

COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS BIOTÉCNICAS DE *Sebastiania schottiana* (Müll. Arg.) Müll. Arg., *Phyllanthus sellowianus* (Klotzsch) Müll. Arg., *Salix humboldtiana* Willd., E *Salix x rubens* Shrank**COMPARISON OF THE BIOTECHNICAL CHARACTERISTICS OF *Sebastiania schottiana* (Müll. Arg.) Müll. Arg., *Phyllanthus sellowianus* (Klotzsch) Müll. Arg., *Salix humboldtiana* Willd. AND *Salix x rubens* Shrank**Leonardo Mortari Machado¹ Iris Cristiane Magistrali² Dane Block Araldi³**RESUMO**

O presente trabalho teve como objetivo fazer um estudo comparativo entre as características biotécnicas de *Sebastiania schottiana* (Müll. Arg.) Müll. Arg., *Phyllanthus sellowianus* (Klotzsch) Müll. Arg., *Salix humboldtiana* Willd., e *Salix x rubens* Shrank. Essas espécies apresentaram-se promissoras para estabilização de taludes fluviais e recuperação de cursos de água em estudos anteriores. O experimento foi instalado às margens de um arroio, em 2008 no município de São João do Polêsine, Rio Grande do Sul. As variáveis analisadas foram: taxa de sobrevivência no campo (%); número, diâmetro, comprimento, somatório dos brotos primários e comprimento do maior broto primário; número, comprimento dos brotos secundários e somatório do comprimento dos brotos secundários. Dentre as espécies analisadas, *Phyllanthus sellowianus* apresentou os melhores resultados para cinco características avaliadas, tornando-se assim, dentre as características avaliadas, a espécie mais indicada para a estabilização e recuperação de cursos de água na região estudada.

Palavras-chave: bioengenharia; estabilização; recuperação; cursos de água.

ABSTRACT

This study aims at making a comparative study of the biotechnical characteristics of *Sebastiania schottiana* (Müll. Arg.) Müll. Arg., *Phyllanthus sellowianus* (Klotzsch) Müll. Arg., *Salix humboldtiana* Willd., and *Salix x rubens* Shrank. These species have, in previous studies, shown promising potentialities for slope stabilization and restoration of riverbanks. The experiment was installed in the banks of a creek in 2008, in São João do Polêsine, in Rio Grande do Sul state. The variables analyzed were: survival rate in the field (%), number, diameter, length, and the sum of primary shoots, length of the longest primary bud, number and length of the secondary shoots and the sum of the length of the secondary shoots. Among the analyzed species, *Phyllanthus sellowianus* showed the best results for the five characteristics evaluated, suggesting that it is the most suitable species for the stabilization and the recovery of riverbanks in this region, among the studied species.

Keywords: bioengineering; stabilization; recovery; watercourses.

1 Engenheiro Florestal, MSc., Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS), Brasil. machado2838@gmail.com

2 Engenheira Florestal, MSc., Doutora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rod. BR 465, Km 07, CEP 2389-000, Seropédica (RJ), Brasil. irismagistrali@gmail.com

3 Engenheiro Florestal, Pós-doutor, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS), Brasil. danearaldi@gmail.com

INTRODUÇÃO

A engenharia biotécnica, bioengenharia ou engenharia natural vale-se de técnicas biológicas nas quais plantas ou parte destas são utilizadas como material vivo de construção. Sozinhas ou combinadas com materiais inertes, tais plantas devem proporcionar estabilidade às áreas em tratamento, como encostas naturais ou artificiais de terrenos e principalmente em margens de cursos de água (SCHIECHTL; STERN, 1992).

Na engenharia natural, as plantas são vistas como elementos estruturais para a estabilização de terrenos. Portanto, trata-se de uma ferramenta importante, pois, além da solução técnica, apresenta vantagens ecológicas, econômicas e estéticas quando comparada às construções tradicionais (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2005).

De acordo com Durlo (2000), a essência da engenharia natural, quando usada em cursos de água, está na disposição adequada de materiais com alta velocidade limite de transporte, para a redução da velocidade da água nas posições em que já ocorreram, bem como em lugares com maior probabilidade de ocorrência de problemas relacionados à corrosão e perda de estabilidade das margens e no tratamento vegetativo de margens e bacias de captação dos referidos cursos. Durlo e Sutili (2004) salientam que as biotécnicas podem produzir os efeitos individuais tanto na redução da velocidade de água, como na de proteção dos taludes, podendo apresentar esses efeitos simultaneamente.

Dentre as características biotécnicas desejáveis, Durlo e Sutili (2005) destacam: resistência à exposição parcial das raízes; resistência ao aterramento parcial; resistência ao apedrejamento (provindo de barrancas altas e declivosas); capacidade de brotar após quebra do ápice e danos à planta; crescimento rápido; sistema radicular que permita fixar o solo pelo comprimento, volume ou resistência das raízes. Outra característica importante da vegetação é a flexibilidade de caules e ramos, pois plantas que apresentam esta característica, em especial quando submetidas à força da correnteza, promovem a proteção dos taludes através da inclinação de sua parte aérea sobre os mesmos (DENARDI, 2007). Desta forma, Durlo (2000) destaca que o material vegetal empregado necessita preencher alguns requisitos básicos, que dependem da finalidade de sua utilização, considerando-se os aspectos ecológicos, fitossociológicos, reprodutivos e de aptidão biotécnica, destacando-se a velocidade de crescimento da parte aérea, especialmente, para produzir proteção ao talude por acamarem-se sobre o mesmo.

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo descrever e comparar algumas características biotécnicas da parte aérea das seguintes espécies: *Sebastiania schottiana* (Müll. Arg.) Müll. Arg., *Phyllanthus sellowianus* (Klotzsch) Müll. Arg., *Salix humboldtiana* Willd., e *Salix x rubens* Shrank., que é um híbrido entre *Salix alba* L. e *Salix fragilis* L. A escolha das referidas espécies foi devido a trabalhos anteriores que demonstraram que tais espécies podem ser promissoras para a estabilização de taludes fluviais e recuperação de cursos de água, (SUTILI; DURLO; BRESSAM, 2004; DURLO; SUTILI 2005; VARGAS, 2007; DENARDI, 2007; SUTILI, 2007).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no distrito de Vale Vêneto pertencente ao município de São João do Polêsine, Rio Grande do Sul, por Aschbacher e Müller (2009) nas coordenadas geográficas (29°39'08.19" Sul e (53°31'12.18" Oeste. Neste local, foi escolhida uma área plana (altitude média de 130 metros) distante 20 metros do leito de um arroio, que apresentava um fluxo da lamina d'água na direção norte-sul. O terreno foi cercado e foi realizada a limpeza da área através do controle de plantas daninhas e das formigas-cortadeiras antes da instalação do experimento.

As estacas foram obtidas a partir de indivíduos adultos situados em regiões próximas ao local do experimento, procurou-se coletar o material de matrizes com boas condições sanitárias, idades e características semelhantes e em locais próximos, visando manter o máximo de uniformidade possível. As estacas foram preparadas e em seguida o experimento foi instalado, observando-se um espaçamento de um metro entre as estacas e as parcelas.

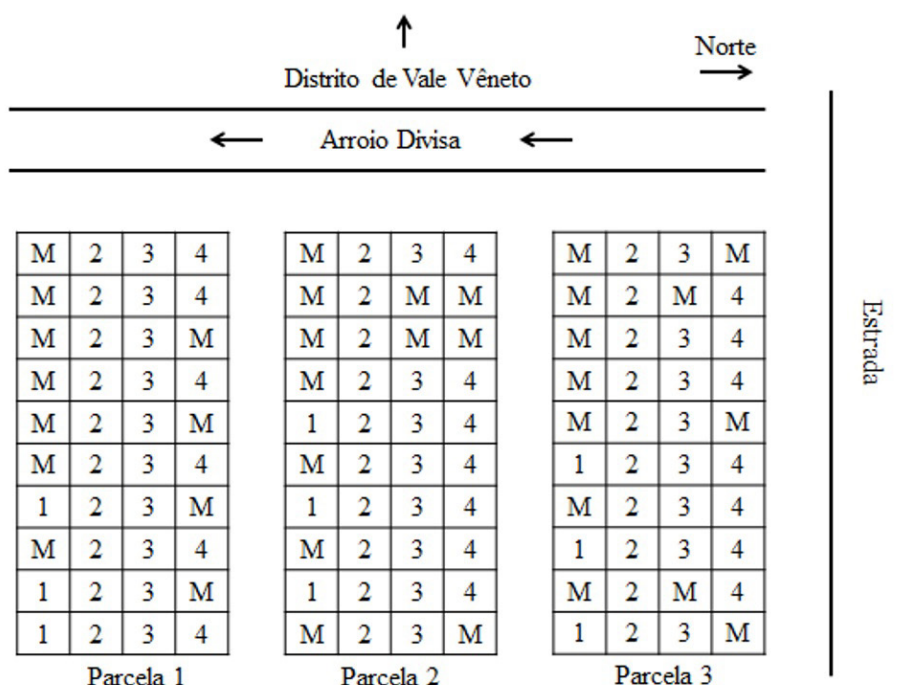
O clima da região é subtropical do tipo ‘Cfa 2’, segundo a classificação de Köppen, caracterizado por temperaturas anuais médias entre 17,9 e 19, 2°C, com precipitações de 1400 a 1800 mm (MORENO, 1961).

Os dados foram coletados em setembro de 2010 através do uso de paquímetro para o diâmetro e fita métrica para o comprimento, sendo mensuradas as seguintes variáveis: número de brotos primários e secundários; diâmetro basal dos brotos primários; comprimento total dos brotos primários e secundários; sobrevivência das espécies estudadas, sendo as plantas mortas desconsideradas para as avaliações, exceto sobrevivência. Em função destes dados, foram analisadas e interpretadas as seguintes variáveis: taxa de sobrevivência das espécies; número de brotos primários; diâmetro dos brotos primários; comprimento dos brotos primários; somatório do comprimento dos brotos primários; comprimento do maior broto primário; número de brotos secundários; comprimento dos brotos secundários; somatório do comprimento dos brotos secundários. Os dados foram transformados através do logaritmo dos valores, para que os mesmos seguissem uma distribuição normal e utilizou-se o Teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O conhecimento do comportamento das variáveis referentes à parte aérea das plantas é de grande importância quando se objetiva utilizar estas espécies em obras de engenharia natural, em especial, em função do tipo de obra e da forma como as plantas serão utilizadas, ou seja, em que posições elas serão colocadas em relação à superfície do talude.

A análise de variância e o teste Tukey (5%) para as quatro espécies estudadas podem ser observados na Tabela 1, em que: PS: *Phyllanthus sellowianus*; SH: *Salix humboldtiana*; SR: *Salix x rubens* e SC: *Sebastiania schottiana*.



Em que: 1 - *Sebastiania schottiana*, 2 - *Phyllanthus sellowianus*, 3 - *Salix humboldtiana*, 4 - *Salix x rubens* e “M” representa as plantas que não sobreviveram.

FIGURA 1: Localização das espécies e disposição das parcelas.

FIGURE 1: Location of species and plot layouts.

TABELA 1: ANOVA das características biotécnicas analisadas.
 TABLE 1: ANOVA analysis of the biotechnical characteristics.

	PS			SH			SR			SC		
	Média	DP	CV%	Média	DP	CV%	Média	DP	CV%	Média	DP	CV%
Sobrevivência (%)	100a	-	-	87ab	-	-	67b	-	-	30c	-	-
Número de brotos 1 ^o s	3,5a	1,2	34,3	3,1a	1,0	32,3	3,1a	1,7	54,8	2,3a	0,6	26,1
Diâmetro dos brotos 1 ^o s (cm)	2,4b	0,3	14,3	2,45b	0,9	40,8	1,6b	0,5	29,2	2,8a	1,6	56,3
Comp. dos brotos 1 ^o s (m)	3,2a	0,6	18,8	2,5a	0,8	32,1	1,85b	0,5	20,0	2,8a	1,3	48,6
∑ comp. dos brotos 1 ^o s (m)	9,7a	3,7	38,5	5,6c	2,7	48,2	6,1bc	2,9	47,2	8,5ab	3,2	38,2
Comp. do maior broto 1 ^o s (m)	3,8a	0,9	24,9	3,1b	1,3	42,3	2,3c	0,6	27,3	3,4ab	1,4	36,0
Número de brotos 2 ^o s	20ab	10,7	53,3	27ab	15,0	55,6	18ab	6,9	38,5	80a	44,5	55,6
Comp. dos brotos 2 ^o s (m)	0,9a	0,3	33,3	0,5b	0,2	50,0	0,8a	0,4	50,0	0,5b	0,2	40,0
∑ comp. dos brotos 2 ^o s (m)	16,7b	8,6	51,3	15,4b	9,3	60,4	14,1b	7,4	52,8	38,5a	16,4	42,7

Em que: PS = *Phyllanthus sellowianus*; SH: *Salix humboldtiana*; SR: *Salix x rubens*, SC: *Sebastiania schottiana*, DP: desvio padrão e CV%: coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre as espécies ao Teste Tukey 5%.

Sobrevivência

A sobrevivência das espécies é uma variável importante, pois não basta uma espécie apresentar boas características biotécnicas referente à parte aérea, comprimento de brotos primários e secundários, número de brotos primários, secundários, etc., se a mesma não apresentar uma taxa de sobrevivência significativa a campo, pois quando isto ocorre à parte aérea não recobrirá completamente o talude e conseqüentemente não ocorrerá à proteção do talude pelo material vegetal.

Para *Phyllanthus sellowianus* e *Salix humboldtiana* os valores de sobrevivência foram de 100% e 87% respectivamente, demonstrando que, neste quesito, ambas as espécies detêm importância biotécnica, podendo ser empregadas sem perdas significativas de cobertura sobre a área a ser protegida. Sutili (2007) e Monteiro (2009) também encontraram em seus trabalhos taxas de sobrevivência próximas aos 100% para *Salix humboldtiana* e *Phyllanthus sellowianus*.

O híbrido *Salix x rubens* obteve 67% de sobrevivência enquanto que somente 30% dos indivíduos de *Sebastiania schottiana* sobreviveram. A baixa taxa de sobrevivência destas espécies deve ser levada em conta durante a execução de um projeto biotécnico. Neste caso, deve-se coletar e preparar pelo menos três vezes a quantidade inicial prevista, para que o efeito da baixa sobrevivência não seja o fator limitante. Para *Sebastiania schottiana*, a sobrevivência diferiu do valor apresentado por Sutili (2007) que encontrou uma taxa de sobrevivência de 60%, após 150 dias. Neste caso, especificamente, esse fato pode estar relacionado aos diferentes locais nos quais os materiais foram coletados e também pelas eventuais diferenças entre os locais aonde os experimentos foram instalados.

Brotação primária

Quanto ao número de brotos primários, nenhuma das espécies apresentou diferença estatística significativa, não havendo desta maneira uma espécie com melhor ou pior desempenho.

Phyllanthus sellowianus teve média de 3,5 com máximo de seis brotos primários e mínimo de um. *Salix humboldtiana* teve média de 3,1 com máximo de seis e mínimo de um broto primário entre os

exemplares analisados. *Salix x rubens* obteve média de 3,1 com máximo de 10 e mínimo de um broto primário. *Sebastiania schottiana* teve média de 2,3 com máximo de 4 e mínimo de dois brotos primários entre os exemplares analisados.

Em relação ao diâmetro do brotos primários, a espécie *Sebastiania schottiana* foi a única que diferiu estatisticamente das demais espécies avaliadas, apresentando média de 2,8cm com máximo de 4,6cm e mínimo de 1,9 cm. O híbrido *Salix x rubens* apresentou a menor média (1,6 cm) com máxima de 3,5 cm e mínima de 0,6 cm, mas não diferiu estatisticamente de *Phyllanthus sellowianus* com média de 2,4 cm, máxima de 3,6 cm e mínima de 1,8 cm e *Salix humboldtiana* com média de 2,45 cm. Sutili, Durlo e Bressan (2004) mencionam que para reter o solo de uma encosta sujeita à erosão superficial, deve-se lançar mão de espécies vegetais que produzam um grande número de brotos. Por outro lado, quando se deseja conter materiais mais grosseiros (cascalho, pedras, entulho, etc.) o ideal é utilizar espécies que ofereçam ramos mais vigorosos. Dentre as espécies analisadas, somente *Phyllanthus sellowianus* não apresentou um coeficiente de variação elevado (14,3%). As demais espécies, devido aos elevados coeficientes de variação, devem ser amostradas em maior quantidade em trabalhos futuros, para que se obtenha uma melhor caracterização.

O comprimento dos brotos primários é uma variável importante, pois quanto maior for este valor, maior será a capacidade da espécie em recobrir o talude e/ou reduzir a velocidade d'água, atuando assim de forma efetiva na proteção do mesmo. Neste caso, a maior média foi 3,2 m para *Phyllanthus sellowianus* que não diferiu estatisticamente da média 2,8 m para *Sebastiania schottiana* e de 2,5 m para *Salix humboldtiana*. Sendo assim, com relação a este quesito, as três espécies se destacaram e diferiram estatisticamente do híbrido *Salix x rubens* que apresentou a menor média, de 1,85 m.

O somatório do comprimento dos brotos primários é uma variável importante biotecnicamente, pois um maior somatório de brotos primários, assim como um maior comprimento dos brotos primários representa uma parte área mais desenvolvida e que conseqüentemente apresenta uma maior capacidade de atuar na proteção da encosta/talude. Para esta variável, apesar de *Phyllanthus sellowianus* apresentar a maior média (9,7 m) esta não diferiu estatisticamente de *Sebastiania schottiana* (8,5 m). Em contrapartida, *Salix humboldtiana* e *Salix x rubens* apresentaram as menores médias (5,6 m e 6,1 m, respectivamente) não diferindo estatisticamente.

O comprimento do maior broto primário mostra até que ponto, a partir da margem do rio, a espécie pode alcançar e atuar na proteção do talude ao dobrar-se sob o mesmo e também ao atuar na redução da velocidade de escoamento da água. Neste caso, as espécies *Phyllanthus sellowianus* e *Sebastiania schottiana* tiveram as melhores médias e não diferiram estatisticamente entre si. A menor média foi 2,3 m referente à *Salix x rubens* que diferiu estatisticamente das demais médias.

Brotação secundária

O número de brotos secundários é uma das mais importantes variáveis biotécnicas, quanto maior seu valor, maior será a massa componente da parte área e conseqüentemente maior será proteção sobre o talude.

O híbrido *Salix x rubens* apresentou o menor número de brotos secundários diferindo estatisticamente das demais espécies.

O comprimento dos brotos secundários, assim como o número de brotos secundários é uma variável biotécnica importante, quanto maior seu valor, maior será a parte aérea e conseqüentemente maior será a proteção da espécie sobre o talude.

Para a variável comprimento médio dos brotos secundários *Phyllanthus sellowianus* e o híbrido *Salix x rubens* apresentaram as melhores médias não apresentando diferença estatística significativa entre si. Já *Sebastiania schottiana* e *Salix humboldtiana* apresentaram as menores médias sem diferença estatística entre elas.

Para essa variável somente *Sebastiania schottiana* com média de 38,5 m, diferiu estatisticamente das demais espécies. As demais espécies não diferiram estatisticamente entre si.

Correlação entre as características biotécnicas

Além da análise de variância entre as características biotécnicas, verificou-se a existência de eventual correlação entre as variáveis estudadas. Foram testadas diferentes equações lineares buscando verificar eventual correlação entre: o diâmetro inicial das estacas e o número de brotos primários; entre número de brotos primários e o comprimento médio dos mesmos; e entre o diâmetro inicial das estacas e o número de brotos secundários.

Para nenhuma das espécies estudadas, o diâmetro inicial das estacas e número de brotos primários apresentou correlação significativa. O valor máximo obtido foi de $r^2=0,38$ para *Sebastiania schottiana* e o valor mínimo foi de $r^2=0,10$ para o híbrido *Salix x rubens*.

Para o número de brotos primários e o comprimento médio dos brotos primários, para *Sebastiania schottiana* a equação $y=0.8304x+0.0638$ apresentou correlação significativa ($r^2=0,75$), apesar de esta ser uma boa correlação, a mesma não pode ser tomada de forma definitiva, sendo este valor apenas um indicativo da possibilidade da existência de tal correlação, sendo necessários trabalhos específicos neste sentido. Para as demais espécies nenhuma correlação foi significativa (máximo de $r^2=0,31$ *Salix x rubens* e mínimo de $r^2=0,15$ *Salix humboldtiana*).

Para o diâmetro inicial das estacas e o número de brotos secundários, nenhuma das espécies apresentou correlação significativa, o valor máximo foi de $r^2=0,25$ para *Sebastiania schottiana* e o valor mínimo foi de $r^2=0,04$ para o híbrido *Salix x rubens*.

CONCLUSÃO

Dentro das condições do estudo, *Phyllanthus sellowianus* é a espécie de melhor desempenho biotécnico entre as quatro estudadas e, conseqüentemente, a espécie mais apropriada para uso em obras de bioengenharia na região.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 320 p.
- ASCHBACHER, M.; MÜLLER, B. **Optimierung des Steckholzwachstums am Beispiel von Salix humboldtiana und Phyllanthussellowianus in Südbrasilien**. 2009. 171 f. Universität für Bodenkultur, Wien, 2009.
- DENARDI, L. **Anatomia e flexibilidade do caule de quatro espécies lenhosas para o manejo biotécnico de cursos de água**. 2007. 112 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- DURLO, M. A. Biotécnicas no manejo de cursos de água. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 81-90, 2000.
- DURLO, M. A.; SUTILI, F. J. **Bioengenharia: manejo de cursos de água**. Porto Alegre: EST, 2005. 189 p.
- DURLO, M. A.; SUTILI, F. J. Uso da bioengenharia na estabilização de um talude fluvial. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2004. p. 312-323.
- MONTEIRO, J. S. **Influência do ângulo de plantio na propagação vegetativa de espécies utilizadas em engenharia natural**. 2009. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.
- SCHIECHTL, H. M.; STERN, R. **Handbuch für naturnahen Erdbau: Eine Einleitung für ingenieurbiologische Bauweisen**. Wien: Österreichischer Agrarverlag, Druck und Verlagsgesellschaft m.b.H., 1992.

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

SUTILI, F. J.; DURLO, M. A.; BRESSAN, D. A. Potencial biotécnico do sarandi-branco (*Phyllanthussellowianus*Müll. Arg.) e vime (*Salixviminalis*L.) para revegetação de margens de curso de água. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 13-20, 2004.

VARGAS, C. O. **Características biotécnicas de *Phyllanthussellowianus*Müll. Arg., *Salixrubens*Schanck e *Sebastianiaschottiana*(Müll. Arg) Müll. Arg.** 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.