação permanente no Planalto Catarinense. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 2, abr./jun., p. 173-182, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/floram/v20n2/a04v20n2.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2015.

FOWLER, João A. P.; CARPANEZZ, Antônio A. Tratamentos para superação da dormência de sementes de *Mimosa pilulifera* Benth. **Comunicado Técnico**, n. 30, p. 1-3, 1998. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/290862/1/comtec30.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2015.

GAMA, João R. V. et al. Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no município de Afuá, Estado do Pará. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 13, n. 2, p. 71-82, 2003. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v13n2/A9V13N2.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

GARCIA, Élen N.; BOLDRINI, Ilsi, I. Estado de conservação de um campo alterado na Planície Costeira, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, RS, v. 5, supl. 2, p. 1044-1046, jul. 2007. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/843/703>>. Acesso em: 2 nov. 2015.

GAZZIERO, Dionísio L. P. et al. **Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2006. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/doc+274\\_000g3bgi2ms02wx5ok0r2ma0nn0x843h.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/doc+274_000g3bgi2ms02wx5ok0r2ma0nn0x843h.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2015.

GUARIGUATA, Manuel R.; OSTERTAG, Rebecca. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, v 148, p. 185-206, 2001. Disponível em: <<http://www.ib.usp.br/~lfsilveira/pdf/neotropalsecondary.pdf.pdf>>. Acesso em: 2 nov. 2015.

HOLANDA, Francisco S. R.; ROCHA, Igor P.; OLIVEIRA, Vandemberg S. Estabilização de taludes marginais com técnicas de bioengenharia de solos no Baixo São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 12, n. 6, p. 570-575, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n6/v12n06a02.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2015.

HOLANDA, Francisco S. R. et al. Controle da erosão em margens de cursos d'água: das soluções empíricas à técnica da bioengenharia de solos. **Revista RA'E GA**, Curitiba, n. 17, p. 93-101, 2009. Disponível em:

<<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/raega/article/view/12404/10668>>. Acesso em: 10 maio 2015.

JACOMINE, Paulo K. T. Solos sob matas ciliares. In: RODRIGUES, Ricardo R.; LEITÃO FILHO, Hermógenes de F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. Fapesp, SP: Ed. da Universidade de São Paulo, 2000. p. 27-31.

JUNK, Wolfgang J.; PIEDADE, Maria T. F. Plant life in the floodplain with special reference to herbaceous plants. In: JUNK, Wolfgang J. (Ed.). **The central amazon floodplain: ecology of a pulsing system**. Berlim: Springer-Verlag, 1997. p. 147-185.

KAGEYAMA, Paulo; GANDARA, Flávio B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, Ricardo R.; LEITÃO FILHO, Hermógenes de F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. Fapesp, SP: Ed. da Universidade de São Paulo, 2000. p. 249-269.

KISSMANN, Kurt G. **Plantas infestantes e nocivas**. 1. ed. SP: BASF S.A., Tomo III, 1995.

KISSMANN, Kurt G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. SP: BASF, Tomo I, 1997.

KISSMANN, Kurt G.; GROTH, Doris. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. SP: BASF, Tomo III, 2000.

KOZERA, Carina et al. Composição florística de uma formação pioneira com influência fluvial em balsa nova, PR, Brasil. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 39, n. 2, p. 309-322, abr./jun. 2009. Disponível em:

<<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/floresta/article/viewFile/14558/9780>>. Acesso em 20 nov. 2015.

LIMA, Elimar A. **Estudo florístico da APA do Cariri, Paraíba, Brasil: riqueza, similaridade e síndromes de dispersão**. 2012. 91 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Pro-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012. Disponível em: <<http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/tede/2053/1/PDF%20%20Elimar%20Alves%20de%20Lima.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2015.

LISBOA, Marcus V. **Contribuição para tomada de decisão na classificação e seleção de alternativas de traçado para rodovias em trechos urbanizados**. 2002. 194 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-24042003-183416/en.php>>. Acesso em: 2 nov. 2015.

**Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 07 out. 2015.

LORENZI, Harri. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4. ed. v. 2. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2013.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 6. ed. v. 1. SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.

MARCHIORI, José N. C. **Dendrologia das angiospermas**: das bixáceas às rosáceas. Santa Maria, RS: Ed. UFSM, 2000.

MARCHIORI, José N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul**: campos sulinos. Porto Alegre, RS: Ed. EST, 2004.

MARQUES, Márcia C. M.; OLIVEIRA, Paulo E. A. M. Características reprodutivas das espécies vegetais da planície costeira. In: MARQUES, Márcia C. M.; BRITZ, Ricardo M. (Org.). **História natural e conservação da Ilha do Mel**. Curitiba, PR: Editora UFPR, 2005. p. 169-188. Disponível em: <[http://www.academia.edu/9241422/Hist%C3%B3ria\\_Natural\\_e\\_Conserva%C3%A7%C3%A3o\\_da\\_Ilha\\_do\\_Mel](http://www.academia.edu/9241422/Hist%C3%B3ria_Natural_e_Conserva%C3%A7%C3%A3o_da_Ilha_do_Mel)>. Acesso em: 04 out. 2015.

MEIRA-NETO, João A. A.; MARTINS, Fernando R.; SOUZA, Agostinho L. Influência da cobertura e do solo na composição florística do sub-bosque em uma floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 19, n. 3. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-33062005000300007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062005000300007)>. Acesso em: 2 nov. 2015.

MORGAN, Roy P. C.; RICKSON, R. J. **Slope stabilization and erosion control – a bioengineering approach**. London: E & FN Spon, 1995.

MÜELLER-DOMBOIS, Dieter; ELLENBERG, Heinz. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Wiley, 1974.

MÜLLER, Sandra C.; WAECHTER, Jorge L. Estrutura sinusal dos componentes herbáceo e arbustivo de uma floresta costeira subtropical. **Rev. Bras. Bot.**, São Paulo, SP, v. 24, n. 4, p. 395 – 406, dez. 2001. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042001000400005>>. Acesso em: 20 set. 2015.

PALMA, Carla B.; INÁCIO, Camila D.; JARENKOW, João A. Florística e estrutura da sinússia herbácea terrícola de uma floresta estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, RS, v. 6, n. 3, p. 151-158, jul./set. 2008. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1031>>. Acesso em: 29 nov. 2015.

PILLAR, Valério D. **Dinâmica Temporal da Vegetação**. Departamento de Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994. Disponível em: <<http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>>. Acesso em: 18 jul. 2015.

PINTO-COELHO; Ricardo M. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre, RS: Artes Médicas Sul, 2000.

REIS, Ademir et al. Técnicas para a restauração através da nucleação. In: **Apostila de restauração ambiental sistêmica do laboratório de ecologia florestal**. Laboratório de ecologia vegetal, Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em:  
<[http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/oficina%20recuperacao%20amb/20086\\_AP\\_Restaura\\_LEF.pdf](http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/oficina%20recuperacao%20amb/20086_AP_Restaura_LEF.pdf)>. Acesso em: 03 nov. 2015.

RIBEIRO, Gabriel H. P. M.; FELFILI, Jeanine M. Regeneração natural em diferentes ambientes da Mata de Galeria do Capetinga, na Fazenda Água Limpa - DF. **Revista Cerne**, Lavras, v. 15, n. 1, p. 1-9, jan./mar. 2009. Disponível em:  
<<http://www.redalyc.org/pdf/744/74413015001.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2015.

RICKLEFS, Robert E. **A economia da natureza**. 6. ed. RJ: Guanabara Koogan, 2012.

RIO GRANDE DO SUL. **Portaria SEMA n° 79, de 31 de outubro de 2013**. Reconhece a Lista de Espécies Exóticas Invasoras do Estado do Rio Grande do Sul e demais classificações, estabelece normas de controle e dá outras providências. Disponível em:  
<[http://www.institutohorus.org.br/download/marcos\\_legais/Portaria%20SEMA%20RS%2079%20-%202013%20Lista%20invasoras.pdf](http://www.institutohorus.org.br/download/marcos_legais/Portaria%20SEMA%20RS%2079%20-%202013%20Lista%20invasoras.pdf)>. Acesso em: 02 nov. 2015.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Diretrizes ambientais para restauração de matas ciliares**. Departamento de Florestas e Áreas Protegidas. Porto Alegre, RS: SEMA, 2007.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/>>. Acesso em: 31 out. 2015.

RODRIGUES, Ricardo R. Florestas ciliares? Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: RODRIGUES, Ricardo Ribeiro; LEITÃO FILHO, Hermógenes de Freitas. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. Fapesp, São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 2000. p. 91-99.

RODRIGUES, Ricardo R.; GANDOLFI, Sergius. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, Ricardo Ribeiro; LEITÃO FILHO, Hermógenes de Freitas. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. Fapesp, São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 2000. p. 235-247.

RODRIGUES, Ricardo R; SHEPHERD, George J. Florestas ciliares? Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In: RODRIGUES, Ricardo Ribeiro; LEITÃO FILHO, Hermógenes de Freitas. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. Fapesp, São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 2000. p. 101-108.

RONCHI, Daiane L. **Restauração de uma área degradada através de poleiros secos como modelo de nucleação**. 2013. 30 p. Monografia (Especialista em Biologia da Conservação) - Pós-Graduação Lato Sensu em Biologia da Conservação, Universidade do Vale do Itajaí,

Itajaí, 2013. Disponível em: < <http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2014/04/Daiane-Luchetta-Ronchi.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2015.

SCHIECHTL, Hugo M. **Definition of Bioengineering**. Disponível em: <<http://bioengenhariadesolos.blogspot.com/2010/06/definicao-de-en-dada-por-hugo-schiechtl.html>>. Acesso em: 20 set. 2015.

SCHNEIDER, Angelo A. A flora naturalizada no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil: herbáceas subespontâneas. **Biociências**, Porto Alegre, RS, v. 15, n. 2, p. 257-268, jul. 2007. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/teo/ojs/index.php/fabio/article/viewFile/254/3005>>. Acesso em: 03 out. 2015.

SILVA, Fabiana M. **Diversidade e dinâmica da vegetação e a chuva de sementes mediada por aves em comunidades secundárias de floresta atlântica no sul do Brasil**. 2008. 120 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.

SOBRAL, Marcos et al. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2. ed. São Carlos, SP: RiMa, 2013.

SOUZA, Débora C. et al. Estrutura florestal no entorno das nascentes do rio km 119, Campo Mourão-Paraná, Brasil. **SaBios: Rev. Saúde e Biol.**, v. 9, n. 2, p. 20-30, mai./ago. 2014. Disponível em: <<http://revista.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios2/article/view/1354/593>>. Acesso em: 02 nov. 2015.

SOUZA, Rita. **Curso de formação: introdução à engenharia natural**. Engenharia natural, 2015.

SPINA, Andréa P.; FERREIRA, Washington M.; LEITÃO FILHO, Hermógenes F. Floração, frutificação e síndromes de dispersão de uma comunidade de floresta de brejo na região de Campinas (SP). **Acta bot. bras.** v. 15, n. 3, p. 349-368, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v15n3/7580.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

STE - SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA S.A. **Estudo de Impacto Ambiental do Projeto de Adequação da Capacidade e Duplicação da Rodovia BR-116/RS**. Relatório técnico não publicado. 2009, 1270 p.

STE - SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA S.A. **Projeto de Plantio Compensatório: Arroio Viúva Tereza, BR-116/RS**. Relatório técnico não publicado. 2013.

STE - SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA S.A. **Imagens da engenharia natural na margem esquerda e direita do Arroio Viúva Tereza**. Imagens não publicadas. 2014 e 2015.

STE - SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA S.A. **Mapa de Localização do Arroio Viúva Tereza, BR-116/RS**. Mapa não publicado. 2015.

STRECK, Edegar V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2 ed. Porto Alegre, RS: EMATER/RS-ASCAR, 2008.

SUTILI, Fabrício J. **Bioengenharia de Solos no Âmbito Fluvial do Sul do Brasil**. 2007, 95 p. Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia Civil e Perigos Naturais, Instituto de Bioengenharia de Solos e Planejamento da Paisagem, Universidade Rural de Viena, Viena, 2007.

SUTILI, Fabrício J.; DURLO, Miguel A.; BRESSAN, Delmar A. Potencial biotécnico do sarandi-branco (*Phyllanthus sellowianus* Müll. Arg.) e vime (*Salix viminalis* L.) para revegetação de margens de cursos de água. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 13-20, 2004.

TEIXEIRA, Mario B. et al. Vegetação. In: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento de recursos naturais**. RJ: IBGE, 1986. v. 33, p. 541- 620.

**The Plant List**: A working list of all plant species. Disponível em: <<http://www.theplantlist.org/>>. Acesso em: 07 out. 2015.

TOMAZI, Aline L.; ZIMMERMANN, Carlos E.; LAPS, Rudi R. Poleiros artificiais como modelo de nucleação para restauração de ambientes ciliares: caracterização da chuva de sementes e regeneração natural. **Revista Biotemas**, v. 23, n. 3, p. 125-135, setembro de 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2010v23n3p125/14444>>. Acesso em: 03 nov. 2015.

**Tropicos**. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/>>. Acesso em: 07 out. 2015.

VENZKE, Tiago S. et al. Síndromes de dispersão de sementes em estágios sucessionais de mata ciliar, no extremo sul da Mata Atlântica, Arroio do Padre, RS, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 3, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622014000300002>>. Acesso em: 25 nov. 2015.