

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**ARMAZENAMENTO DE PROPÁGULOS  
VEGETATIVOS USADOS COMO MATERIAL  
DE CONSTRUÇÃO EM INTERVENÇÕES  
DE ENGENHARIA NATURAL**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Suelen Camargo Cadoná**

**Santa Maria, RS, Brasil,  
2014**

**ARMAZENAMENTO DE PROPÁGULOS VEGETATIVOS  
USADOS COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO EM  
INTERVENÇÕES DE ENGENHARIA NATURAL**

**Suelen Camargo Cadoná**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Manejo Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Florestal**

**Orientador: Prof. Dr. Fabrício Jaques Sutili**

Santa Maria, RS, Brasil  
2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Cadoná, Suelen Camargo

Armazenamento de propágulos vegetativos usados como material de construção em intervenções de engenharia natural / Suelen Camargo Cadoná.-2014.

52 p. ; 30cm

Orientador: Fabrício Jaques Sutili

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2014

1. Propagação vegetativa 2. Bioengenharia de solos 3. Phyllanthus sellowianus 4. Salix humboldtiana 5. Sebastiania schottiana I. Sutili, Fabrício Jaques II. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de Mestrado

**ARMAZENAMENTO DE PROPÁGULOS VEGETATIVOS USADOS  
COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO EM INTERVENÇÕES DE  
ENGENHARIA NATURAL**

elaborada por  
**Suelen Camargo Cadoná**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
Mestre em Engenharia Florestal

**Comissão Examinadora**

**Fabício J. Sutili, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

**Elvidio Gavassoni Neto, Dr. (UFPR)**

**Nilton César Mantovani, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, 28 de fevereiro de 2014.

## AGRADECIMENTOS

- à Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de realizar meu mestrado de forma gratuita e a CAPES pela bolsa concedida;
- ao Prof. Fabrício Jaques Sutili, meu orientador, que, mais uma vez, acreditou na minha capacidade, na realização deste trabalho. Meu muito obrigado pela amizade, por todo o esforço prestado e pelas lições de vida que me incentivaram a seguir até aqui;
- ao Prof. Miguel Antão Durlo, pelo qual tenho grande admiração;
- ao grupo de pesquisa em Engenharia Natural, Rita Sousa, Charles e Vagner Cargnin, pela amizade e auxílio em todas as atividades realizadas.
- aos co-orientadores, Dra. Ana Paula Rovedder e Dr. José Newton Cardoso Marchiori, pelo conhecimento transmitido através de aulas e viagem de estudo, colaborando no desenvolvimento deste trabalho;
- a minha família, pais Claudiomir e Zilá, minha irmã Gabrielen, sobrinhas Betyna e Valentyna, cunhado Mário Junior Ceretta, e a ti Vinicius Perlin, pelo apoio e amor incondicional em todos os momentos e principalmente nos mais difíceis, sem vocês eu não conseguiria;
- aos Professores Dra. Maristela Araujo, Dr. Frederico Dimas Fleig, Nilton Cesar Mantovani, Francisco Sandro Holanda e Elvidio Gavassoni, pela ajuda, amizade, apoio, sugestões e colaboração na realização deste trabalho;
- a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal;
- aos colegas, por me permitirem ter vivenciado esses dois anos com vocês, em especial: David Fagner de Souza e Lira, Daniela Thomas da Silva, Maria Daniele dos Santos Dutra, Regis V. Longhi, Flavio Laureano, Anna Zimmermann, Emanuel Araujo, Emanuel Arnoni, Rafael Cubas, Jean Pierre Cavalli, Pierre Belle, Noe dos Santos Hofiço, Gerson Lisbôa Gabriel Marangon, Renata Carvalho e Marciane Fleck. Tornamo-nos amigos! E, como diria Mário Quintana, “A amizade é um amor que nunca morre”. Obrigado!
- aos funcionários da UFSM, em especial: do Viveiro Florestal e Herbário, Élio, Gervásio, Maria e Jorge, pelo auxílio nos trabalhos e amizade;
- aos amigos pelo convívio, amizade, companheirismo e colaboração ao longo deste trabalho e na vida: Aramis Flores, Cleiton Piaia, Daniel Melz, Maria Eliana, Maikon Herpich, Morgana T.T. Beckert, Paula Kettenhuber, Thamine K. Muller, Sheila B. Leal, Sabrina Fortes, Marília Fortes, Vanessa Pavan, Daniela Facco, Naime Santos. Meu muito obrigado!

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
Universidade Federal de Santa Maria

### **ARMAZENAMENTO DE PROPÁGULOS VEGETATIVOS USADOS COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO EM INTERVENÇÕES DE ENGENHARIA NATURAL**

AUTORA: SUELEN CAMARGO CADONÁ

ORIENTADOR: FABRÍCIO JAQUES SUTILI

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 28 de fevereiro de 2014.

A engenharia natural é uma disciplina da engenharia que utiliza elementos vivos como materiais de construção capazes de produzirem efeitos técnicos, bem como estéticos e ecológicos. Entre outras formas, propágulos vegetativos são utilizados em diferentes arranjos técnicos visando melhorar as propriedades de engenharia dos solos através do desenvolvimento radicular das plantas. Os materiais vivos, sejam estacas lenhosas ou outras partes da planta, possuem um período ideal ou máximo de estocagem antes de sua utilização em obra. O objetivo deste trabalho é avaliar formas de armazenamento que melhor preservem a viabilidade de propágulos vegetativos (estacas lenhosas). Três espécies foram utilizadas para o estudo: *Phyllanthus sellowianus*, *Salix humboldtiana* e *Sebastiania schottiana*. Propágulos vegetativos (estacas lenhosas) dessas espécies foram acondicionados para armazenamento em três diferentes formas: papel Kraft, polietileno transparente úmido e polietileno transparente seco. Esses foram conservados em duas condições de acondicionamento (temperatura ambiente - sem refrigeração - e ambiente refrigerado com temperatura de  $8^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ). A viabilidade do material foi verificada através do índice de pega (IP) do material plantado, avaliado após diferentes períodos de armazenamento: testemunha (sem armazenamento), 3, 6, 9, 12, e 15 dias. As estacas tiveram seu IP avaliado após 60 dias do plantio. Os resultados mostram que o armazenamento em embalagens de polipropileno seco produz os melhores efeitos de preservação. O acondicionamento em embalagem de papel Kraft, permite a troca de umidade entre o material vegetal e o ambiente externo, o que leva à rápida desidratação e à morte do material vegetal. Já a embalagem de polietileno úmida cria condições para a proliferação de fungos e bactérias o que, igualmente, reduz a vitalidade do material armazenado. Os resultados obtidos mostram que o armazenamento do material vegetal para as espécies estudadas é viável em embalagem de polietileno seco por até 15 dias (máximo testado). A refrigeração reduz a proliferação de patógenos e aumenta o IP de *S. humboldtiana*. Já a espécie *S. schottiana* tem seu IP significativamente melhorado quando armazenada por pelo menos três dias antes do plantio. As informações obtidas são úteis no planejamento do cronograma de execução de obras que utilizem propágulos lenhosos vivos.

**Palavras-chaves:** Propagação vegetativa. Bioengenharia de solos. *Phyllanthus sellowianus*. *Salix humboldtiana*. *Sebastiania schottiana*.

## ABSTRACT

Master's Degree Dissertation  
Postgraduate Program in Forestry Engineering  
Universidad Federal de Santa Maria

### STORAGE OF PLANT PROPAGULES USED AS CONSTRUCTION MATERIAL IN SOIL BIOENGINEERING INTERVENTIONS

AUTHOR: SUELEN CAMARGO CADONÁ

ADVISOR: FABRÍCIO JAQUES SUTILI

Date and Place of Defense: Santa Maria, 28 February 2014.

Soil bioengineering is a discipline of civil engineering that uses live elements as construction materials in order to produce technical effects, without neglecting aesthetic and ecological issues. Plant propagules are one of the most employed vegetative materials in different soil bioengineering schemes. These propagules are used to stabilize soil engineering properties by means of the posterior plant root development. Live material, consisting, in general, of wooden stakes and stem posts, could not be stored indefinitely, having a maximum or an optimal storage period before being implanted as construction material in soil bioengineering interventions. The objective of this work is to evaluate the most appropriate storage to preserve plant propagules (wooden cuttings) viability. Three species had been used for the study: *Phyllanthus sellowianus*, *Salix humboldtiana* and *Sebastiania schottiana*. Propagules of those three species are stored in three different wrap materials: Kraft paper, moist transparent polyethylene and dry transparent polyethylene. Each packed set is then preserved in two different temperature states (room temperature – unrefrigerated – and refrigerated environment at  $8^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ). The vegetative viability of the material is verified by means of the success rate (IP) of the implanted sets, evaluated after different storage periods: reference sampling (non-stored), 3, 6, 9, 12, and 15 days. The live cuttings had their IP evaluated after 60 days of planting. The results show that the dry polyethylene storage produced the best preserving effects. Storage in Kraft paper, allowed moisture exchange between plant material and external environment. This fact leads to fast dehydration and death of the plant material. Moist polyethylene packing, meanwhile, creates conditions for the proliferation of fungi and bacteria, also reducing the vitality of the stored material. The results indicate that the storage of the studied species is feasible in dry polyethylene packing for up to 15 days (maximum tested period). The main refrigeration effects are: to decrease fungi and bacteria proliferation and to improve *S. humboldtiana* viability. *S. schottiana* success rate is significantly improved when it is stored by at least three days before planting. The obtained results are useful as important information for planning and scheduling soil bioengineering works execution.

**Keywords:** Vegetative propagation. Soil Bioengineering. *Phyllanthus sellowianus*. *Salix humboldtiana*. *Sebastiania schottiana*.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
1.1 OBJETIVOS.....	9
1.1.1 Geral.....	9
1.1.2 Específicos .....	9
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>10</b>
2.1 CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS DAS ESPÉCIES.....	10
2.1.1 <i>Phyllanthus sellowianus</i> Müll. Arg. ....	10
2.1.2 <i>Salix humboldtiana</i> Willd. ....	13
2.1.3 <i>Sebastiania schottiana</i> (Müll. Arg.) Müll. Arg.....	15
2.2 OCORRÊNCIA NATURAL DE <i>PHYLLANTHUS SELLOWIANUS</i> , <i>SALIX HUMBOLDTIANA</i> E <i>SEBASTIANA SCHOTTIANA</i> NO BRASIL .....	18
2.2.1 <i>Phyllanthus sellowianus</i> Müll. Arg. ....	19
2.2.2 <i>Salix humboldtiana</i> Willd. ....	19
2.2.3 <i>Sebastiania schottiana</i> (Müll. Arg.) Müll. Arg.....	20
2.3 ARMAZENAMENTO DO MATERIAL VEGETAL .....	22
2.3.1 Formas de armazenamento .....	24
2.3.2 Limitações fisiológicas do material vegetal.....	26
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>28</b>
3.1 ÁREA DE IMPLANTAÇÃO .....	28
3.2 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	28
3.3 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS .....	34
3.3.1 Delineamento estatístico e variáveis observadas .....	34
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>36</b>
4.1 ÍNDICE DE PEGA .....	36
4.1.1 <i>Phyllanthus sellowianus</i> .....	36
4.1.2 <i>Salix humboldtiana</i> .....	40
4.1.3 <i>Sebastiania schottiana</i> .....	44
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>48</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>49</b>



# 1 INTRODUÇÃO

A Engenharia Natural é uma disciplina da Engenharia que utiliza elementos vivos como materiais de construção na estabilização dos solos. Tais elementos são capazes de produzir efeitos técnicos, sem desconsiderar os ganhos estéticos e ecológicos que podem proporcionar quando os mesmos são utilizados. Na Engenharia Natural a facilidade de propagação, seja germinativa ou vegetativa, de cada espécie é um fator importante. Espécies com propagação fácil e de baixo custo normalmente são preferidas a fim de provocar resultados rápidos e que solucionem os problemas em tratamento. Essa abordagem, contudo não se impede em admitir medidas complementares e posteriores, onde espécies de desenvolvimento mais lento e difícil sejam utilizadas para a melhoria das características ecológicas e estéticas da intervenção.

As técnicas de Engenharia Natural tendem, em seu primeiro momento, a valorizar formas de propagação vegetativa, isso devido à sua aptidão técnica, economia e maior diversidade de configurações com as estruturas inertes nos esquemas de Engenharia Natural, comumente utilizados.

Enquanto os elementos construtivos inertes podem ser armazenados por períodos longos e até mesmo indeterminados, em alguns casos, os elementos vegetativos costumam perder suas propriedades técnicas de modo muito rápido e exigem cuidados. Sendo, portanto, os materiais vivos, os que conferem a rigidez ao cronograma de obra. Portanto, conhecer e, dentro do possível, ampliar esse período de manutenção da viabilidade técnica do material vegetativo rende uma desejável flexibilidade ao ritmo de implantação de uma obra de Engenharia Natural.

Além das próprias características do material (espécie), fatores tais como umidade, temperatura e mesmo luminosidade, bem como a qualidade fitossanitária durante a estocagem, regulam a amplitude do período de armazenamento. É também necessário mencionar que uma estocagem por curto período pode até mesmo melhorar os resultados da propagação vegetativa de algumas espécies.

O objetivo deste trabalho é avaliar formas de armazenamento que controlem fatores de umidade e temperatura com objetivo de aumentar o período de armazenamento dos propágulos vegetativos, nesse caso estacas lenhosas.

Para isso são utilizadas três espécies: *Phyllanthus sellowianus* Müll. Arg., *Salix humboldtiana* Willd. e *Sebastiania schottiana* (Müll. Arg.) Müll. Arg. Essas são espécies que

apresentam capacidade de propagação vegetativa já comprovada, sendo muito utilizadas em obras de Engenharia Natural (SUTILI, 2004; MARCHIORI, 2004; VARGAS, 2007; MONTEIRO, 2009).

Esta dissertação está organizada nas seguintes seções: Revisão de Literatura com breve descrição sobre as características botânicas e ocorrência natural das espécies *P. sellowianus*, *S. humboldtiana* e *S. schottiana* no território brasileiro, além de uma revisão sobre o armazenamento de material vegetativo: características, materiais empregados e limitações fisiológicas das plantas. A seção de Materiais e Métodos estabelece a forma de avaliação do armazenamento enquanto a de Resultados e Discussões corresponde às avaliações realizadas após sessenta dias do plantio e, abordam a viabilidade do armazenamento do material vegetal de *P. sellowianus*, *S. humboldtiana* e *S. schottiana* acondicionado em ambiente sem refrigeração e refrigerado. Nas discussões, busca-se realizar uma interpretação dos resultados obtidos, bem como correlacioná-los à literatura. O texto é finalizado pela seção de Conclusões.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar formas de armazenamento que melhor mantivessem a viabilidade de propágulos vegetativos (estacas lenhosas) das espécies *Phyllanthus sellowianus*, *Salix humboldtiana* e *Sebastiania schottiana*.

### 1.1.2 Específicos

- Avaliar o índice de pega (IP) de *P. sellowianus*, *S. humboldtiana* e *S. schottiana* após diferentes períodos de armazenamento;
- Testar três formas de armazenamento (embalagens);
- Testar o efeito da refrigeração no armazenamento;
- Avaliar o período ideal e máximo de armazenamento.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Características botânicas das espécies

Características botânicas são o conjunto de características ecológicas, morfológicas e fisiológicas comum a cada espécie e estão reunidas na descrição de cada espécie a seguir.

#### 2.1.1 *Phyllanthus sellowianus* Müll. Arg.

##### Nome popular

Sarandi, sarandi-branco ou filanto (SMITH et al., 1988; SUTILI, 2004; MARCHIORI, 2004).

##### Família

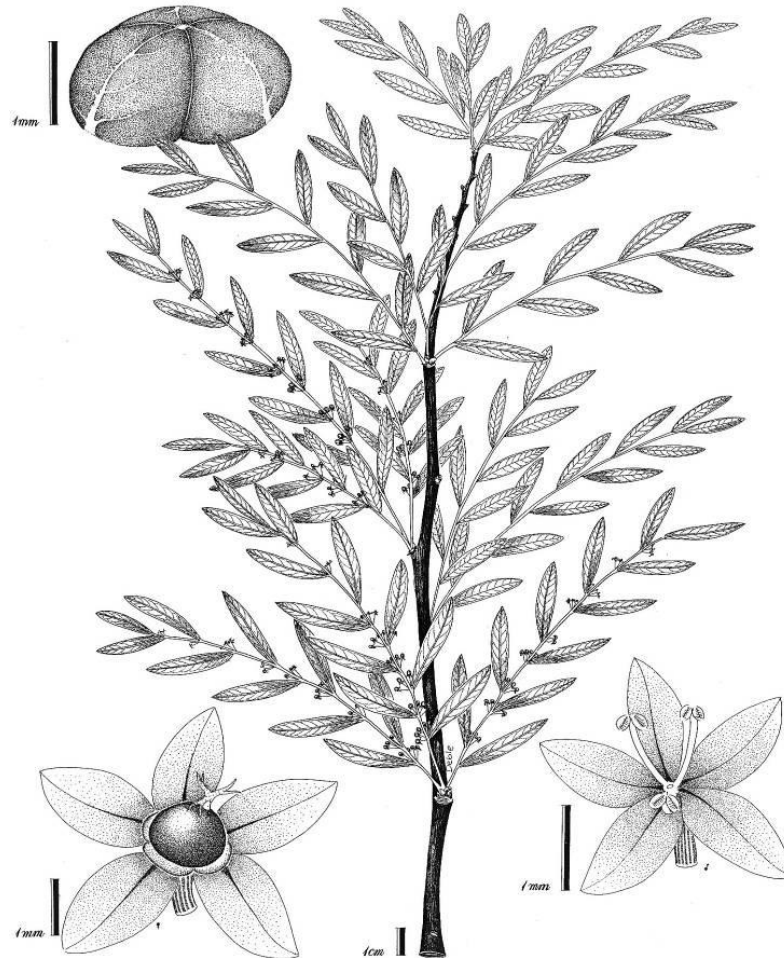
Phyllantaceae (anteriormente Euphorbiaceae).

##### Descrição morfológica

Arbusto, glabro de ramos compridos e muito divididos. Os ramos são delgados, sinuosos, algo comprimidos e angulados (Figura 1). Possui estípulas decíduas estreito-triangulares, 2 mm de comprimento, as margens escariosas (SMITH et al., 1988). Folhas simples, alternas, discolores, glabras, caducas, com pecíolos curtos 1,5-2 mm; estreito-elípticas mucronuladas, 3-4 cm de comprimento, delgadas com as nervuras laterais evidentes, planas, e com a face inferior pálida.

A inserção das folhas é alterna e possui uma característica peculiar, suas flores nascem na base das folhas, vindo daí o nome: *phyllos* (folhas) e *anthos* (flor) (SMITH et al., 1988). Flores dioicas, dispostas em forma separada, em inflorescências fasciculadas axilares. Apresenta cálice com 5-6 peças e corola ausente, amarelo-esbranquiçadas. As flores masculinas possuem pedúnculos mais largos, com 3 estames, e as femininas ovário subgloboso, multiovulado (SANTANDER; GONZÁLES, 2007).

O fruto do tipo cápsula deprimido-globosa, 2,5 mm de diâmetro, contem as sementes com pouco mais de 1 mm, são quase lisas (SMITH et al., 1988).



**Figura 1** – *Phyllanthus sellowianus* Müll. Arg.

Fonte: DEBLE (2005).

### Sucessão vegetal

*P. sellowianus* é considerada espécie pioneira.

### Fenologia (floração e frutificação)

Floração - de novembro até fevereiro no planalto meridional e até abril perto do mar (REITZ et al., 1988). Para Sobral et al. (2006) a espécie floresce de maio, outubro e dezembro.

Frutificação - frutifica em junho (SOBRAL et al., 2006).

### Forma de propagação

Pode multiplicar-se tanto por sementes como por estacas caulinares (elevada taxa de sucesso na propagação vegetativa) (VARGAS, 2007; SUTILI, 2007; MONTEIRO, 2009).

### Porte

De 2-3 m de altura (REITZ et al., 1988).

Pode alcançar 2 a 4 m de altura (SANTANDER; GONZÁLEZ, 2007).

### Arquitetura

Parte aérea - Caules delgados e flexíveis (DENARDI et al., 2013).

Radicular - Possui raízes compridas e enraizamento denso e profundo (DURLO e SUTILI, 2005).

### Habitat

Arbusto heliófito do grupo das reófitas (Figura 2), ou seja, plantas de caules e ramos rijos, mas, flexíveis, que resistem às correntezas das águas durante as enchentes, apresentando dispersão muito ampla, porém descontínua e irregular ao longo das margens ou ilhas rochosas dos rios (REITZ et al., 1988).

Adaptada às variações extremas de umidade e estio, muito frequente; característica e exclusiva das margens rochosas ou lodosas dos rios e ilhas rochosas, afixando-se firmemente ao substrato, uma vez que se desenvolve preferencialmente nos locais de corredeiras e cachoeiras dos rios.

Faz parte da vegetação dominante das margens, juntamente com *Sebastiania schottiana*, *Terminalia australis*, *Calliandra brevipes* e outros arbustos, menos frequentes (REITZ et al., 1988).



**Figura 2** – Aspecto geral de uma planta de *Phyllanthus sellowianus* mostrando resistência a torrentes e à inundação.

Fonte: (A) BARROS (2011).

### 2.1.2 *Salix humboldtiana* Willd.

#### Nome popular

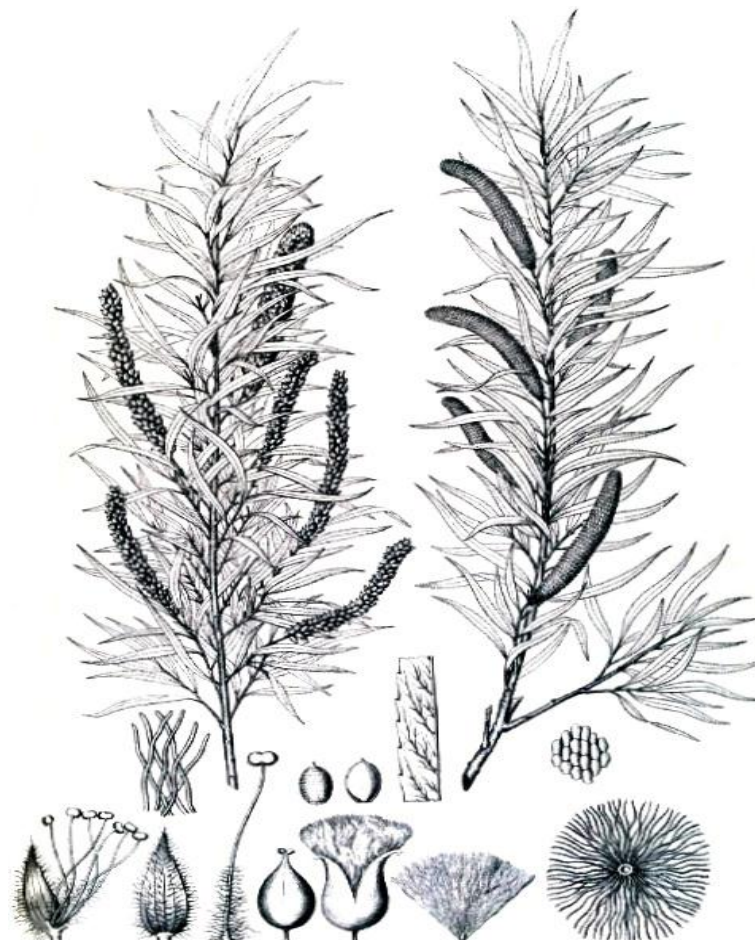
Salseiro, salso (REITZ et al., 1988); salso-crioulo (MARCHIORI, 2004); salgueiro, salso-salseiro (RS), oeirana (AM), chorão (MG, RS, SC e SP), salgueiro-do-rio (MG, SC e SP), sarã (MS) (LORENZI, 2008).

#### Família

Salicaceae.

#### Descrição morfológica

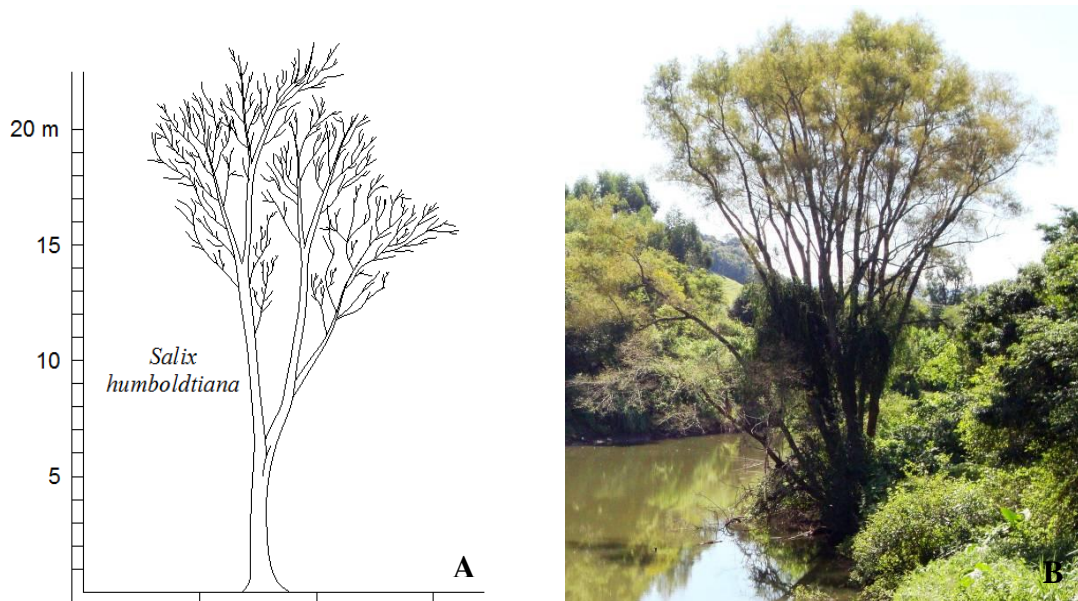
*S. humboldtiana* (Figura 3 e 4), é uma árvore de porte médio perene, com tronco reto, inclinado ou tortuoso, de 40 a 60 cm de diâmetro, podendo chegar até 90 cm de diâmetro quando adulta, copa ampla, de ramificação ascendente (MARCHIORI, 2000).



**Figura 3** – *Salix humboldtiana* Willd.

Fonte: FLORA BRASILIENSI, prancha 71.

A casca, espessa e com profundas fissuras, é dura e castanho-acinzentada. As folhas, simples, alternas, linear-lanceoladas, glabras, caducas, margem serreada, com nervura central proeminente, alcançam até 15 cm de comprimento por 1,5 cm de largura. As flores de coloração amarela são unissexuais e aperiantadas reúnem-se em amentilhos pendentes na extremidade dos ramos novos (MARCHIORI, 2000). As flores apresentam cor amarela e o fruto é do tipo cápsula (LORENZI, 2008).



**Figura 4** – (A) Hábito de *S. humboldtiana*; (B) Exemplar da espécie.

Fonte: (A) Fabrício Sutili.

#### Fenologia (floração e frutificação)

Floração - floresce durante a primavera nos meses de setembro e outubro (REITZ et al., 1988), em Mato Grosso do Sul floresce em julho, no Rio Grande do Sul de agosto a outubro e no Paraná de setembro a novembro (CARVALHO, 2003).

Frutificação - a maturação de seus frutos verifica-se no fim da primavera até o início do verão em fevereiro – abril (REITZ et al., 1988; LORENZI, 2008), dezembro a janeiro no Rio Grande do Sul (CARVALHO, 2003).

#### Forma de propagação

A reprodução de *Salix humboldtiana* se dá tanto por estaca como por sementes (LORENZI, 2008), porém a produção comercial de mudas da espécie é feita por via vegetativa, principalmente por estaquia (CARPANEZZI et al., 1999).

### Porte

Árvore de porte médio, de 12 a 20 m (LORENZI, 2008; REITZ et al., 1988), 3 a 15 m (CARVALHO, 2003).

### Arquitetura

Parte aérea - *S. humboldtiana* é uma espécie que apresenta ramos longos, copa ampla em forma de guarda-chuva (REITZ et al., 1988), de ramificação ascendente e flexível, porém menos que *Phyllanthus sellowianus* (DENARDI, 2007; MARCHIORI, 2000, 2004) e folhagem pouco densa.

Radicular - As raízes são do tipo fasciculadas, formadas por vários eixos, ramificados ou simples, mais ou menos iguais na espessura e no comprimento. Não é possível distinguir o eixo principal dos secundários. *S. humboldtiana* apresenta sistema radicular denso (SUTILI, 2007).

### Habitat

O salseiro é uma das árvores encontrada na mata ciliar. Sua área de dispersão é muito ampla (MARCHIORI, 2000). Ocorre naturalmente ao longo de rios e canais, como particularidade desta espécie, em áreas inundáveis pode permanecer por até vários meses seguidos, mas sempre associado à água corrente, e nunca à água parada (MOURA, 2002; CARPANEZZI et al., 1999).

Uma das espécies mais difundidas em áreas de solos ainda não estruturados, solos muito úmidos e de elevada profundidade (REITZ, 1988), característica descrita também por Carvalho (2003), ocorre em solos lodosos e profundos, com textura que varia de arenosa a areno-argilosa, com lençol freático elevado. Segundo Arizpe et al. (2009), os salgueiros crescem em solos de reação básica e neutra. Espécie pioneira e heliófila.

#### 2.1.3 *Sebastiania schottiana* (Müll. Arg.) Müll. Arg.

### Nome popular

Sarandi, sarandi-de-espinho, sarandi-negro, saranduba.

### Família

Euphorbiaceae.



### Descrição morfológica

*S. schottiana* (Figura 5 e 6) é um arbusto totalmente glabro, de 3 a 3,5 m de altura, com ramos longos, pouco ramificados, espinescentes e muito flexíveis.

As folhas simples, alternas, de pecíolo curto (2 a 4 mm), membranáceas e lanceoladas, variam de 1-5 cm de comprimento por 4-15 mm de largura, apresentando ápice obtuso ou brevemente agudo-mucronado, margem inteira, com uma ou duas glândulas engrossadas inferiormente e base cuneado-estreita.

As flores, pequenas e amareladas, são produzidas em espigas terminais, sobre ramos muito curtos (1-2 cm). O fruto é uma cápsula globosa, de uns 5 mm de diâmetro (MARCHORI, 2000).



**Figura 5** – *Sebastiania schottiana* (Müll. Arg.) Müll. Arg

Fonte: FLORA BRASILIENSIS, prancha 77.



**Figura 6** – *Sebastiania schottiana* (Müll. Arg.) Müll. Arg.

Fonte: BARROS (2011).

Fenologia (floração e frutificação)

Floresce - em setembro

Frutifica - em janeiro e outubro (FDRGS, 2012).

Forma de propagação

Pode multiplicar-se tanto por sementes como por estacas (MONTEIRO, 2009; FRASSETTO, 2007; SUTILI, 2007).

Porte

De 3-3,5 m de altura (MARCHIORI, 2000).

De 2-3,5 m de altura (REITZ, 1988).

Arquitetura

Parte aérea - Ramos longos, pouco ramificados, espinescentes e muito flexíveis (MARCHIORI, 2000).

Radicular - Segundo Marchiori (2000) esta planta dispõe de um denso sistema radicular.

### Habitat

Altamente adaptada à reofilia. Espécie heliófita. Cresce às margens de rios e até mesmo em cachoeiras, como nos lajeados do Salto do Iucumã, no Rio Uruguai. Como espécie reófila, assume grande importância ecológica, auxiliando na estabilização de taludes fluviais na perenização dos cursos d'água (MARCHIORI, 2000).

Adaptada às variações extremas de umidade; característica e exclusiva das margens principalmente rochosas ou também lodosas dos rios, bem como das ilhas rochosas existentes por entre as corredeiras, fixa-se firmemente ao substrato.

Faz parte da vegetação arbustiva das margens rochosas dos rios, onde domina juntamente com *Calliandra brevipes*, *Terminalia australis*, *Phyllanthus sellowianus* e entre outros arbustos menos expressivos (REITZ, 1988).

## **2.2 Ocorrência natural de *Phyllanthus sellowianus*, *Salix humboldtiana* e *Sebastiania schottiana* no Brasil**

O conhecimento da distribuição geográfica das espécies utilizadas na engenharia natural é importante para que se possa respeitar a premissa de que espécies de ocorrência local devam ser preferidas devido a sua maior capacidade em contribuir para o estabelecimento de uma intervenção que resulte em um sistema natural, um ecossistema, em equilíbrio dinâmico (MORGAN e RICKSON, 1995). A ocorrência natural da vegetação é delimitada, principalmente, por três variáveis: latitude, variação altitudinal e distribuição geográfica, sendo que esta última variável diz respeito à disposição de um grupo de plantas sobre a crosta terrestre; refere-se às famílias, aos gêneros (RIZZINI, 1979) e nesta dissertação, sobretudo, refere-se às espécies. A distribuição das espécies num determinado ambiente reflete o nível de adaptabilidade frente às diversas pressões seletivas. A vegetação deve, portanto, apresentar estratégias adaptativas satisfatórias às condições adversas, para que possam obter sucesso reprodutivo que garanta a sua dispersão e a colonização do ambiente (RIZZINI, 1979).

*Phyllanthus sellowianus* juntamente com *Sebastiania schottiana* e *Salix humboldtiana* são espécies de formação silváticas associadas às margens de rios, limitando-se a um estreito cordão ou compondo faixas de largura variável, segundo as características do relevo, compreendendo uma comunidade singular de arbustos e árvores (MARCHIORI, 2004).

### 2.2.1 *Phyllanthus sellowianus* Müll. Arg.

De acordo com Cabrera et al. (1965), a espécie é originária do sul do Brasil, Uruguai e nordeste da Argentina. Apesar da ampla distribuição, é predominantemente pantropical (LOMBARDO, 1964; SOBRAL et al., 2006), sua ocorrência é descontínua e irregular, em praticamente todo o sul do Brasil (SMITH et al., 1988).

Apresenta ampla distribuição no Estado do Rio Grande do Sul (MARCHIORI, 2004). Na Depressão Central a espécie é realmente muito abundante (SUTILI, 2007). Exemplos são encontrados também nos Estados de Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás, como mostra a Figura 7.

O registro mais antigo é encontrado no herbário do Instituto de Biociências – ICN, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, datado no ano de 1872. Esta exsicata foi coletada no município de Santo Ângelo, Rio Grande do Sul.

### 2.2.2 *Salix humboldtiana* Willd.

O gênero *Salix* compreende cerca de 300 espécies e ocorre, principalmente, em regiões subtropicais e temperadas do Hemisfério Norte. Na América do Sul, a espécie mais importante é o salseiro *Salix humboldtiana* Willd., existente desde a latitude 23°N (no México) até a 45°S (Província de Chubut na Argentina) (CARPANEZZI et al., 1999). A variação altitudinal de *S. humboldtiana* Willd. no Brasil, compreende-se entre 15 m em Santa Catarina até 1.100 m de altitude, em Minas Gerais (CARVALHO, 2003).

Em praticamente toda a América do Sul, é encontrada ao longo dos cursos de água, sobretudo frequente nas bacias do Rio Paraná, Uruguai até a cordilheira dos Andes e no delta do Rio Paraná, na Argentina (REITZ, 1988).

A ocorrência natural desta espécie no Brasil é marcada pela descontinuidade. Abundante em algumas regiões, como: metade sul do Rio Grande do Sul; vales dos rios Itajaí e Tubarão em Santa Catarina; Segundo Planalto Paranaense (alto Rio Tibagi e pontos próximos de outras bacias); alto Rio Grande, em Minas Gerais (OLIVEIRA-FILHO et al., 1994); Rio Aquidauana, no Pantanal; médio Rio Amazonas; e ausente em regiões intermediárias, frequentemente por centenas de quilômetros (CARPANEZZI et al., 1999).

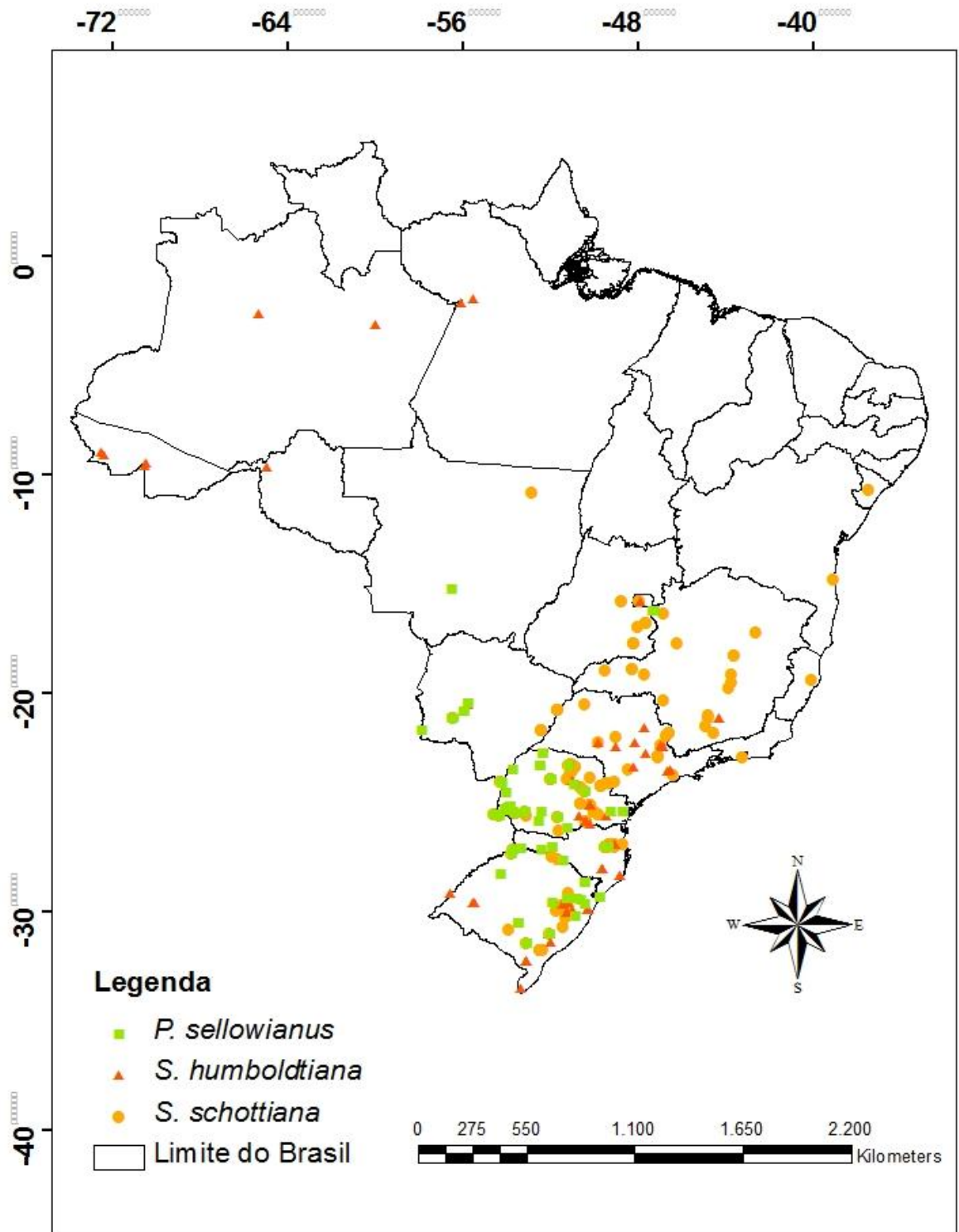
### 2.2.3 *Sebastiania schottiana* (Müll. Arg.) Müll. Arg

É um arbusto, muito comum no Sul do Brasil, apresenta vasta distribuição na região de Floresta Atlântica, ocorrendo desde Goiás, Minas Gerais e Rio de Janeiro, até o Uruguai e nordeste da Argentina (MARCHIORI, 2000).

O primeiro registro de ocorrência da espécie foi relatado no Brasil em 1834, pelo coletor P. W. Lund.. A exsicata encontra-se no Field Museum of Natural History, considerado o herbário com um dos depositários mais proeminentes do mundo de plantas da América do Sul e Central.

A distribuição geográfica da espécie *Sebastiania schottiana*, registrada em herbários (Figura 7), ocorre nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Rio de Janeiro, Espírito Santos, Minas Gerais, Bahia e Sergipe.

No Rio Grande do Sul a espécie é comum nas formações da mata do Bioma Campos Sulinos (MARCHIORI, 2000). Sua dispersão é observada em todo o Estado; o mesmo não ocorre, no entanto, nos Estados do Rio de Janeiro, Bahia e Sergipe (onde os registros em herbários são poucos). Em São Paulo, na coleção do herbário NY – The New York Botanical Garden, CEPEC – Herbário do Centro de Pesquisas do Cacau e Herbário do Estado "Maria Eneyda P. Kaufmann Fidalgo" - Coleção de Fanerógamas – SP, há apenas um registro. Fato também observado no Estado do Espírito Santo, onde existe um registro da espécie no município de Linhares, segundo a coleção do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Já o Estado do Paraná apresenta o maior número de coletas (exsicatas) registradas.



**Figura 7** – Distribuição geográfica das espécies *Phyllanthus sellowianus*, *Salix humboldtiana* e *Sebastiana schottiana* no Brasil.

### 2.3 Armazenamento do material vegetal

O material de construção mais importante para a Engenharia Natural e a vegetação autóctone. São plantas inteiras ou partes dessas, que ao serem empregadas em obras, desenvolvem ao longo do tempo uma função de consolidação e estabilização dos solos, bem como podem responder a questões ecológicas e paisagísticas.

Normalmente o material a ser empregado em uma obra de Engenharia Natural é coletado durante ou ao final do período de repouso vegetativo (SCHIECHTL e STERN, 1997; GRAY e SOTIR, 1996; CORNELINI e FERRARI, 2008). Nesse período, o material vegetal pode ser mantido vivo, acondicionando-o, de modo a garantir proteção contra o calor e a dessecação (PETRONE e PRETI, 2005), evitando-se qualquer atraso na execução da obra (SCHIECHTL e STERN, 1997). Sendo assim, na realização de intervenções biotécnicas, de modo semelhante a qualquer obra de engenharia, é necessário que as características relacionadas a prazos de validade e exigências para o estoque sejam conhecidas para o correto planejamento das fases de execução da obra (GRAY e SOTIR, 1996).

Com o objetivo de oferecer alternativas viáveis para o melhor aproveitamento do material de propagação, em obras de Engenharia Natural, existe a possibilidade de armazená-lo. O armazenamento adequado garante sucesso na logística do processo de coleta, transporte e plantio do material vegetal, e, flexibiliza o cronograma da obra. O armazenamento adequado do material vegetal deve evitar a perda da viabilidade, garantindo a sua sobrevivência e o seu desenvolvimento, após um período determinado. Deve-se minimizar o estresse hídrico, prevenir doenças e garantir a manutenção das reservas de carboidratos e outras substâncias importantes no processo de enraizamento adventício (GOULART e XAVIER, 2008).

Muitas das configurações usadas nas obras de Engenharia Natural precisam de grande quantidade de material vivo como mostram as Figuras 8 e 9. Quando se trata de intervenções realizadas em obras de infra-estrutura<sup>1</sup>, tanto o volume de material, em geral, é maior como, aumentam-se as exigências relacionadas à qualidade do material utilizado e prazo de execução das intervenções. Segundo Schiechtl (1973), a conservação da capacidade de propagação vegetativa pode ser feita mantendo-se artificialmente o repouso vegetativo e evitando a dessecação dos propágulos.

---

<sup>1</sup> Entende-se como obras de infraestrutura aquelas que têm elevados níveis de exigência quanto a mitigação dos riscos associados, bem como de requisitos legais devido a possíveis consequências de caráter social, econômico e ambiental no caso de uma eventual falha das estruturas. São exemplos dessas obras: pontes, rodovias, ferrovias, dutovias, faixas de servidão de redes elétricas e de dados, taludes fluviais e lagos de barragens.

Cabe salientar que os processos de desenvolvimento do material vegetal continuam após a sua retirada da planta matriz. Durante o armazenamento, as sementes assim como as estacas, continuam respirando, consumindo suas reservas e transformando-as em água, calor e dióxido de carbono além da síntese de compostos que são inibidores do enraizamento, no caso das estacas. A respiração do material vegetal deve ser reduzida durante o armazenamento, através de processos que assegurem sua qualidade fisiológica.



**Figura 8** – Mudas provenientes de estacas de *S. humboldtiana* (A) e estacas (B) utilizados em obras de Engenharia Natural.

Fonte: (A) SUTILI et. al. (2010); (B) Fabrício Sutuli



**Figura 9** – Grande quantidade de material vegetal para intervenção em obra de infraestrutura.

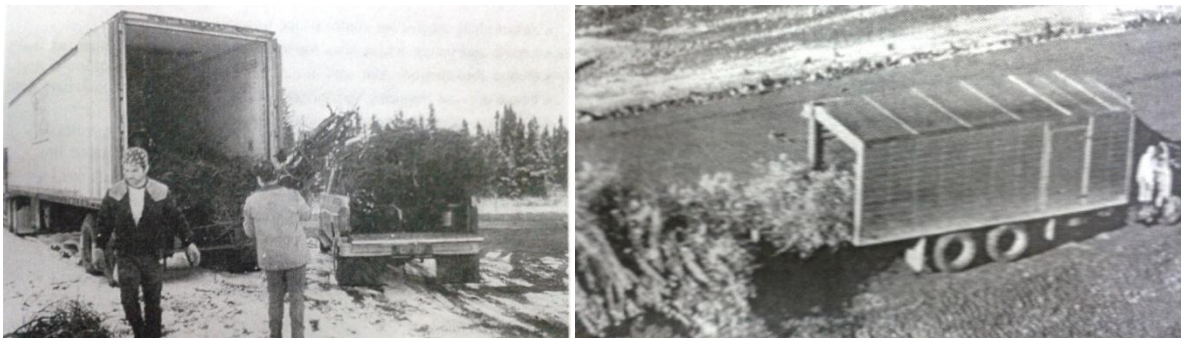
Fonte: Fabrício Sutuli



Quando há necessidade de transporte do material vegetal até o local da obra, Schiechtl (1973) sugere, que os ramos sejam transportados inteiros e somente no local de execução sejam seccionados, se houver essa necessidade. Caso não seja possível, o material deve ser protegido contra o aumento da temperatura e perda de umidade. Para Gray e Sotir (1996), os materiais vivos não instalados no dia da chegada ao local de implantação devem ser armazenados e protegidos até que sejam instalados. Esses autores sugerem que em condições normais (coleta e transporte do material vegetal no período de realização da obra), o material seja utilizado dentro de dois dias.

### 2.3.1 Formas de armazenamento

Não existem atualmente no Brasil publicações sobre formas de armazenamento de material vegetal especificamente para Engenharia Natural. Publicações europeias sugerem que o período para a execução das obras pode ser ampliado com o armazenamento das plantas vivas em água fria ( $T$  máxima  $15^{\circ}\text{C}$ ) ou em armazenamento refrigerado ( $T$   $0^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ). Essa possibilidade, por sua vez, deve seguir uma análise cuidadosa, que considera as necessidades das espécies utilizadas (CORNELINI e FERRARI, 2008). Gray e Sotir (1996) mencionam o armazenamento refrigerado do material vegetal (Figura 10).



**Figura 10** – Caminhão refrigerado para armazenamento de ramos vivos.

Fonte: GRAY e SOTIR (1996).

As formas de armazenamento descritas na literatura brasileira são voltadas à conservação de sementes, frutas e verduras ou flores. Um exemplo disso é o armazenamento de flores, para Durigan (2009), a refrigeração de inflorescências de gérberas entre  $2$  e  $6^{\circ}\text{C}$  durante o armazenamento é eficiente para manter a qualidade pós-colheita apresentando longevidade de até 13 dias. O autor, afirma ainda, que rosas já cortadas armazenadas em

baixas temperaturas e posteriormente mantidas à temperatura ambiente (20°C) apresentam redução da longevidade (vida de vaso), quando comparados a rosas constantemente armazenadas em temperatura ambiente, o que indica que, a conservação em ambiente sem refrigeração pode ser vantajoso também para as estacas.

Segundo Sonogo e Brackmann (1995) as flores também podem ser conservadas a seco, que consiste no armazenamento da flor em embalagem de polietileno, ou com uma camada de cera. No caso das frutas, o uso do plástico como embalagem tem como função diminuir os ritmos metabólicos que levam a fruta à senescência. O uso de embalagem de polietileno durante o armazenamento refrigerado de ameixas cv. Amarelinha por exemplo, reduz as perdas de peso das frutas (KLUGE et al., 1999).

Embalagens também são utilizadas no armazenamento de sementes. Gasparin (2012) em seu estudo, acondicionou sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Angico-vermelho) em embalagem de plástico semipermeáveis (90 micras de espessura), embalagem de papel e vidro e, armazenou as mesmas em câmara fria (T = 8°C; U.R. = 86%), geladeira e ambiente de laboratório. Diante disso, pode-se considerar que as formas de armazenamento citadas à cima, podem ser utilizadas e adaptadas às necessidades da Engenharia Natural.

De acordo com Schiechl (1973), é possível prolongar artificialmente o repouso vegetativo das plantas, muito além do período normal de rebrota. Como na natureza, por exemplo, os arbustos de salgueiro (*Salix* sp.) permanecem enterrados na neve de avalanches e só começam a brotar para florescer durante o verão, depois de serem libertados da neve. Essas circunstâncias sugerem que, o armazenamento, possa ser realizado em frigoríficos ou em água fria.

Geralmente deve-se procurar minimizar os danos físicos ou a perda de água do material vegetal durante o armazenamento e transporte, protegendo também as plantas que se encontram no local da obra, até a sua utilização. Durante o transporte, essa proteção pode ser feita com o acondicionamento do material vegetal, em veículos fechados, com isolamento térmico ou, apenas cobertos com lonas (SCHIECHTL, 1973). Gray e Sotir (1996) também sugerem que o material vegetal deva ser coberto durante o transporte com uma lona, material resistente e durável, que ofereça proteção contra as intempéries.

Outro fator importante no armazenamento é a forma de acondicionamento. Segundo Medeiros e Eira (2006), as embalagens podem ser divididas em permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis, devido à possibilidade de troca de umidade que podem ocorrer entre as sementes e o ambiente. Isso ocorre, do mesmo modo, entre o material vegetal e o ambiente externo.

Embalagens permeáveis são aquelas que permitem a troca de umidade e não protegem as sementes contra os insetos e outros vetores patológicos, como sacos de pano, embalagens plásticas perfuradas e embalagem de papel. Embalagens semipermeáveis são aquelas que, embora restrinjam a passagem de água, permitem a troca de vapor d'água, como os sacos plásticos de 100 a 250 micras perfurados. Embalagens impermeáveis são as embalagens que não permitem a troca de vapores de água. São herméticas e, nesse grupo, estão os sacos ou envelopes trifoliados de polietileno/alumínio/polietileno seláveis a calor, latas de alumínio, recipientes de alumínio com tampa rosqueável e anel de borracha para vedação, recipientes de vidro com anel de borracha para vedação. Latas comuns não são recomendadas porque ao serem colocadas em ambiente, com elevada umidade relativa do ar, tendem a enferrujar.

### 2.3.2 Limitações fisiológicas do material vegetal

A capacidade do material vegetal em manter sua viabilidade, durante o período de armazenamento é influenciada por diversos fatores, dentre eles espécie, tipo de material, diâmetro, características anatômicas, época de coleta, temperatura e umidade relativa do ar.

#### Época de coleta

A melhor época para coleta do material é durante o período de repouso vegetativo. A dormência conhecida como sendo o estado de inibição temporária do crescimento de toda ou parte das plantas por determinado período de tempo, é importante em obras de Engenharia Natural. O material vegetal colhido durante esse período pode ser mantido vivo, cobrindo-o totalmente, de modo a garantir proteção térmica e à dessecação (PETRONE E PRETI, 2005).

O uso de material vegetal em estado dormente permite o aumento da produção de raízes das estacas, antes que toda a sua energia seja desviada para a produção da parte aérea, e dessa forma, podem levar a uma alta taxa de sobrevivência (CROWDER, 1995).

Segundo Hartmann et al. (2002), o desenvolvimento do sistema radicial é afetado também pelo período de coleta. Nas fases de floração/frutificação, onde há o desvio de metabólitos para a formação de flores e frutos, os assimilados necessários para o enraizamento, encontram-se em concentração reduzida quando comparadas com outras épocas do ano (OLIVEIRA, 2002).

## Umidade

A presença de umidade é um dos fatores principais da deterioração do material vegetal em conjunto com a temperatura. A umidade excessiva provoca aumento da respiração e desenvolvimento de patógenos, levando a perda gradativa da viabilidade, influenciando diretamente o índice de pega.

O material vegetal em contato com um ambiente que tenha oscilações de umidade, tem a propriedade de absorver ou liberar água para o ar em que se encontra, buscando um equilíbrio. Quando esse material é armazenado em ambiente refrigerado, por exemplo, deve-se ter cuidado para manter constante a umidade do material vegetal, caso contrário, perde-se o poder de enraizamento. Segundo Schiechtl (1973) a retenção da umidade no material vegetal ocorre melhor em embalagens plásticas.

## Temperatura

Assim como a umidade, a temperatura é um fator muito importante no armazenamento do material vegetal, pelo fato de reduzir o metabolismo vegetal, retardar o crescimento microbiano e reduzir o aparecimento de deteriorações (MATTIUZ et al., 2009).

No armazenamento do material vegetal, a temperatura também está entre os fatores que influenciam o processo de respiração do material vegetal. Em sementes, temperaturas elevadas ocasionam aumento da atividade respiratória e esgotamento das substâncias de reserva acumuladas (AGUIAR, 1995), da mesma forma, ocorre com material vegetal.

Quando a temperatura é reduzida, diminui-se o metabolismo do material vegetal (GOULART e XAVIER, 2008), beneficiando-se o armazenamento e exercendo-se um papel fundamental na conservação e na manutenção da capacidade de propagação vegetativa do material vegetal. O uso de embalagens impermeáveis para armazenamento de sementes, sob baixas temperaturas, por exemplo, evita o aumento do grau de umidade e das taxas de deterioração (GASPARIN, 2012).

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Área de implantação

Os experimentos foram realizados no período de agosto a janeiro de 2013 no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, localizado em Santa Maria, RS – Brasil. Conforme a classificação de Köppen (1931), Santa Maria apresenta clima temperado chuvoso e quente do tipo Cfa, que corresponde a índices pluviométricos de 1.500 a 1.750 mm e temperatura média anual de 18° C, sendo a média das máximas do mês mais quente (janeiro) 32°C e, das mínimas do mês mais frio (junho), de 9°C.

### 3.2 Instalação e condução do experimento

#### a) Coleta do material vegetal

Foram coletados ramos de plantas das espécies *P. sellowianus*, *S. schottiana* e *S. humboldtiana*. O material vegetal da espécie *P. sellowianus* foi coletado às margens do Arroio Grande, no município de Santa Maria; *S. schottiana* às margens da Sanga Lagoão do Ouro, em obra realizada no campus da UFSM, material este proveniente de rebrota de estacas; e *S. humboldtiana* proveniente das margens do Arroio Guarda-mor no limite entre os municípios de Silveira Martins e Faxinal do Soturno, Rio Grande do Sul. As coletas foram realizadas nos meses de agosto (*P. sellowianus*), setembro (*S. schottiana*) e novembro (*S. humboldtiana*).

#### b) Preparação das estacas

No preparo das estacas, não foi utilizado nenhum tipo de hormônio para estimular o enraizamento e a brotação, uma vez que, o objetivo é conhecer o potencial inerente à espécie em produzir brotos e raízes.

Para a produção das estacas foram considerados:

- Tamanho das estacas: 12 cm de comprimento;

- Corte das estacas: Corte reto limpo, assegurando sempre que a estaca não fosse danificada/macerada no corte. Sem feridas nem rasgos na casca;
- Diâmetro: Procurou-se restringir a variação diamétrica das estacas ao máximo. As estacas coletadas tiveram diâmetro variando entre 6,74 mm a 9,68 mm.

c) Armazenamento do material vegetal

Após a coleta e o preparo das estacas, as três espécies avaliadas foram armazenadas em diferentes embalagens (Figura 11). As formas de armazenamento avaliadas foram:

EPLS – armazenamento em embalagem de polietileno transparente;

EPA – armazenamento em embalagem de papel Kraft; e

EPLU – armazenamento em embalagem de polietileno transparente úmido: com ajuda de borrifador adicionou-se água até a embalagem ficar úmida.



**Figura 11** – Formas de armazenamento do material vegetal. (A) EPLS, (B) EPA e (C) EPLU.

As embalagens de polietileno transparente com capacidade de 5kg apresentam medida aproximada de 40 x 28 x 0,10 cm e a embalagem de papel Kraft (pardo) com capacidade de 5kg apresenta dimensões aproximadas de 39 x 17,5 cm.

Em seguida as estacas foram acondicionadas em ambiente sem refrigeração<sup>2</sup> e ambiente refrigerado, as formas de armazenamento foram avaliadas após períodos de armazenamento, como mostra a Tabela 1. A testemunha corresponde ao plantio das estacas no tempo zero, sem armazenamento, ou seja, as estacas foram cortadas e em seguida plantadas.

<sup>2</sup> Um ambiente sem refrigeração é aquele que propicia a proteção contra o calor e a umidade, considerado um local seco, arejado e com abrigo da luz solar direta.

Tabela 1 – Período de armazenamento em cada ambiente de acondicionamento.

Período de armazenamento (dias)	
Ambiente sem refrigeração	Ambiente refrigerado
Testemunha	
3	-
6	-
9	-
12	-
15	15

Estacas das três espécies avaliadas, também foram armazenadas (em EPLS e EPA) e acondicionadas em ambiente refrigerado com temperatura de  $8^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa do ar constante de 86% por 15 dias. A Tabela 2, mostra as combinações de embalagens testadas nos diferentes ambientes de acondicionamento.

Tabela 2 – Distribuição das formas de armazenamento nos ambientes de acondicionamento.

Formas de armazenamento	Ambiente de acondicionamento	
	Sem refrigeração	Refrigerado
	EPLS	EPLS
	EPA	EPA
	EPLU	-

No acondicionamento refrigerado, não se avaliou o armazenamento das estacas em embalagem de polietileno transparente úmido, uma vez que, a intenção de manter o material vegetal úmido já é realizada pela manutenção da alta umidade relativa do ar na câmara fria.

#### d) Instalação

Passado o período de armazenamento, as estacas foram plantadas em local protegido. O estudo foi conduzido em ambiente com sombreamento de 50%, tela na cor preta (tela de proteção usada na cobertura).

## Recipiente

Os recipientes destinados ao plantio foram bandejas de polietileno (as mesmas usadas para argamassa na construção civil), com medidas aproximadas de 63 x 39 x 14 cm (Figura 12).



**Figura 12** – Recipiente utilizado (esquerda), estacas já plantadas no substrato composto unicamente por areia média lavada (direita).

A medida mais importante é a altura da bandeja, uma vez que há necessidade de espaço para o desenvolvimento das raízes. Os recipientes foram perfurado para não acumular água. Os furos foram feitos com espaçamento de 10 cm entre eles e com diâmetro de 0,5 cm.

## Substrato

O substrato utilizado na avaliação é composto por areia média<sup>3</sup> lavada. A utilização de areia como substrato é vantajosa, pois possui baixo custo, é de fácil disponibilidade e apresenta características positivas quanto à drenagem, sendo seu uso adequado para enraizamento de estacas (FACHINELLO et al., 1995). Além disso, a areia permite que os experimentos possam ser facilmente repetidos em condições semelhantes de substrato.

Experimentos que visem avaliar o desenvolvimento vegetativo de plantas para Engenharia Natural devem preferencialmente utilizar substratos pobres em nutrientes para estimular o desenvolvimento de massa radicular (SCHIECHTL, 1973), uma vez que o objetivo é conhecer o potencial natural do material vegetal em produzir brotos e raízes. Em solos pobres (áreas degradadas) a planta aloca recursos na produção de raízes, forrageando

<sup>3</sup> Sistemas de Classificação Norte-Americano (USDA, 1975) e internacional (ISSS), granulometria entre 0,5mm a 0,25mm.



por nutrientes. Estes cuidados servem para evidenciar o potencial vegetativo da estaca e excluir a influência da fertilidade do solo, facilitando assim a comparação entre as espécies (DISARZ, 2011).

### Proporção de estaqueamento

Quanto à profundidade do plantio das estacas no recipiente, essas foram enterradas na proporção 2/3 (8 cm no substrato, 4 cm fora do substrato). Após o plantio das estacas foi aplicada uma leve compactação ao redor das mesmas, eliminando espaços vazios entre o substrato e as estacas.

### Forma de plantio

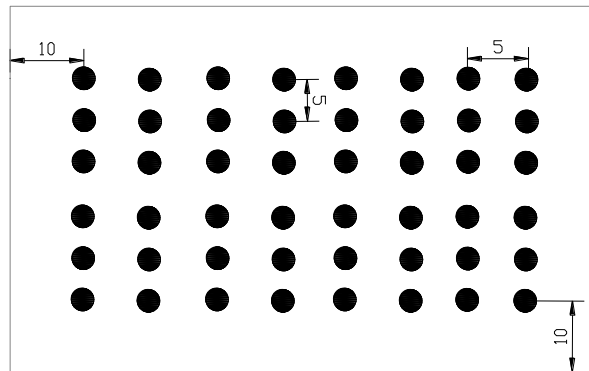
Teve-se atenção especial ao sentido de crescimento da estaca, ou seja, no momento do corte da mesma foi feita uma marcação indicando a base da estaca, assim como demonstrado na Figura 13. Esta marcação orientou o sentido do plantio, para que a estaca não fosse plantada de forma invertida ao crescimento.



**Figura 13** – Marcação do sentido de crescimento no material vegetal (polaridade).

### Espaçamento de plantio

As estacas foram espaçadas entre si 5 cm como mostra a Figura 14. Não foram plantadas estacas junto à borda do recipiente (estaca afastada da borda no mínimo 10 cm).



**Figura 14** – Esquema do espaçamento das estacas dentro da bandeja (valores em cm).

Cada bandeja comportou 8 repetições de seis estacas após acondicionamento em ambiente sem refrigeração, e 10 repetições também de seis estacas após o acondicionamento em ambiente refrigerado.

### Irrigação

O sistema de irrigação, foi constituído por 6 aspersores controlados automaticamente, funcionando diariamente durante a realização do experimento, quatro vezes ao dia, totalizando 28 minutos de irrigação diária. A manutenção da umidade foi constante no substrato. Não foi realizado tratamento fitossanitário nas estacas ou no decorrer dos experimentos. A Figura 15, mostra parte dos experimentos instalados.



**Figura 15** – Experimento instalado na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

### 3.3 Coleta e análise dos dados

O Índice de pega foi calculado pela Equação 1:

$$IP (\%) = \frac{Ns}{Nt} \times 100$$

**Equação 1:** Índice de pega (*IP* (%))

Onde:

*Ns* = Número de estacas com brotação por espécie

*Nt* = Número total de estacas plantadas

#### 3.3.1 Delineamento estatístico e variáveis observadas

Em ambos os ambiente de condicionamentos (sem refrigeração e refrigerado), o delineamento experimental utilizado foi o Inteiramente Casualizado (DIC).

O planejamento experimental utilizado no condicionamento sem refrigeração para cada espécie, foi em arranjo fatorial 3 x 6 (três níveis de armazenamento: embalagem de polietileno transparente; embalagem de papel Kraft; e embalagem de polietileno transparente úmido); e seis níveis de tempo de armazenamento: testemunha, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), cada unidade amostral foi composta por seis estacas, com cinco repetições, constituindo-se 150 estacas para cada uma das embalagens avaliadas, mais 30 estacas referentes a testemunha, como mostra a Tabela 3.

No condicionamento em ambiente refrigerado, o DIC foi constituído por dois níveis de armazenamento (EPLS – armazenamento em embalagem de polietileno e EPA – embalagem de papel Kraft) mais a testemunha (sem armazenamento), com cinco repetições de seis estacas, totalizando 90 estacas/espécie.

Para a análise, os dados de porcentagem foram transformados para *Arcsen* por não apresentarem distribuição normal, os dados também foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Para melhor apresentação, as médias da variável transformada foram re-transformadas para porcentagem. Os dados foram processados nos softwares Statistical Analysis System (SAS) e Office Excel (2010).

Tabela 3 – Distribuição das formas de armazenamento, dos tempos de armazenamento e dos tratamentos no acondicionamento sem refrigeração por espécie.

Forma de armazenamento	Tempo de armazenamento (dias)
0 (zero dias) testemunha	
EPLU	3
	6
	9
	12
	15
EPLS	3
	6
	9
	12
	15
EPA	3
	6
	9
	12
	15
<b>Total: 480 estacas para cada espécie</b>	

Na apresentação e discussão dos resultados cada espécie é tratada separadamente. Os resultados dos experimentos são apresentados comparativamente para cada tipo de embalagem. A análise dos resultados é finalizada com a comparação entre o armazenamento refrigerado e o sem refrigeração.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Índice de pega

#### 4.1.1 *Phyllanthus sellowianus*

A manutenção da capacidade de propagação vegetativa do material proveniente da espécie *P. sellowianus* foi verificada por meio do índice de pega resultante após o armazenamento em duas condições ambientais de acondicionamento distintas: ambiente sem refrigeração e ambiente refrigerado, e três formas (embalagens) para armazenamento: embalagem de papel Kraft (EPA), embalagem de polietileno seco (EPLS) e embalagem de polietileno úmido (EPLU).

##### 4.1.1.1 Acondicionamento em ambiente sem refrigeração

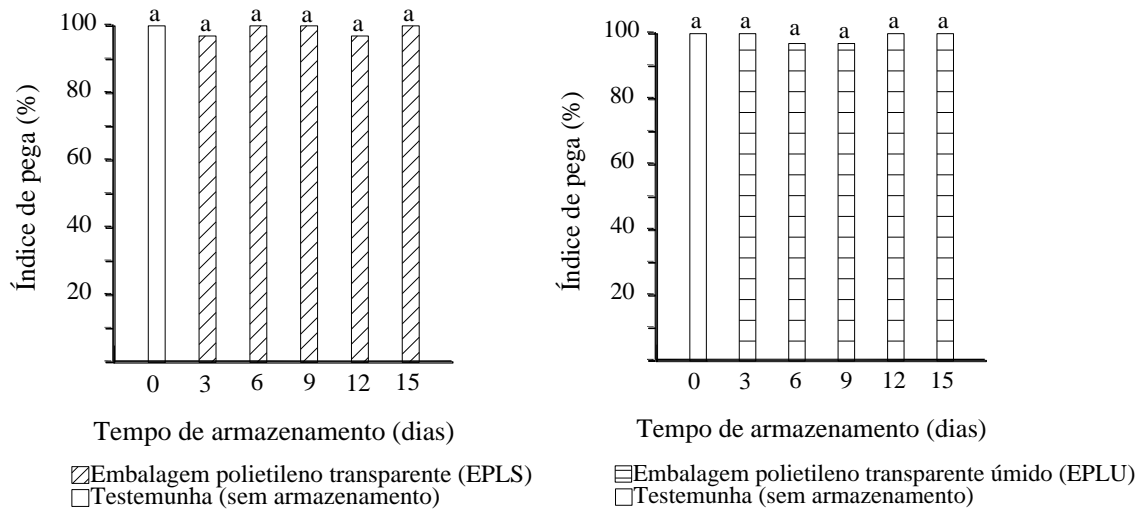
No acondicionamento sem refrigeração, o material vegetal da espécie *P. sellowianus* apresentou melhores respostas de IP para os armazenamentos em EPLS e EPLU como mostra a Figura 16, não diferindo significativamente da testemunha (estacas que não foram armazenadas).

Em EPLS, verifica-se pequena variação do IP (97% a 100%) entre os tempos de armazenamento, percentual de pega ligeiramente superior aos encontrados por Vargas (2007) que é de 92% e iguais aos observados por Sutili (2007) no mesmo período de avaliação.

Em condições de armazenamento em EPLU, não se verifica diferenças significativas entre os períodos de armazenamento.

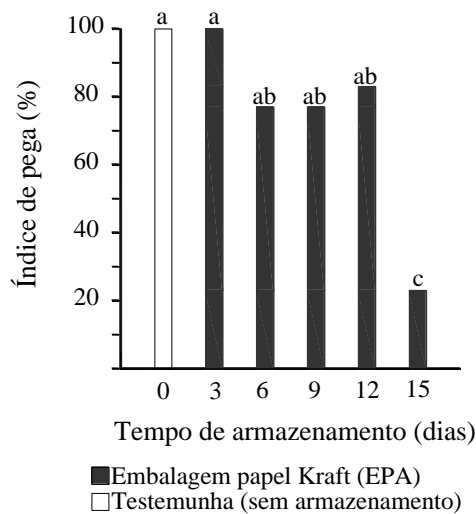
Esta embalagem, EPLS e EPLU, promoveram a manutenção do IP da espécie (Figura 16).

Outra forma de armazenamento testada foi a embalagem de papel Kraft (EPA). Os resultados do armazenamento das estacas nessa embalagem demonstraram que o IP diminuiu com o tempo de armazenamento (Figura 17). Dos 6 aos 12 dias, o IP foi inferior a 83% e, aos 15 dias apresenta 23% de IP. Essa perda acentuada da viabilidade pode ser explicada pela permeabilidade da embalagem. No armazenamento em EPA a troca de umidade entre o material vegetal e o ar ambiente foi facilitada, reduzindo o IP.



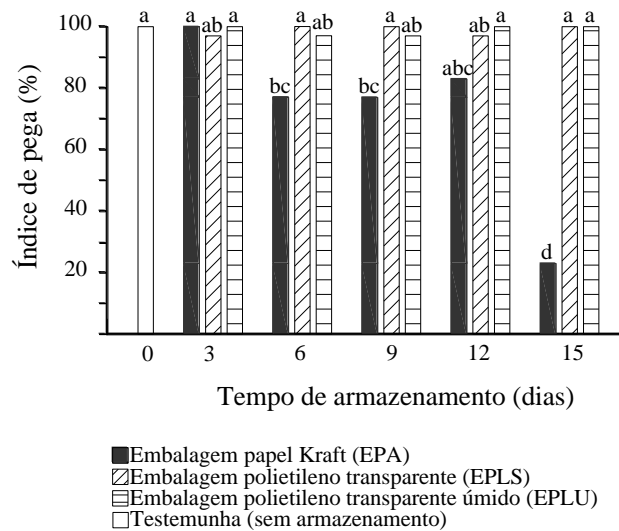
**Figura 16** – Índice de pega (%), obtido da avaliação das estacas da espécie de *P. sellowianus*, mantidas em EPLS (esquerda) e EPLU (direita), aos 60 dias após a instalação do experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

O aumento do IP dos 9 para os 12 dias de armazenamento não é significativo estatisticamente e pode ser explicado pela oscilação da umidade, segundo Bordignon (2009), todo material tem a propriedade de ganhar ou perder umidade, em função da umidade relativa do ar. De acordo com o autor, caso a umidade relativa do ar oscile num determinado ambiente onde haja grãos armazenados, há uma tendência de equilíbrio entre a umidade do ambiente e dos grãos, o que também ocorre para as estacas.



**Figura 17** – Índice de pega (%), obtido da avaliação das estacas da espécie de *P. sellowianus*, aos 60 dias após a instalação do experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Comparando-se as embalagens testadas nos diferentes períodos de armazenamento (Figura 18), verifica-se que os resultados do IP no armazenamento do material vegetal da espécie *P. sellowianus* se mantém até 15 dias, para as formas (embalagens) de armazenamento EPLS e EPLU.



**Figura 18** – Índice de pega (%), obtido da avaliação das estacas da espécie de *P. sellowianus*, aos 60 dias após a instalação do experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Dessa forma, para esse experimento pode-se considerar o período de 15 dias, como máximo de armazenamento para as estacas de *P. sellowianus*, armazenadas em EPLS e EPLU. Todavia, o armazenamento das estacas por período maior não é desconsiderado, já que a espécie manteve elevado IP até 15 dias, outro experimento seria necessário para confirmar essa hipótese.

Para o armazenamento em EPA, observa-se que o período ideal de armazenamento das estacas de *P. sellowianus* é de até 3 dias, uma vez que, até esse período o material vegetal apresenta índice de pega estatisticamente igual aos dos outros tratamentos. O material ainda pode ser armazenado por até 12 dias mantendo um elevado IP, após esse período a perda de vitalidade das estacas é considerável (Figura 18).

As estacas armazenadas nas embalagens EPLS e EPLU apresentaram índices de pega maiores, em relação às armazenadas em embalagem EPA. O armazenamento nessas embalagens (EPLS e EPLU) mantém a capacidade de propagação vegetativa do material quando existir a possibilidade de armazenamento em EPLS ou em EPLU, a embalagem EPA deve ser preterida.

#### 4.1.1.2 Acondicionamento em ambiente refrigerado

No acondicionamento em ambiente refrigerado do material vegetal de *P. sellowianus*, foram, de acordo com a Tabela 4, verificados resultados semelhantes entre as formas de armazenamento e considerados estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). O armazenamento em EPLS elevou o IP das estacas acondicionadas em ambiente refrigerado, que apresentaram porcentagem de pega ligeiramente maior quando comparadas com as estacas armazenadas em EPA.

Tabela 4 – Índice de pega (%) de *P. sellowianus* em função das formas de armazenamento, 60 dias após o acondicionamento em ambiente refrigerado por 15 dias.

	Quantidade	Nº estacas Vivas	IP (%)*
EPLS	30	29	97 a
EPA	30	21	70 a

\*Índices de pega seguidos pela mesma letra não diferem, estatisticamente, entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. EPLS = Embalagem de polietileno transparente e EPA = Embalagem de papel Kraft

#### 4.1.1.3 Acondicionamento em ambiente sem refrigeração X ambiente refrigerado

Analisando os resultados obtidos, percebe-se que as estacas de *P. sellowianus* apresentam tanto em acondicionamento sem refrigeração como em ambiente refrigerado, porcentagem de pega ligeiramente maior em EPLS, quando comparadas com as estacas armazenadas em EPA. Os índices de pega elevados no caso do acondicionamento em EPLS para a espécie em acondicionamento sem refrigeração são estatisticamente iguais aos do ambiente refrigerado. Esse resultado indica que a espécie não precisa ser armazenada em ambiente refrigerado para manter sua capacidade de propagação vegetativa até 15 dias.

Tanto a embalagem EPLU como a embalagem EPLS podem ser utilizadas para o armazenamento do material, no entanto, no armazenamento em EPLU, a embalagem necessita de cuidado maior, pois precisa ser umedecida sem acúmulo de água no seu interior para então receber o material vegetal, o que demanda mão de obra e tempo. Por esse motivo, considera-se que as estacas dessa espécie devam ser armazenadas em ambiente sem refrigeração por até 15 dias em embalagem EPLS.

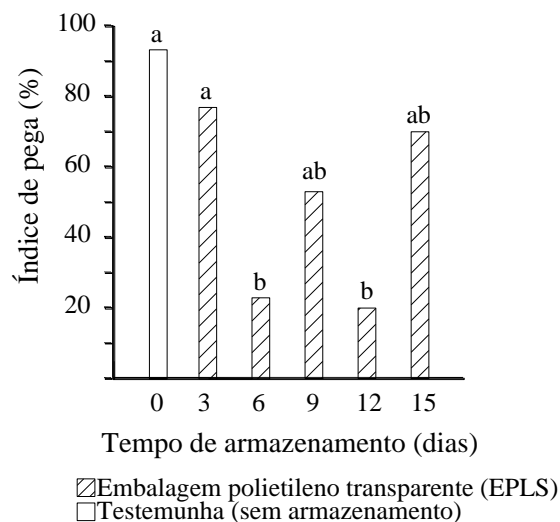


#### 4.1.2 *Salix humboldtiana*

##### 4.1.2.1 Acondicionamento em ambiente sem refrigeração

No acondicionamento em ambiente sem refrigeração, o armazenamento do material vegetal da espécie *S. humboldtiana* apresenta resultados de índice de pega superiores em EPLS, quando comparados ao armazenamento em EPLU e EPA.

No armazenamento em EPLS, a espécie apresentou índice de pega de 77% e 70%, aos 3 e após 15 dias respectivamente (Figura 19), no entanto, o IP não se manteve dos 6 aos 12 dias de armazenamento devido a problemas fitossanitários como mostra a Figura 20, o que explica o IP de 23, 33, 50 e 20% respectivamente. Problema esse, não observado nas estacas armazenadas por 15 dias.



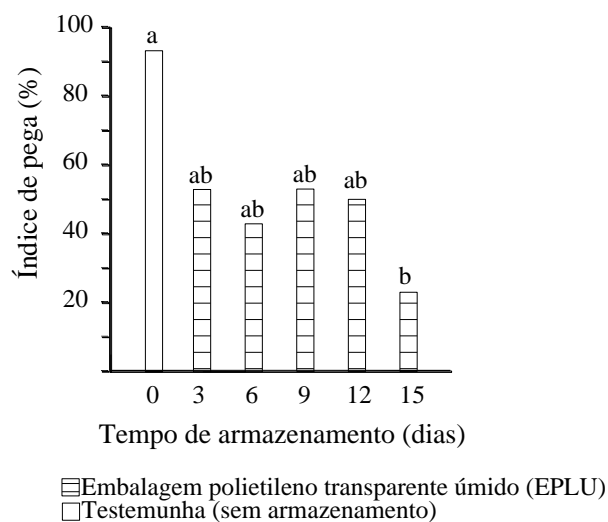
**Figura 19** – Índice de pega (%), obtido da avaliação das estacas da espécie de *S. humboldtiana*, aos 60 dias após a instalação do experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Braga et. al (2006), também atribuem a alta mortalidade das estacas de *P. actinia* e *P. setacea* a problemas fitossanitários e ao estado fenológico das matrizes, ou seja, a condição da matriz em relação a época de coleta das estacas e/ou em relação as condições do ambiente, mesmo não analisando embalagens, em sua avaliação de índice de pega.



**Figura 20** – Estacas de *S. humboldtiana* atacadas por fungos nos armazenamentos aos 6 e 12 dias.

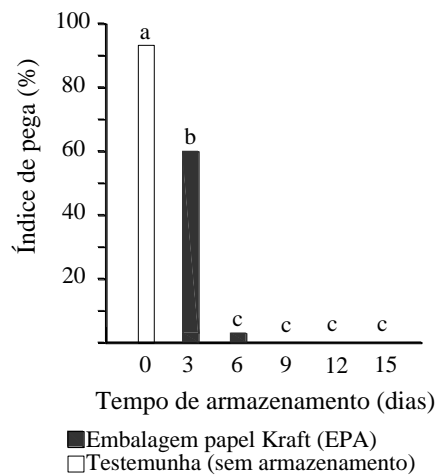
No armazenamento em embalagem de polietileno transparente úmido (EPLU) as estacas apresentaram problemas fitossanitários idênticos aos do armazenamento em EPLS o que igualmente explica o baixo índice de pega a partir do 6º dia de armazenamento (Figura 21). Essa mortalidade pode ser atribuída à contaminação externa e/ou ao excesso de umidade proporcionada pela água no interior da embalagem, favorecendo o ataque, que conseqüentemente levou à morte do material vegetal.



**Figura 21** – Índice de pega (%), obtido da avaliação das estacas da espécie de *S. humboldtiana*, aos 60 dias após a instalação do experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

A perda de qualidade fisiológica das estacas armazenadas em ambiente sem refrigeração também pode estar relacionada ao aumento da temperatura ambiente. Diferentemente que os testes com as demais espécies que foram conduzidos durante o final do inverno e o início da primavera, o experimento com *S. humboldtiana* foi conduzido durante final da primavera e início do verão.

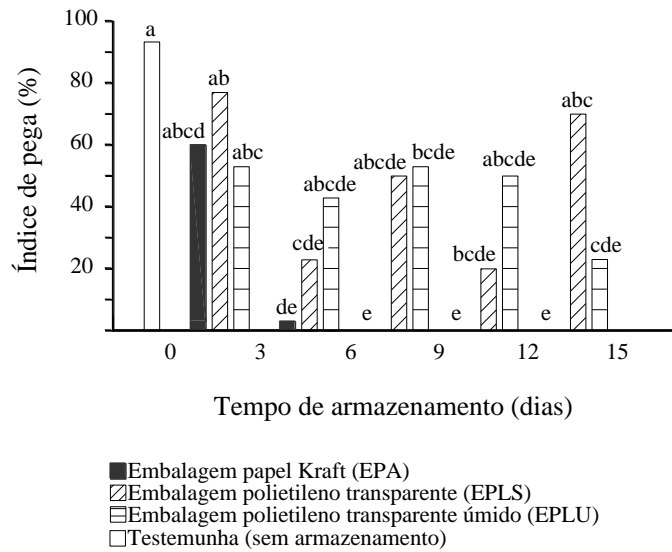
No acondicionamento em EPA, as estacas de *S. humboldtiana* não suportaram o armazenamento por mais de três dias, apresentando perda de umidade do material vegetal e consequentemente, levando à morte das mesmas (Figura 22).



**Figura 22** – Índice de pega (%), obtido da avaliação das estacas da espécie de *S. humboldtiana*, aos 60 dias após a instalação do experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

No acondicionamento sem refrigeração, os resultados observados para a espécie *S. humboldtiana* foram afetados por problemas fitossanitários.

Segundo Cornellini e Ferrari (2008), para as obras de Engenharia Natural as espécies do gênero *Salix*, devem apresentar um índice de pega de no mínimo 70%. Índices superiores a esse só foram alcançados por EPLS (Figura 23).



**Figura 23** – Índice de pega (%), obtido da avaliação das estacas da espécie de *S. humboldtiana*, aos 60 dias após a instalação do experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

#### 4.1.2.2 Acondicionamento em ambiente refrigerado

No acondicionamento em ambiente refrigerado, o IP do material vegetal de *S. humboldtiana*, apresenta diferença significativa entre as formas de armazenamento como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 – Índice de pega (%) de *S. humboldtiana* em função das formas de armazenamento, 60 dias após o acondicionamento em ambiente refrigerado por 15 dias.

Quantidade	Nº estacas		IP (%)*
		Vivas	
EPLS	30	30	100 b
EPA	30	05	17 a

\*Índices de pega seguidos pela mesma letra não diferem, estatisticamente, entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. EPLS = Embalagem de polietileno transparente e EPA = Embalagem de papel Kraft

*S. humboldtiana* apresenta resultado estatisticamente superior no armazenamento em EPLS, comparado ao armazenamento em EPA, com índice de pega de 100% aos 15 dias, considerado muito satisfatório segundo critério de Cornelini e Ferrari (2008). A baixa temperatura e a manutenção da umidade conferida pela embalagem de polietileno diminui a taxa de transpiração do material vegetal, o que ajuda a manter uma maior viabilidade das

estacas (IP) pelo período de 15 dias. O armazenamento refrigerado pode, também, ter funcionado como inibidor do desenvolvimento de patógenos.

Conforme Disarz (2011) *S. humboldtiana* apresenta um IP de até 100% e nunca inferior a 87%, demonstrando que o armazenamento refrigerado possibilita armazenamento de 15 dias sem que haja perda da capacidade de propagação vegetativa do material vegetal.

Comportamento semelhante foi observado por GONÇALVES et al. (2003) para taxa de sobrevivência de mudas de figueira armazenadas em embalagem de polietileno. Segundo o autor, a baixa temperatura influencia de maneira positiva, evitando a brotação das gemas, e mantém a umidade, oferecendo condições adequadas de manutenção da viabilidade do material, permitindo a conservação das propriedades fisiológicas para sua sobrevivência.

#### 4.1.2.3 Acondicionamento em ambiente sem refrigeração X ambiente refrigerado

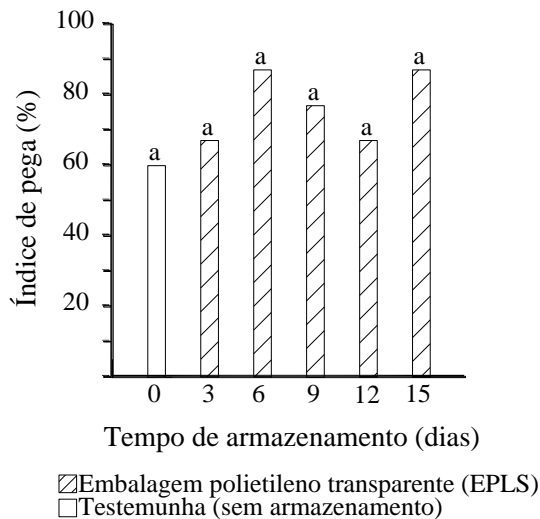
Comparando os dois ambientes de acondicionamento, observa-se que o material vegetal da espécie *S. humboldtiana* acondicionado em ambiente refrigerado apresentou IP superior ao ambiente sem refrigeração, ambos armazenados em EPLS. O material vegetal utilizado no acondicionamento refrigerado é proveniente do mesmo local do material utilizado no ambiente sem refrigeração. O que sugere que a refrigeração, pode ter inibido o desenvolvimento de fungos.

#### 4.1.3 *Sebastiania schottiana*

##### 4.1.3.1 Acondicionamento em ambiente sem refrigeração

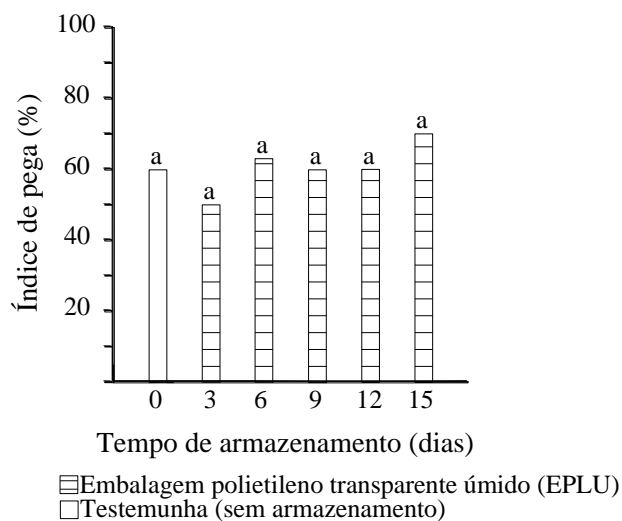
No acondicionamento sem refrigeração das estacas, *S. schottiana* apresenta no armazenamento em EPLS um acréscimo no número de estacas pegas como mostra a Figura 24, até o sexto dia de armazenamento, em seguida este índice decresce aos 9 e aos 12 dias, voltando a crescer no 15º dia de armazenamento, apresentando 87% de IP. Resultados semelhantes aos observados por Vargas (2007) 86% e, superiores ao observado por Sutili (2007) que é de 42%. O primeiro autor plantou as estacas dois dias após coleta e o segundo imediatamente após a obtenção do material vegetativo.

Já, a diminuição no IP aos 9 e aos 12 dias, pode ser atribuída à perda de umidade, visualmente observada nas estacas armazenadas nesses períodos, aos 15 dias, aparentemente, não ocorreu perda de umidade, o material apresentou elevado IP.



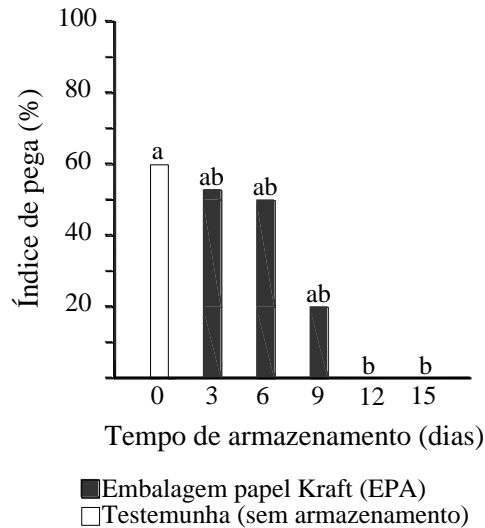
**Figura 24** – Índice de pega (%), obtido da avaliação das estacas da espécie de *S. schottiana*, aos 60 dias após a instalação do experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Em relação à embalagem de polietileno transparente úmido (Figura 25), estacas de *S. schottiana*, apresentaram IP constante até os 12 dias entre os períodos de armazenamento, não diferindo estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), das estacas armazenadas por 15 dias, com 70% de índice de pega.



**Figura 25** – Índice de pega (%), obtido da avaliação das estacas da espécie de *S. schottiana*, aos 60 dias após a instalação do experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

No Armazenamento em EPA (Figura 26), as estacas da espécie, *S. schottiana* não suportaram o armazenamento por mais de 9 dias, com IP de 20% nesse período, apresentando perda da umidade do material vegetal (estacas com sinais de oxidação e escurecimento da casca) e conseqüentemente, levando à morte das mesmas.

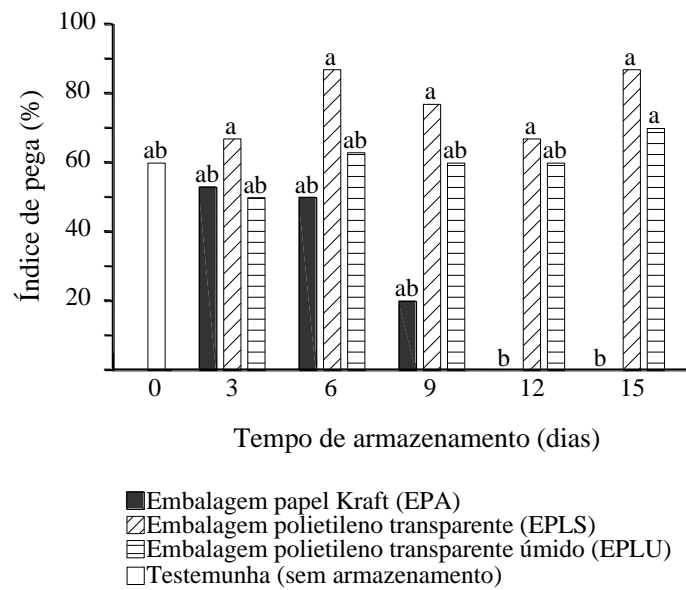


**Figura 26** – Índice de pega (%), obtido da avaliação das estacas da espécie de *S. schottiana*, aos 60 dias após a instalação do experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Os resultados observados para a espécie (Figura 27) mostram maior índice de pega das estacas, quando armazenadas em embalagem de polietileno seco (EPLS) em ambiente sem refrigeração, por pelo menos 3 dias antes do plantio. Passa de 60% o IP da testemunha (sem armazenamento) para 87% aos 6 dias de armazenamento. O que explica, porque pesquisadores como Sutili (2007), observaram menor índice de pega, em seus experimentos, quando, o material vegetal era plantado logo após o corte.

Nesse sentido é aconselhável que o material vegetal da espécie *S. schottiana* seja armazenado por no mínimo 3 dias antes do plantio em ambiente sem refrigeração, o índice de pega das estacas aumenta quando o material vegetal cortado fica em repouso antes de ser utilizado na obra.

O armazenamento em EPLU por sua vez, não é indicado para a espécie, pois apresenta IP menor em relação às estacas armazenadas em EPLS como mostra a Figura 27. Assim como, o armazenamento em embalagem de papel Kraft (EPA), não é recomendado para as condições testadas, pois não mantem a capacidade de propagação vegetativa das estacas.



**Figura 27** – Índice de pega (%), obtido da avaliação das estacas da espécie de *S. schottiana*, aos 60 dias após a instalação do experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

#### 4.1.3.2 Acondicionamento em ambiente refrigerado

A espécie *S. schottiana* apresentou o mesmo comportamento em ambas as embalagens. Os resultados observados para a espécie (Tabela 6) mostram que mesmo não diferindo estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), o armazenamento em EPLS apresenta melhor índice de pega comparado ao armazenamento em EPA.

Tabela 6 – Índice de pega (%) de *S. schottiana* em função das formas de armazenamento, 60 dias após o acondicionamento em ambiente refrigerado por 15 dias.

	Quantidade	Nº estacas		IP (%)*
			Vivas	
EPLS	30		19	63 a
EPA	30		16	53 a

\*Índices de pega seguidos pela mesma letra não diferem, estatisticamente, entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. EPLS = Embalagem de polietileno transparente e EPA = Embalagem de papel Kraft

A embalagem de papel Kraft não foi eficiente em manter a capacidade de propagação vegetativa do material após o armazenamento.



## 5 CONCLUSÕES

A análise dos resultados sob as circunstâncias em que foi conduzido o estudo permite que se chegue as seguintes conclusões.

O acondicionamento de estacas em embalagem de polietileno transparente é considerado viável para as espécies *Phyllanthus sellowianus*, *Salix humboldtiana* e *Sebastiania schottiana*. O uso desta embalagem mantém a capacidade de propagação vegetativa, permitindo flexibilidade na programação de uma obra.

A conservação das estacas em ambiente sem refrigeração é viável para as espécies *Phyllanthus sellowianus* e *Sebastiania schottiana* por até 15 dias. O acondicionamento de *Salix humboldtiana* em ambiente sem refrigeração é aconselhado por até 15 dias desde que seja realizado tratamento fitossanitário.

Estacas de *Salix humboldtiana* conservadas em ambiente refrigerado apresentaram índice de pega maior do que as plantas da mesma espécie em ambiente sem refrigeração. Esse resultado pode ser explicado pela baixa temperatura e manutenção da umidade conferida pela embalagem de polietileno, as condições proporcionadas pelo ambiente refrigerado garantem a proteção contra o ataque fungico e a diminuição da taxa de transpiração do material vegetal ajuda a manter a viabilidade das estacas.

*P. sellowianus* pode ser plantado imediatamente após o corte, ou armazenado em ambiente sem refrigeração por período de 15 dias, não é necessário o armazenamento refrigerado.

É aconselhável que o material vegetal da espécie *S. schottiana* seja armazenado por no mínimo 3 dias antes do plantio em ambiente sem refrigeração, pois o índice de pega das estacas aumenta quando o material vegetal cortado fica em repouso, antes de ser utilizado na obra.

Os resultados deste estudo incentivam investigação com foco em diferentes espécies, sugerindo-se para trabalhos futuros, a realização de novos testes com diferentes formas de armazenamento, por exemplo, utilizando embalagem de polietileno de lona preta. Testes com tratamento fitossanitário, bem com testes sem acondicionamento, ao ar livre em diferentes períodos de armazenamento do material vegetal e, também, diferentes períodos de acondicionamento em ambiente refrigerado, para o melhor compreensão dos resultados já observados.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, I.B. Conservação de sementes. In: SILVA, A.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p. 33-44. (Série Registros, n. 14).
- ARIZPE, D. **Guia de propagação de árvores e arbustos ribeirinhos**: Um contributo para o restauro de Rios na região Mediterrânica. Valência, Espanha. Ed. ISA Press. 2009.
- BARROS, E. **Estudo de caso: Estabilização biotécnica no Rio Taquari em Estrela – RS**. 2011. 46 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2011.
- BRAGA, M.F. et al. Enraizamento de estacas de três espécies silvestres de *Passiflora*. **Ver. Bras. Fruticultura**. v.28, n.2, p. 284-288, Jaboticabal, São Paulo, 2006.
- CABRERA, A. L. et al. **Flora de la Provincia de Buenos Aires – Oxalidáceas a Umbelíferas**. Parte IV. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), 1965.
- CARPANEZZI, A. A. ; TAVARES, F. R. ; SOUZA, V. A. **Informações sobre a estaquia do salseiro (*Salix humboldtiana* Willd.)**. Colombo: Embrapa Florestas, 1999. 15p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 33).
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1, 1039 p.
- CORNELINI, P.; FERRARI, R. *Manuale di ingegneria naturalistica per le scuole secondarie*. Assessorato all’Ambiente e Cooperazione tra i Popoli, Regione Lazio (a cura di), Roma, 2008. 225p.
- CROWDER, W., Collecting willow, poplar and redosier dogwood hardwood cuttings for riparian site plantings. Plant Materials Technical Note No. 29, USDA, Spokane, WA. 1995.
- DENARDI, L. **Anatomia e flexibilidade do caule de quatro espécies lenhosas para o manejo biotécnico de cursos de água**. 2007. 113 f. Tese (Doutorado em Manejo Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- DENARDI, L. et al. Anatomia da madeira de *Phyllanthus sellowianus* Müll. Arg. (Phyllanthaceae). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 503-509, abr.-jun., 2013.
- DISARZ, R. **Desenvolvimento tecnológico em bioengenharia de solos aplicável a programas de restauração ecológica**. 72 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2011.
- DURIGAN, M. F. B. **Fisiologia e conservação pós-colheita de flores cortadas de gérbera**. 2009. 147p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

DURLO, M. A.; SUTILI, F. J. **Bioengenharia: Manejo biotécnico de cursos de água.** Porto Alegre: EST Edições. 2005. 189p.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado.** 2.ed. Pelotas. UFPel, 1995.

FDRGS. **Flora digital do Rio Grande do Sul.** Disponível em: [www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/](http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/). 2012.

FRASSETTO, E. G. **Enraizamento adventício de estacas de *Sebastiania schottiana* Müll. Arg.** 2007. 132 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

GASPARIN, E. **Armazenamento de sementes e produção de mudas de *Parapiptadenia rígida* (Benth) Brenan.** 2012. 146 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

GONÇALVES, F. C.; CHALFUN, N. N. J.; ALVARENGA, A. A.; MIRANDA, C. S. de. Influência da forma de acondicionamento sob frio na sobrevivência de mudas de figueira. *Ciência Agrotecnologica*, Lavras, v. 27, n. 4, p. 798-803, 2003.

GOULART, P. B.; XAVIER, A. Efeito do tempo de armazenamento de miniestacas no enraizamento de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, v.32, n.4, p. 671-677, 2008.

GRAY, D., and R, SOTIR. **Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization: A practical guide for erosion control.** A Wiley-Interscience Publication, New York, New York. 378 pages. 1996.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices.** New Jersey: Prentice-Hall, 2002. 880p.

KLUGE, R. A.; BILHALVA, A. B.; CANTILLANO, R. F. F. Influência do estágio de maturação e da embalagem de polietileno na frigoconservação de ameixa. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.34, n.3, p.323-329, 1999.

KOPPEN, W. Grundriss der Klimakunde. Berlim: **Walter de Gruyter**, 1931. 390p.

LOMBARDO, A. Flora Arborea y ArborecentedelUruguay. 2. Ed. Montevideo, 1964. 112p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2008. v. 1 384 p.

MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: campos sulinos.** Porto Alegre, Edições EST, 2004, 110p.

MARCHIORI, J.N.C. **Dendrologia das angiospermas: das bixáceas as rosáceas.** Santa Maria, Ed. da UFSM, 2000, 240p.

MATTIUZ, B. et al. Efeito da temperatura no armazenamento de uvas apirênicas minimamente processadas. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, Mar. 2009.

MEDEIROS, A. C. DE S.; EIRA, M. T. S. da Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas. **Comunicado Técnico**, Colombo: Embrapa Florestas, n. 127, 2006. 13p.

MONTEIRO, J. **Influência do ângulo de plantio na propagação vegetativa de espécies utilizadas em engenharia natural**. 2009. 111f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

MORGAN, R. P. C.; RICKSON, R. J. (Ed.). **Slope Stabilization and Erosion Control: a Bioengineering Approach**. London: E & FN SPON, 274p., 1995.

MOURA, V. P. G. Introdução de novas espécies de *Salix* (Salicaceae) no planalto sul de Santa Catarina, Brasil. **Comunicado Técnico**, 71, Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. 3 p.

OLIVEIRA, A. de P. **Uso do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas e lenhosas de pessegueiro**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2002.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; VILELA, E. A.; GAVILANES, M. L.; CARVALHO, D.A. 1994. Effect of flooding regime and under store y bamboo son the physiognomy and tree species composition of a tropical semideciduo us forest in South eastern Brazil. *Vegetation*. 113: 99 - 124

PETRONE, A.; PRETI, F. **Ingenieria naturalistica en centroamérica**. Manuali tecnici per la cooperazione allo sviluppo. Istituto Agronomico per l’Oltremare, Società Editrice Fiorentina, Firenze, Italy, 108 pg. 2005.

REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**: termo de referencia: estudo da materia prima: levantamento das espécies florestais nativas com possibilidade de incremento e desenvolvimento. s.l.: SUDESUL, 1988. 525p.

RIZZINI, C. T. 1979. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**. v. 2. São Paulo. HUCITEC EDUSP. 374 p.

SANTANDER, B. C. A.; GONZÁLES, G. I.A. (2007). **Flora arbórea Del Uruguay** - Con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó. COFUSA, Montevideo. Uruguay.

SCHIECHTL, H. M. **Bioingegneria Forestale**. Basi – materiali da costruzioni vivi – metodi. Tipolitografia Castaldi-Feltre, 1973. 263p.

SCHIECHTL, H.M.; R. STERN. **Water Bioengineering Techniques for watercourse Bank and Shorelines Protection**. Editora Blackwell Science. 186 f. 1997.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J.; KLEIN, R. M. **Euphorbiáceas**. In: REITZ, P. R. Flora ilustrada catarinense. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1988. 408 p.

SOBRAL, M. et. al.. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil**. São Carlos, RiMA/Novo Ambiente. 2006.

SONEGO, G.; BRACKMANN, A. Conservação pós-colheita de flores. **Ciência Rural** v.25, 473-479, 1995.

SUTILI, F. J. **Bioengenharia de solos no âmbito fluvial do sul do Brasil: espécies aptas, suas propriedades vegetativo-mecânicas e emprego na prática**. 95 f. 2007. Tese de Doutorado (Instituto de Bioengenharia de Solos e Planejamento da Paisagem) – Universidade Rural de Viena, Viena, Áustria.

SUTILI, F. J. **Manejo biotécnico do arroio Guarda-Mor: princípios, processos e práticas**. 114 f. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

USDA. United state department of agriculture soil staff. **Soil Taxonomy: a Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surverys**. Washington, 1975.

VARGAS, C. O. **Características biotécnicas de *Phyllanthus sellowianus* Mull. Arg., *Salix x rubens* Schranck e *Sebastiania schottiana* (Mull. Arg.) Mull. Arg.** 84 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.