

DAIANY AUGUSTA PAES MARTINS

**RESTAURAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR EXPLORAÇÃO MINERAL NO
PLANALTO CATARINENSE**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal.

Orientadora: Dr.^a Maria Raquel Kaneski
Coorientador: Dr. Marcio Carlos Navroski

**LAGES, SC
2017**

Ficha catalográfica elaborada pelo(a) autor(a), com
auxílio do programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC

Martins, Daiany Augusta Paes
RESTAURAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR EXPLORAÇÃO
MINERAL NO PLANALTO CATARINENSE / Daiany Augusta
Paes Martins. - Lages , 2017.
91 p.

Orientadora: Maria Raquel Kaniecki
Co-orientador: Marcio Carlos Navroski
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado
de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Florestal, Lages, 2017.

1. Técnicas de Nucleação. 2. Resíduo Florestal. 3.
Componente Regenerativo. I. Kaniecki, Maria Raquel
. II. Navroski, Marcio Carlos. , .III.
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de
Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Florestal. IV. Título.

DAIANY AUGUSTA PAES MARTINS

**RESTAURAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR EXPLORAÇÃO MINERAL NO
PLANALTO CATARINENSE**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal.

Banca Examinadora

Orientadora:

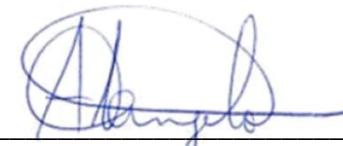


Profa. Dr.ª Maria Raquel Kanieski
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, Lages - SC

Membros:



Profa. Dr.ª Mari Lucia Campos
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, Lages - SC



Prof. Dr. Alessandro Camargo Ângelo
Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba - PR

Lages - SC, 09 de março de 2017.

À minha família pelo amor e incentivo
DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora Aparecida pela saúde e proteção.

Aos meus pais, Augustinho e Adriana sempre presentes apesar da distância. Sem o apoio, a compressão e o amor de vocês não estaria concludo mais essa etapa. Aos meus irmãos. Minha base. Amo vocês!

Aos meus avós pela simplicidade e amor incondicional.

Ao meu noivo Rodrigo pela paciência, conselhos e motivação! Te amo meu amor.

A família Sanches pela torcida, orações, carinho e amor.

A Universidade do Estado de Santa Catarina, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal pela oportunidade de realização deste trabalho.

A minha orientadora Maria Raquel pela oportunidade, amizade, paciência e acolhida. Principalmente pelos ensinamentos. Exemplo de pessoa e profissional.

Aos meus irmãos do Laboratório LABSIRF, em especial a Aninha, Bonato, Carine, Franciele, Julia, Chaiane, Eliana e o Bauner. Obrigada pela amizade e por não medirem esforços em me ajudar, foram meses no sol, na chuva e no frio, trabalhosos, porém muito divertidos. Sentirei falta da rosca de polvilho e do pão de leite ninho! A minha amiga Edi pela amizade e momentos de descontração. Sentirei saudades de todos vocês!

A empresa Klabin pelo fornecimento das áreas de estudo e pelo apoio financeiro.

A minha desorientadora Mari Lucia Campos pela concessão do laboratório de solos para realização das análises de solo.

Aos Professores Pedro Higuchi, Jean Sampietro e Marcio Navroski pelo direcionamento das análises realizadas e a Ana Carolina da Silva e Ilsi Boldrini pela identificação do material botânico.

A FAPESC (Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina) pela concessão da bolsa de estudo.

A APREMAVI pela doação de algumas mudas de espécies arbóreas.

Aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade e considerações neste trabalho.

Enfim, a todos que indiretamente torceram e contribuíram para que fosse possível concluir este trabalho!

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a potencialidade de técnicas de nucleação e do resíduo florestal na restauração de áreas degradadas pelo processo de extração de cascalho. Para tal, foram instaladas 68 parcelas, sendo 40 na área denominada Westarp, cujo solo é Cambissolo Húmico Alumínico e 28 parcelas na área Lauro, cujo solo foi construído com resíduo florestal. Ambas as áreas foram compostas por diferentes técnicas nucleadoras: poleiro artificial, enleiramento de galharia, transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo e plantio em núcleo de Anderson. A dimensão das parcelas foi de 1 m x 1 m, exceto para o núcleo de Anderson. Todos os indivíduos regenerantes acima de 10 cm de altura presentes nas parcelas foram contabilizados, identificados e classificados quanto à forma de vida, guilda de regeneração e síndrome de dispersão. Foram determinadas as seguintes propriedades químicas (pH em água, teores de MO, K, Ca, Mg, Al, P, Cu, Zn, Mn e teor total de sais solúveis) e físicas (porosidade, densidade, água facilmente disponível e resistência do solo à penetração) do solo. Os dados do componente regenerativo foram analisados por meio do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), equabilidade de Pielou (J), índice de dispersão de Morisita e escalonamento multidimensional não métrico (NMDS). A presença da fauna foi averiguada por meio de vestígios nas diferentes técnicas. Para os dados do plantio em núcleo de Anderson foi realizada a análise de agrupamento pelo método de ligação Ward e posterior análise discriminante, além de calculada a taxa de sobrevivência. Foram encontrados 3328 indivíduos regenerantes pertencentes a 85 espécies, reunidas em 19 famílias e 53 gêneros. As famílias de maior riqueza foram Poaceae, Asteraceae, Cyperaceae e Fabaceae. Em relação à forma de vida: Herbácea (80%), Arbustiva (18%) e Arbórea (2%). Quanto à guilda de regeneração: Pioneira (79%); Secundária Inicial (20%) e Secundária Tardia (1%). Quanto à síndrome de dispersão: 53% Anemocórica; 35% Autocórica e 12% Zoocórica. A maior riqueza e diversidade foram observadas para a área Lauro e a NMDS mostrou que o componente regenerativo apresentou diferenciação florístico e estrutural, sobretudo em função das condições edáficas. A transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo e o enleiramento de galharias foram às técnicas mais eficientes para a restauração das áreas degradadas. A técnica de análise de agrupamento e análise discriminante possibilitou a formação de três grupos distintos compostos por espécies com crescimento semelhantes. As espécies que apresentaram potencial para restauração nas condições estudadas foram *Mimosa scabrella*, *Schinus terebinthifolius*, *Gymnanthes klotzschiana*, *Inga marginata* e *Allophylus edulis* para Westarp e *Schinus terebinthifolius*, *Schinus molle*, *Annona sylvatica*, *Vitex megapotamica* e *Gymnanthes klotzschiana* para Lauro. Os custos estimados com a implantação das técnicas nucleadoras de restauração foi de R\$ 17.469,00/ha. Conclui-se que as técnicas nucleadoras implantadas e o resíduo utilizado como solo apresentaram potencial para serem utilizados na restauração de áreas degradadas, porém estudos de caráter temporal dos atributos biológicos do solo e de caracterização ambiental da área devem realizados para inferências mais conclusivas sobre a trajetória das áreas.

Palavras-chave: Técnicas de nucleação. Resíduo florestal. Componente regenerativo.

ABSTRACT

This work had as objective evaluate the potential techniques of nucleation and forest residue in the restoration of degraded areas by gravel extraction process. To that end, 68 plots were installed in total, 40 of them in the area called Westarp, where the soil is Alumínico Humic Cambisols and the 28 others in Lauro area, where the soil was built with forest residue. Both areas were composed by different nucleation techniques: artificial perches, brushwood windrowing, litterfall and soil's seed bank transposition, and planting of native trees in groups. The plots size were 1 m x 1 m, except for the planting in groups. All individuals regenerating above 10 cm high in the plots were accounted for, identified and classified in terms of the way of life, guild regeneration and dispersal syndrome. Were determined the following chemical properties (pH in water, MO, K, Ca, Mg, Al, P, Cu, Zn, Mn and total tenor of soluble salts) and the following Physical properties (total porosity, density, easily available water and soil resistance in penetration) of the soil. Regenerative component data were analyzed through Shannon-Wiener index of diversity (H'), equability of Pielou (J), Morisita index of dispersion and non-metric multidimensional scaling (NMDS). The presence of fauna was determined by evidence in different techniques. It was conducted a grouping analyses to collect the data of the planting in groups using Ward binding method and later discriminant analysis, also was calculated the survival rate. Were found 3328 regenerating individuals belonging to 85 species, summarised in 19 families and 53 genres. The greatest wealth families were Poaceae, Asteraceae, Cyperaceae and Fabaceae. In relation to the way of life: Herbaceous (80%); shrubby (18%) and tree (2%). As for the Guild regeneration: Pioneer (79%); Initial secondary (20%) and Late secondary (1%). Regarding dispersal syndrome: 53% Anemochoric; 35% Autochorous and 12% Zoolochoric. The greater richness and diversity were observed in Lauro area and NMDS has shown that the regenerative component presented distinction in floristic and structural, mainly due to soil conditions. The litterfall and soil's seed bank transposition and brushwood windrowing the most efficient techniques for the restoration of degraded areas. The grouping analysis technique and discriminant analysis enabled the formation of three distinct groups composed by species with similar growth. The species that showed potential for restoration under the conditions studied were *Mimosa scabrella*, *Schinus terebinthifolius*, *Gymnanthes klotzschiana*, *Inga marginata* and *Allophylus edulis* for Westarp and *Schinus terebinthifolius*, *Schinus molle*, *Annona sylvatica*, *Vitex megapotamica* and *Gymnanthes klotzschiana* for Lauro. The estimated cost with the implantation of nucleation techniques of restoration was of R\$ 17.469,00/ha. It is concluded that the nucleation techniques deployed and the residue used as soil showed the potential to be used in the restoration of degraded areas, but temporal character studies of the biological attributes of soil and environmental characterization of the area must be done for inferences more conclusive about track of the areas.

Keywords: Nucleation techniques. Forest residue. Regenerative component.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa de localização do município de Otacílio Costa, SC e das áreas de estudo...	29
Figura 2 – A) Área Westarp; B) Vista parcial da área Westarp em Otacílio Costa, SC	30
Figura 3 – A) Área Lauro; B) Vista parcial da área Lauro em Otacílio Costa, SC	31
Figura 4 – Esquema da distribuição das parcelas nas áreas de estudo	33
Figura 5 – A e B) Amostras da transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo nas áreas experimentais	34
Figura 6 – A) Enleiramento de galharia na área Westarp; B) Galharia na área Lauro	35
Figura 7 – A) Esquema de implantação dos poleiros; B) Confecção de poleiros; C) Poleiro artificial na Westarp; D) Poleiro artificial na Lauro	35
Figura 8 – Modelo de distribuição das espécies nos núcleos: Aro: <i>S. terebinthifolius</i> ; Aro: <i>S. molle</i> ; Ari: <i>A. sylvatica</i> ; Ara: <i>P. cattleianum</i> ; Ingv: <i>I. vera</i> ; Gua: <i>C. xanthocarpa</i> ; Bra: <i>G. klotzschiana</i> ; Pit: <i>E. uniflora</i> ; Ingf: <i>I. marginata</i> ; Cha: <i>A. edulis</i> ; Tar: <i>V. megapotamica</i> ; Brac: <i>M. scabrella</i> ; B) Núcleo de Anderson implantado na área	37
Figura 9 – Parcada Regeneração Natural (A) Westarp e (B) Lauro	38
Figura 10 – Valores médios de resistência do solo à penetração na área do Lauro e Westarp.....	43
Figura 11 – Curvas de acumulação de espécies, usando método de rarefação por indivíduos, para as duas áreas em processo de recuperação no Município de Otacílio Costa, SC	49
Figura 12 – Análise de agrupamento (UPGMA) com base no índice de Bray-Curtis a partir de matriz binária, para os dados de abundância das espécies nas diferentes técnicas de nucleação nas áreas experimentais. W.TSS e L.TSS= Transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo; W.Gal e L.Gal= Galharia; W.Pol e L.Pol= Poleiro	50
Figura 13 – Diagrama de ordenação de parcelas e espécies (acima de 25 indivíduos) em duas áreas em processo de restauração em Otacílio Costa, SC, por meio da análise NMDS (escalonamento multidimensional não métrico)	51
Figura 14 – A e B) Área Lauro antes e após implantação das técnicas; C e D) Área Westarp antes e após implantação das técnicas	64
Figura 15 – Vestígios da fauna em cada técnica de recuperação nas áreas de estudo	65

Figura 16 – Vestígios encontrados nas áreas de estudo, A, B, C) fezes; D,E) pegadas; F, G) sementes; H) Pena; I) Pássaro na galharia; J,K,L) Pássaros nos poleiros	66
Figura 17 – Dendrograma obtido pela análise de agrupamento das espécies utilizadas em ambas as áreas de estudo	68
Figura 18 – Representação gráfica dos grupos de espécies, com seus respectivos centroides	71
Figura 19 – Porcentagem de sobrevivência das espécies arbóreas plantadas nos Núcleos de Anderson	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química do solo da área Westarp na profundidade de 0-20 cm	40
Tabela 2 – Resultados da análise química e física do substrato na área Lauro	41
Tabela 3 – Valores médios de resistência à penetração do solo na área Lauro e na área Westarp	44
Tabela 4 – Relação das espécies regenerantes nas técnicas nucleadoras de acordo com a FV=forma de vida (Arb=arbustivo; Hb=herbáceo; Arv=arbóreo); SD=síndrome de dispersão (Anemo=anemocoria; Auto=autocoria; Zoo=zoocoria); GD=Guilda de regeneração(P=pioneira; Si=secundária inicial; St=secundária tardia); L= número de indivíduos na Lauro; W= número de indivíduos na Westarp e IM=Índice Morisita	46
Tabela 5 – Parâmetros fitossociológicos para as técnicas de nucleação, galharias, poleiros e transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo na área Lauro. DA=densidade absoluta e FA=frequência absoluta	53
Tabela 6 – Lista de espécies que ocorreram nas técnicas nucleadoras na área Lauro com suas respectivas frequências (FR)	55
Tabela 7 – Parâmetros fitossociológicos para as parcelas de poleiros, galharias e transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo na área Westarp. DA=densidade absoluta e FA=frequência absoluta	56
Tabela 8 – Lista de espécies que ocorreram nas técnicas de recuperação na área Westarp com suas respectivas frequências (FR)	59
Tabela 9 – Parâmetros fitossociológicos para as parcelas de regeneração natural na área Lauro e Westarp. DA=densidade absoluta e FA=frequência absoluta	60
Tabela 10 – Classificação dos indivíduos regenerantes quanto à forma de vida, guilda de regeneração e síndrome de dispersão para as áreas de estudo	61
Tabela 11 – Diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equabilidade de Pielou (J) para cada técnica de recuperação	63
Tabela 12 – Coeficientes das funções discriminantes canônicas para as variáveis selecionadas	70
Tabela 13 – Percentagem de classificações corretas dos grupos formados	71

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	OBJETIVOS.....	20
1.1.1	Objetivo geral	20
1.1.2	Objetivos específicos.....	20
1.1.3	Hipóteses.....	20
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1	RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.....	21
2.2	MINERAÇÃO DE CASCALHO	23
2.3	NUCLEAÇÃO	24
2.3.1	Transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo	24
2.3.2	Enleiramento de galharia	25
2.3.3	Poleiro artificial	26
2.3.4	Plantio em núcleo de Anderson.....	26
2.4	RESÍDUO FLORESTAL EM PROJETOS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.....	26
2.5	INDICADORES DE AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO DE ÁREAS EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO	28
3	MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	29
3.2	ANÁLISES E TÉCNICAS REALIZADAS.....	31
3.2.1	Propriedades químicas do solo	31
3.2.2	Propriedades físicas do solo	32
3.2.3	Técnicas de nucleação	33
3.2.3.1	Amostragem das técnicas de nucleação.....	33
3.2.3.2	Transposição de serapilheira e banco de sementes do solo	33
3.2.3.3	Enleiramento de galharia	34
3.2.3.4	Poleiro artificial	35
3.2.3.5	Plantio em núcleo de Anderson	36
3.2.4	Regeneração Natural.....	38
3.2.4.1	Análise de dados dos indivíduos regenerantes	38
3.2.6	Custos de restauração	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1	ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO NA ÁREA WESTARP	40
4.2	ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS DO SOLO NA ÁREA LAURO	41

4.3	RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO (RP)	43
4.4	COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DAS TÉCNICAS NUCLEADORAS	45
4.5	PARÂMETROS FITOSSOCIOLOGICOS	52
4.5.1	Técnicas nucleadoras na área Lauro.....	52
4.5.2	Técnicas nucleadoras na área Westarp.....	55
4.5.3	Regeneração Natural	59
4.6	FORMA DE VIDA, GUILDA DE REGENERAÇÃO E SÍNDROME DE DISPERSÃO.....	61
4.7	ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER (H') E EQUABILIDADE DE PIELOU (J).....	62
4.8	VESTÍGIOS DA FAUNA NAS TÉCNICAS NUCLEADORAS	64
4.9	CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DO COLETO E ALTURA DE ESPÉCIES ARBÓREAS E TAXA DE SOBREVIVÊNCIA	67
4.10	CUSTOS DE RESTAURAÇÃO	73
5	CONCLUSÃO	75
6	RECOMENDAÇÕES E CONSIDERAÇÕES	76
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
	APÊNDICES.....	90

1 INTRODUÇÃO

A Floresta com Araucária, denominada como Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 2012), é uma das principais formações florestais da região Sul do Brasil, de grande importância ecológica, sendo o habitat de várias espécies de plantas e animais e exerce importantes funções ambientais, como a proteção do solo e recursos hídricos (RIBEIRO et al., 2009). Isto, entretanto, não foi suficiente para a sua preservação. Estima-se que esta se encontra altamente reduzida entre 1 a 2% de sua área original (RODE et al., 2011).

No Planalto Catarinense são vários os fatores que contribuem para a degradação desta tipologia florestal, dentre eles a mineração de cascalho. A extração de cascalho vem aumentando em decorrência do plantio de florestas que durante seu ciclo depende de uma rede de estradas pavimentadas para o tráfego intenso e pesado de máquinas e caminhões. No entanto, estudos sobre a recuperação de áreas degradadas pela mineração de cascalho no Planalto Sul Catarinense são escassos, provavelmente porque o impacto é pontual e de pequena extensão, com período de extração em longo prazo ou devido à práticas de atividades clandestinas, o que constitui um crime ambiental.

No âmbito legal a Constituição Federal de 1988 dispõe, em seu artigo 225, parágrafo 2º, que “aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão competente, na forma da lei” (BRASIL, 1988). Sendo assim, para exercer a atividade de mineração, os empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e do Relatório do Impacto Ambiental - RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente, o plano de recuperação de área degradada (PRAD) (BRASIL, 1989).

Uma das técnicas indicadas para restauração de áreas degradadas, por visar à redução dos custos de implantação sem comprometer a qualidade dos ecossistemas, é a nucleação, a qual tende a facilitar o processo sucessional natural utilizando núcleos de diversidade.

Após a implantação de um projeto de restauração deve-se implementar os indicadores de avaliação e monitoramento, os quais servem para detectar se o processo de sucessão necessita ou não sofrer intervenções, bem como concluir se o ambiente já apresenta condições de se auto-sustentar (MARTINS, 2009).

Diante destes fatores de degradação da Floresta Ombrófila Mista no Planalto Catarinense, destaca-se a importância de gerar conhecimento sobre a recuperação de áreas que foram degradadas pelo processo de extração de cascalho e fazer inferências sobre técnicas de

restauração que podem ser utilizadas nesses locais. Assim, estudos dos atributos do solo e da vegetação nas áreas a serem restauradas estão se tornando cada vez mais importantes para a manutenção e conservação da biodiversidade dos fragmentos florestais que ainda existem.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Este estudo teve a finalidade de avaliar técnicas de nucleação e a utilização de resíduo florestal na restauração de áreas degradadas pelo processo de extração de cascalho.

1.1.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, o trabalho tem o intuito de:

- Verificar o potencial de recuperação das áreas degradadas pelo processo de extração de cascalho por meio de técnicas nucleadoras: poleiros artificiais, enleiramento de galharias, transposição de serapilheira e banco de sementes do solo e plantio de mudas em núcleos de Anderson;
- Identificar e quantificar os indivíduos regenerantes nas técnicas de nucleação;
- Verificar o potencial de utilização do resíduo florestal em projetos de recuperação de áreas degradadas;
- Estimar os custos das técnicas nucleadoras de restauração.

1.1.3 Hipóteses

A partir da identificação dos objetivos traçados, este estudo está fundamentado nas seguintes hipóteses:

- As técnicas nucleadoras atraerão os agentes dispersores.
- Serão encontradas diferenças no desenvolvimento da vegetação na área com resíduo florestal e na área sem.
- As técnicas de restauração testadas aumentarão a diversidade de espécies vegetais ocorrentes nas áreas.
- Serão encontradas espécies adequadas para promover a restauração das áreas analisadas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Área degradada, segundo Parrota (1992), é aquela caracterizada por solos empobrecidos e erodidos, instabilidade hidrológica, produtividade primária e diversidade biológica reduzida. É aquela que sofreu, em algum grau, perturbações em sua integridade, sejam elas de natureza física, química ou biológica, comprometendo assim, a qualidade de vida dos seres humanos (NOFFS et al., 2000).

O conceito para área degradada está relacionado à redução de produtividade, devido a manejos agrícolas inadequados, à remoção da cobertura vegetal, ao uso excessivo de defensivo agrícola, à poluição e à perda dos horizontes superficiais do solo por causa da erosão ou da mineração, entre outros.

Deste modo, quando o ambiente não se recupera sozinho diz-se que este está degradado e necessita da intervenção humana. Mas, se o ambiente mantém a sua capacidade de regeneração (resiliência), diz-se que está perturbado e a intervenção humana poderá acelerar o processo de recuperação (CORRÊA, 2009). De acordo com Rondino (2005), a recuperação de áreas degradadas significa que o sítio degradado retornará a uma forma e uma utilização de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo.

Pretendendo nortear os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD'S a Lei Federal nº 9.985 de 18 de julho de 2000, define recuperação como “a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original” (BRASIL, 2000), independentemente da sua destinação futura. A recuperação de áreas degradadas está intimamente ligada à ciência da restauração ecológica. Um ecossistema é considerado recuperado e restaurado quando contém recursos bióticos e abióticos suficientes para continuar seu desenvolvimento sem auxílio ou subsídios adicionais (BRASIL, 2016).

O uso do termo restauração ecológica sempre gerou muita divergência e resistência no meio técnico-científico em virtude da interpretação de que restaurar significaria restabelecer no local um ecossistema exatamente idêntico ao que existia ali antes da degradação. Essa visão simplista de restauração ecológica tem restringido, por exemplo, o uso do termo em instrumentos legais, em razão da dificuldade de comprovar o cumprimento dessa condição.

Sendo assim, a restauração ecológica é um ramo recente da Ecologia que passou, nos últimos anos, por uma série de reflexões contextuais sobre o que é restaurar, trazendo consequências imediatas nas formas de definir e pensar a restauração ecológica (BRANCALION et al., 2015).

A Sociedade Internacional para a Restauração Ecológica (SER) define restauração ecológica como “o processo de auxiliar a recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído” (SER, 2004). Para Brancalion et al. (2015), restauração ecológica é o processo induzido de recuperação de ecossistemas alterados, que se fundamenta na adoção de intervenções humanas intencionais de recuperação para desencadear, facilitar ou acelerar a sucessão ecológica, que opera antes, durante e após essas intervenções de recuperação ecológica.

A restauração ecológica se diferencia das demais áreas do conhecimento dedicadas à recuperação de áreas degradadas principalmente em relação a sua meta geral, que é proporcionar o restabelecimento de um ecossistema nativo em toda a sua complexidade de composição, estrutura e funcionamento, sendo que esse restabelecimento passa a ser possível mas nem sempre é garantido. Assim, diferentes resultados podem ser atingidos para uma mesma situação inicial de degradação, cabendo ao profissional responsável pelo projeto a escolha dos métodos apropriados, dependendo dos objetivos inicialmente propostos (BRANCALION et al., 2015).

Passado esse período de maturação científica e de autoafirmação como uma nova linha de pesquisa e de práticas multidisciplinares e transdisciplinares, a Ecologia da restauração e a restauração ecológica conseguiram se firmar com grandes promessas e reverter e mitigar os inúmeros impactos ambientais resultantes das atividades antrópicas nos ecossistemas naturais.

Nas duas últimas décadas tem aumentado o interesse de pesquisadores e empresas dos setores de mineração, geração de energia e florestal na busca de novas alternativas de recuperação de áreas degradadas num contexto ecológico. Esta nova tendência da recuperação de áreas degradadas tem sido amplamente abordada em publicações no Brasil e no exterior (CHOI, 2004; MARTINS, 2007, 2009; MARTINS et al., 2007; RODRIGUES et al., 2007; VIEIRA; SCARIOT, 2006). No entanto, a restauração ainda necessita de muitos avanços para atingir a efetividade necessária.

2.2 MINERAÇÃO DE CASCALHO

Em algumas regiões do Estado de Santa Catarina, o aspecto geológico do substrato rochoso é constituído de rochas basálticas, cujo processo de intemperismo gera a formação de materiais comumente denominados “cascalhos”, dotados de ótimas propriedades para execução de revestimentos de estradas rurais, assim como de estruturas de pavimentos, entre outras aplicações rodoviárias (SANTA CATARINA, 2012).

O cascalho é considerado um agregado natural, pois são encontrados na forma particulada na natureza. Esses agregados ocupam papel de destaque entre os bens minerais mais importantes do País (SANTOS; CHAVES, 2007). Este mineral ocorre principalmente nos leitos de rios dos quais são extraídos por meio de dragagem; em planícies e terraços aluviais, de onde são extraídos por meio de desmonte hidráulico e/ou dragagem; e na forma de arenitos ou quartzitos, que formam platôs com escarpas, situação em que são extraídos por desmonte mecânico (FIESP, 2006).

Embora a mineração seja um dos setores básicos da economia do país, é considerada uma das atividades mais impactantes de acordo com Farias (2002), por contribuir para a alteração da superfície terrestre, ocasionando a remoção e movimentação profunda das camadas do solo, supressão da vegetação, perda da biodiversidade, recursos hídricos, alteração da paisagem e por dificultar a autorregeneração local (KOBAYAMA et al., 2001). A crescente demanda por esse mineral de construção atribui características peculiares ao processo de desenvolvimento das atividades de mineração que, por sua vez, ocasionam a abertura e fechamento de cavas de cascalho, que geram áreas de empréstimo degradadas (MARQUES, 2012).

No entanto, com a validação da Lei nº 11.428, em 22 de dezembro de 2006, verifica-se especial preocupação com a atividade minerária. Em seu artigo 32, a Lei trata da supressão de vegetação secundária em estágio avançado e médio de regeneração para fins de atividades minerárias, a qual somente será admitida mediante: a) licenciamento ambiental, condicionado à apresentação de Estudo Prévio de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental - EIA/Rima pelo empreendedor e desde que demonstrada a inexistência de alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto e b) adoção de medida compensatória que inclua a recuperação de área equivalente à área do empreendimento, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica e sempre que possível na mesma microbacia hidrográfica (BRASIL, 2006).

2.3 NUCLEAÇÃO

A nucleação é entendida como a capacidade de uma espécie em propiciar uma significativa melhoria nas qualidades ambientais, permitindo aumento da probabilidade de ocupação deste ambiente por outras espécies (YARRANTON; MORRISON, 1974). É a proposta de criar pequenos habitats (núcleos) dentro da área degradada de forma a induzir uma heterogeneidade ambiental, propiciando ambientes distintos no espaço e no tempo (SÃO PAULO, 2011).

Com o aparecimento de novos indivíduos nesses núcleos (expressão da regeneração natural) e com o crescimento desses regenerantes, espera-se que o núcleo se expanda gradativamente sobre a área degradada e que as espécies nativas, por fim, colonizem os trechos vazios desprovidos de regeneração, de acordo com o ritmo estabelecido pela intensidade dos processos ecológicos característicos da área. Como resultado desse processo, espera-se restaurar florestas com menores custos, uma vez que a nucleação se baseia em menores níveis de intervenção do homem no processo e maior aproveitamento dos processos naturais de regeneração (BRANCALION et al., 2015).

A nucleação pode ser estimulada por meio de várias técnicas como: a) transposição de serapilheira e do banco de semente do solo, para restituição de banco de sementes e biota do solo; b) formação de abrigos artificiais, por meio da transposição de galharia, para alimentação e abrigo de consumidores e de decompósitos (desencadeamento de cadeias tróficas), além da restituição de solo; c) transposição de chuva de sementes, para introdução de plantas regionais que frutificam em todos os meses do ano (manutenção de fauna) e de todas as formas de vida, visando promover fluxo gênico com as populações dos fragmentos mais próximos; d) poleiros artificiais ou naturais para atração de avifauna; f) semeadura direta e g) plantio de mudas de espécies arbóreas em grupos de Anderson, formando núcleos adensados para eliminação de gramíneas exóticas invasoras e facilitar a regeneração de espécies nativas (REIS et al., 2003; ZANINI; GANADE, 2005; REIS; KAGEYAMA, 2003; MARTINS et al., 2009; MARTINS, 2009).

2.3.1 Transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo

Pode-se dizer que o banco de sementes é um “depósito” de sementes de muitas espécies em estado de latência (HALL; SWAINE, 1980; DALLING et al., 1998). O banco de sementes é constituído tanto por sementes produzidas em determinada área quanto por

aqueelas transportadas de outros locais, sendo essas viáveis, em estado de dormência real ou imposta, presentes na superfície ou no interior do solo (FENNER, 1985).

É um componente de extrema importância na conservação de populações de plantas, participando de processos ecológicos, como o restabelecimento de comunidades após distúrbios e a manutenção da diversidade de espécies, entre outros (PUTZ, 1983; SWAINE; HALL, 1983; GARWOOD, 1989).

A serapilheira é outro importante componente do ecossistema florestal. Ela apresenta entradas e saídas, ou seja, recebe o material (folhas, ramos, frutos, sementes, cascas e flores) por meio da vegetação e esse material é decomposto para suprimento de nutrientes e matéria orgânica para o solo e raízes (MARTINS, 2009). A matéria orgânica do solo desempenha um papel fundamental na manutenção das funções do solo, dada a sua influência na estrutura e estabilidade do solo, retenção de água, biodiversidade e como fonte de nutrientes para as plantas. A quantificação da serapilheira, sua produção e decomposição é um dos indicadores utilizados na avaliação e monitoramento de florestas restauradas (ARATO et al., 2003; MARTINS, 2009).

2.3.2 Enleiramento de galharia

O enleiramento de galharia consiste na formação de pilhas de resíduo florestal ou agrícolas ou amontoados de pedras, dispostos a formar núcleos. Para as aves, as leiras servem de local de repouso, construção de ninhos e casa de pequenos animais, principalmente cupins e outros insetos que colonizam a madeira. A galharia torna-se um pequeno habitat e fornece proteção. Ela abriga vários animais, como pequenos mamíferos (roedores) e répteis, que se refugiam dos efeitos do sol, do vento e da dessecação, pois entre os galhos a umidade e a temperatura se mantêm mais estáveis. A tendência é que em curto prazo esses animais facilitem a chegada de sementes dos fragmentos vizinhos, contribuindo para a sucessão (SÃO PAULO, 2011).

As leiras podem rebrotar, fornecer matéria orgânica ao solo (gerada pela decomposição do material) e criar condições adequadas à germinação e crescimento de espécies mais adaptadas aos ambientes sombreados e úmidos. Entretanto, é preciso ter cuidado com o uso de galharia proveniente de poda em áreas urbanas com espécies exóticas, pois as sementes podem estar aderidas a este material e se tornarem contaminantes na área em restauração (SÃO PAULO, 2011).

2.3.3 Poleiro artificial

Os poleiros são estruturas que imitam galhos secos de árvores para a utilização da avifauna, como ponto de pouso e forrageamento, onde possam defecar ou regurgitar sementes, incrementando o banco de sementes e plântulas local (REIS et al., 2003).

Contudo, sem vegetação, não há mais ambientes para abrigo e alimentação dos animais dispersores e, com isso, eles deixam de visitar a área. A chegada de propágulos (sementes e frutos) é importante para a regeneração de um ambiente degradado. As aves e os morcegos são considerados os animais mais efetivos na dispersão, carregam consigo sementes de diferentes espécies e locais, auxiliando em uma maior chuva de sementes (SÃO PAULO, 2011).

2.3.4 Plantio em núcleo de Anderson

Essa técnica é baseada no modelo de plantios de mudas adensadas em grupos espaçados (ANDERSON, 1953). Os núcleos de Anderson comumente utilizados são formados com cinco, nove ou 13 mudas com espaçamento de 0,5 a 1 metro. As mudas centrais são beneficiadas no desenvolvimento em altura e as laterais no crescimento das ramificações. A importância dessa técnica está na escolha das plantas que formarão a nova comunidade e que possibilitarão resgatar a biodiversidade local.

Devem-se buscar espécies nativas, principalmente as que possuem forte interação com a fauna (espécies com frutos e sementes atrativas à fauna) e com funções nucleadoras (forrageiras, abrigo, fixadoras de nitrogênio, etc.). Também devem ser escolhidas espécies ameaçadas de extinção, de forma garantir a preservação da diversidade biológica local. As espécies plantadas em grupos tendem a competir entre si por recursos como água, nutrientes do solo, etc. Desta forma, os melhores indivíduos (mudas) serão selecionados naturalmente de acordo com as condições ambientais específicas para cada local (SÃO PAULO, 2011).

2.4 RESÍDUO FLORESTAL EM PROJETOS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

A geração de resíduos nos processos produtivos da indústria florestal é uma consequência inevitável e, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, as

empresas e indústrias têm a responsabilidade de gerenciar esses resíduos gerados nos mais diversos setores de produção (BRASIL, 2010).

Todo material orgânico resultante da exploração florestal, com exceção do fuste, é considerado como resíduo florestal (PULITO; ARTHUR JUNIOR, 2009). Os principais resíduos da indústria madeireira são: a) a serragem, originada da operação das serras, que pode chegar a 12% do volume total de matéria-prima; b) os cepilhos ou maravalhas gerados pelas plainas, que podem chegar a 20% do volume total de matéria-prima, nas indústrias de beneficiamento; c) a lenha ou cavacos, composta por costaneiras, aparas, refilos, cascas e outros, que pode chegar a 50% do volume total de matéria-prima, nas serrarias e laminadoras (HÜEBLIN, 2001).

As alternativas possíveis para a destinação dos resíduos de madeira são a compostagem, o uso como resíduo estruturante, a produção de energia, o uso como lenha, carvão vegetal, a produção de materiais diversos e de painéis (aglomerados, MDF, OSB e outros) ou ainda a produção de briquetes, produção de papel e como farinha de madeira (BONDUELLE et al., 2003).

Entretanto, não se utilizam integralmente esses resíduos devido aos grandes volumes gerados, sua localização descentralizada ou ainda às grandes distâncias dos centros consumidores, demandando altos custos de transporte. Por falta de uma destinação imediata, grandes quantidades desses resíduos são simplesmente empilhadas, permanecendo nessas pilhas por muitos anos e, atualmente, encontram-se em diversos estágios de decomposição (RECH, 2002).

No Planalto Catarinense os resíduos florestais oriundos do pátio de armazenamento de toras de madeira de uma empresa de papel e celulose estão sendo utilizados em áreas degradadas pela extração mineral de cascalho. Considerando a importância do aproveitamento dos resíduos florestais, o uso desse material insere-se como alternativa em projetos de restauração de áreas degradadas, visto que a matéria orgânica é um componente fundamental para produção de mudas. Dessa forma, estudos que tenham como proposta a análise do teor de nutrientes presentes na composição desses resíduos, são relevantes para o entendimento do desenvolvimento das espécies arbóreas, contudo, estudos dessa natureza não têm sido realizados na região e são fundamentais.

2.5 INDICADORES DE AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO DE ÁREAS EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO

A avaliação e o monitoramento de áreas em processo de restauração abrangem aspectos mais amplos do que apenas a avaliação puramente fisionômica da área restaurada, mesmo que periódica, que é o procedimento normalmente exigido pelos órgãos fiscalizadores e pelas entidades certificadoras. Os indicadores de restauração devem avaliar não só a recuperação visual da paisagem, mas também a reconstrução dos processos ecológicos, como a dispersão de sementes, restabelecimento da regeneração natural e fluxo gênico, mantenedores da dinâmica vegetal, de forma que áreas restauradas sejam sustentáveis no tempo e cumpram seu papel na conservação da biodiversidade remanescente (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004).

De acordo com Brancalion et al. (2015), os indicadores podem ser qualitativos ou quantitativos. Os qualitativos são obtidos de forma não mensurável, com base na observação. Os quantitativos se valem da mensuração de determinados parâmetros, tal como altura média dos indivíduos regenerantes, riqueza de diversidade de espécies e mortalidade.

Em relação à época em que o indicador é avaliado depende do estágio de maturação que a área em processo de restauração se encontra, pois determinados processos ecológicos só se expressarão na área em determinado período (BELLOTTO et al., 2009).

Para avaliação e monitoramento na fase de implantação, correspondente aos primeiros doze meses, sugere-se a divisão da fase de implantação em duas subfases: uma que abrange os três primeiros meses pós-plantio, quando avaliações são realizadas mensalmente, já que essa é uma fase crítica e que exige rápida tomada de decisão; e outra, em que avaliações passam a ser espaçadas. Nessa fase devem ser avaliados, entre outros, os seguintes indicadores: condições do solo/substrato, cobertura vegetal do solo, cobertura da área por gramíneas invasoras, profundidade da cova, identidade taxonômica, altura e cobertura dos indivíduos plantados ou regenerantes, taxa de mortalidade, índices de herbivoria, de deficiência de nutrientes das mudas ou regenerantes e densidade dos indivíduos plantados ou regenerantes (BRANCALION et al., 2015).

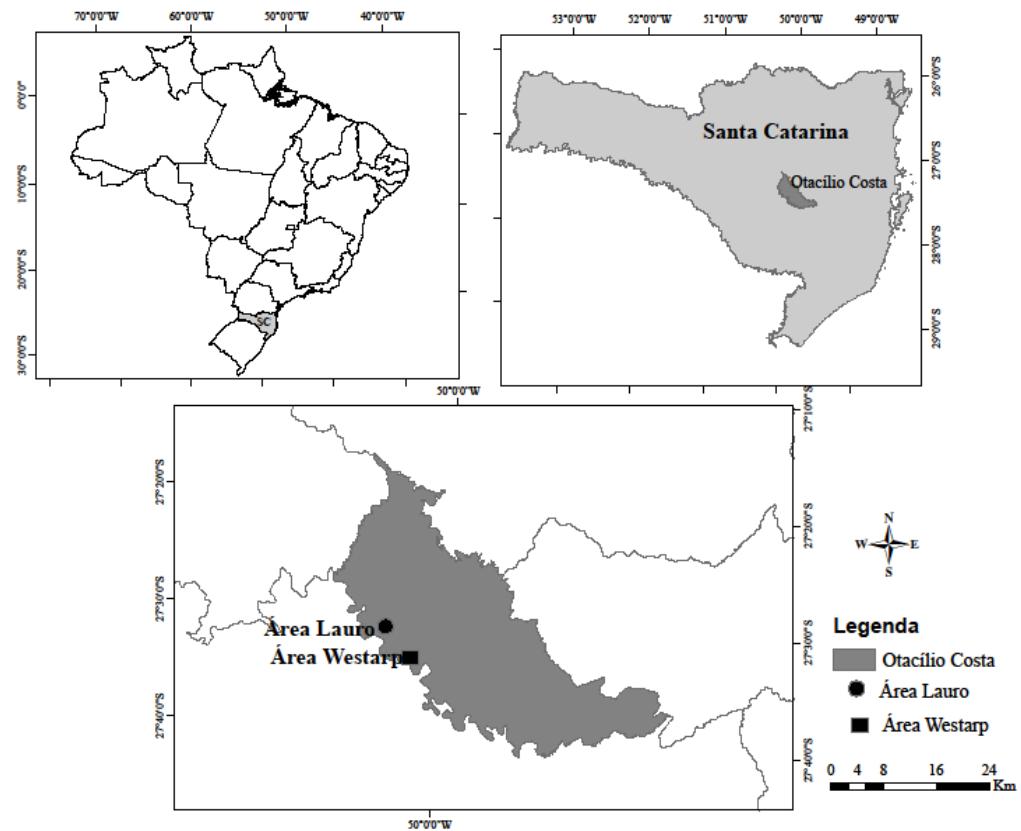
De acordo com esses mesmos autores, o universo de indicadores que podem ser avaliados em projetos de restauração é excessivamente extenso. Diante dessa complexidade de possíveis indicadores que podem ser avaliados dependendo do objetivo para o qual os resultados do monitoramento serão apresentados, esses indicadores devem ser escolhidos de forma a atender melhor esses quesitos e reduzir os custos associados ao processo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi conduzido em duas áreas degradadas pela exploração de cascalho pertencentes à Empresa Klabin S.A., denominadas Westarp e Lauro, localizadas no município de Otacílio Costa, SC (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização do município de Otacílio Costa, SC e das áreas de estudo



Fonte: Próprio autor, 2016.

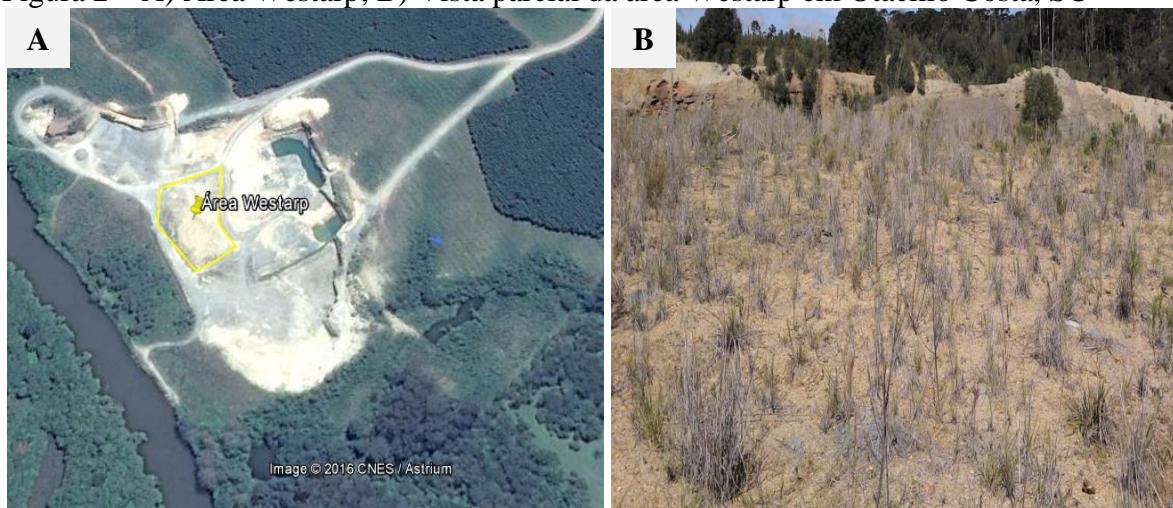
O clima na região, segundo Alvares et al. (2013), é classificado como “Cfb”, ou seja, clima temperado constantemente úmido, com verões frescos, não apresentando estação seca definida com temperatura média anual em torno de 17 °C. A precipitação pluviométrica total anual pode variar de 1.360 a 1.900 mm e a umidade relativa do ar varia de 80% a 83% (EPAGRI, 2002), com geadas frequentes.

O solo é classificado como Cambissolo Húmico Alumínico, considerado como solo pouco profundo ou raso, com cores de bruno escuro a bruno avermelhado, argiloso e com horizonte B incipiente (EMBRAPA, 2013), apresentam baixa fertilidade e alta pedregosidade.

A vegetação florestal predominante pertence à Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 2012). Atualmente, a vegetação natural remanescente na região de estudo é constituída por fragmentos florestais em diferentes estágios sucessionais, resultantes dos diversos processos de uso antrópico, como o pastoreio de bovinos e abertura de estradas.

A área experimental Westarp possui 300 m² e situa-se entre as coordenadas 27°32'13" S e 50°05'86" O em uma altitude de 840 metros e está localizada próxima a fragmentos de Floresta Ombrófila Mista e plantios de *Pinus* (Figura 2A). Esta área foi degradada em função da abertura de estradas para acessar a cascalheira e era utilizada para manobrar maquinários em virtude da mineração de cascalho para a pavimentação de estradas florestais. O solo é argiloso com presença intensa de fragmentos de rocha (cascalho, matação, etc) e compactação excessiva. A cobertura vegetal é composta por espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas, com a presença de diversas espécies de gramíneas, *Baccharis* sp. e *Mimosa scabrella* Benth (Figura 2B).

Figura 2 – A) Área Westarp; B) Vista parcial da área Westarp em Otacílio Costa, SC

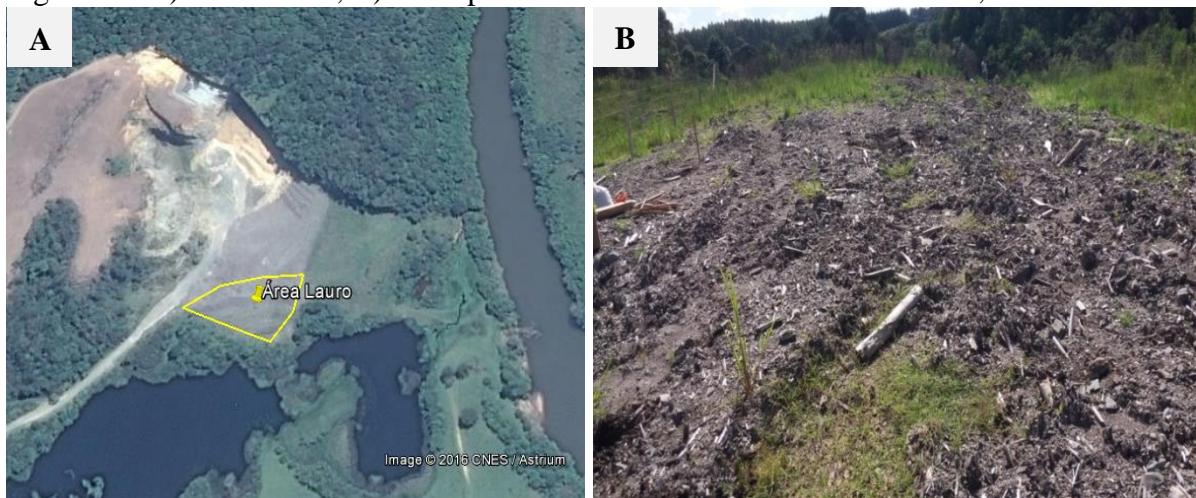


Fonte: Próprio autor, 2016.

A área experimental Lauro possui 200 m² e situa-se entre as coordenadas 27°31'36" S e 50°07'08" O e altitude de 848 metros, cuja adjacência é composta por fragmentos florestais (Figura 3A). Esta área foi degradada com o mesmo objetivo da área Westarp. Contudo, devido à remoção do solo superficial, no lugar deste foi depositado o resíduo florestal (Figura 3B). O resíduo de *Pinus* spp. provém do pátio de toras de madeira da empresa, é depositado em leiras e posteriormente espalhado e compactado com trator de esteira. Esse solo composto por resíduo florestal apresenta partículas de diversos tamanhos e com aumento da profundidade é úmido em decorrência do processo de decomposição desse material.

Por se tratar de uma área aberta, a cobertura vegetal é composta por espécies herbáceas, principalmente gramíneas.

Figura 3 – A) Área Lauro; B) Vista parcial da área Lauro em Otacílio Costa, SC



Fonte: Próprio autor, 2016.

3.2 ANÁLISES E TÉCNICAS REALIZADAS

3.2.1 Propriedades químicas do solo

Foram realizadas análises de caracterização química do solo para ambas as áreas. Porém os valores dos atributos químicos analisados na área Lauro foram superestimados e por essa razão, foi realizada a análise química para substrato para esta área. Em cada área foi realizado o caminhamento em *zig-zag*, no qual foram coletadas amostras de solo, com auxílio de uma pá reta, na profundidade de 0-20 cm em três pontos amostrais.

As amostras de solo coletadas na área Westarp foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas para a Universidade do Estado de Santa Catarina - Udesc, Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV, onde foram preparadas e submetidas à avaliações de ordem química no Laboratório de Levantamento e Análise Ambiental. Estas foram secas em estufa de 60°C, por 24 horas. Em seguida, foram destorroadas e moídas manualmente, passadas em peneira com abertura de malha 2 mm e posteriormente 1 mm, obtendo-se assim a terra fina seca ao ar (TFSA).

Foram determinados os atributos químicos pH em água, acidez potencial (H + Al), teores de matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn) (TEDESCO et al., 1995).

Na área Lauro as amostras para caracterização do substrato foram encaminhadas para o Laboratório de Substratos do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, conforme a Instrução Normativa nº 17 do MAPA (2007); Fermino (2003). Foram analisados o pH, condutividade elétrica e teor total de sais solúveis.

Para o conteúdo de matéria orgânica as amostras foram passadas em peneira de 8 mm, posteriormente pesou-se cerca de 10 g da amostra de substrato em um recipiente de porcelana, levando-o à estufa a 110°C por duas horas. Passado esse tempo, a amostra foi colocada em dessecador e após resfriar pesou-se a massa seca (ABREU et al., 2007). Esse procedimento foi realizado no Laboratório de Levantamento e Análise Ambiental da Udesc.

Os resultados das análises dos atributos químicos foram submetidos à análise exploratória dos dados por meio da estatística descritiva para obtenção da média e do desvio-padrão.

3.2.2 Propriedades físicas do solo

Na área Lauro foi determinado, pelo Laboratório de Substratos do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, os teores de densidade úmida, densidade seca, porosidade total e água facilmente disponível (MAPA, 2007; FERMINO, 2003).

A leitura de resistência à penetração do solo foi realizada em oito pontos amostrais, com nove repetições, até uma profundidade de 0-40 cm para Lauro e 0-20 cm para a Westarp com auxílio de um penetrômetro digital de esforço manual, modelo penetrolog PLG1020 da empresa Falker Automação Agrícola, totalizando 144 pontos amostrais. Cabe ressaltar que os oito pontos amostrais pertencem às parcelas onde foram implantados os núcleos de Anderson. Assim, para melhor interpretação dos resultados, esses pontos amostrais foram renomeados de N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7 e N8. Os resultados foram apresentados em valores médios para cada cinco centímetros de profundidade.

Dada a influência da umidade nas determinações de resistência do solo à penetração, no mesmo dia do ensaio amostras de solo foram coletadas em três pontos, na profundidade de 0-20 cm para Westarp e 0-40 cm para Lauro. Essas amostras foram acondicionadas em recipientes de alumínio e levadas ao laboratório, onde foi aferido por meio de uma balança analítica seu peso úmido. Em seguida as amostras foram colocadas em estufa, a uma temperatura de 105°C por 24 horas e posteriormente foi aferido o peso seco. A determinação

da umidade se deu pela diferença gravimétrica entre o peso úmido e o peso seco das amostras (EMBRAPA, 1997).

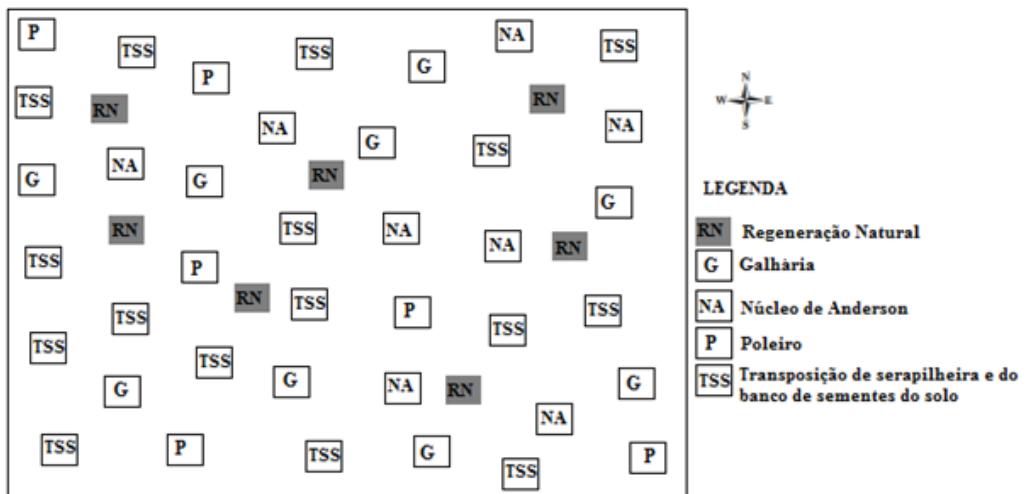
Os resultados foram analisados efetuando-se a análise de variância e o teste de Tukey, para comparação de médias, a 5% de probabilidade. A análise dos dados foi realizada no pacote estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Os gráficos foram desenvolvidos no aplicativo Microsoft Excel.

3.2.3 Técnicas de nucleação

3.2.3.1 Amostragem das técnicas de nucleação

O processo de amostragem compreendeu a implantação de 40 parcelas na área Westarp e 28 parcelas na área Lauro, compostas por diferentes técnicas nucleadoras: enleiramento de galharia, poleiro artificial, transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo e núcleo de Anderson, distanciadas aproximadamente 5 m no sentido norte, sul por 10 m no sentido leste, oeste (Figura 4). Também foi realizado o plantio de isolamento e demarcação de parcelas de regeneração natural.

Figura 4 – Esquema da distribuição das parcelas nas áreas de estudo



Fonte: Próprio autor, 2016.

3.2.3.2 Transposição de serapilheira e banco de sementes do solo

A coleta da serapilheira e do banco de sementes do solo (TSS) foi realizada em um fragmento florestal em estágio médio de sucessão, com base no levantamento florístico e

definição de Brasil (1994). Em função do tamanho da área experimental foram alocadas 22 parcelas de 3 m x 3 m, sendo 15 parcelas para a área Westarp e sete parcelas para a área Lauro, distanciadas a 5 m entre si. No centro de cada parcela foi lançado um gabarito de madeira com dimensão de 1 m x 1 m e coletada a serapilheira e o solo superficial a uma profundidade de 5 cm. As amostras foram recolhidas e acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas e levadas para preencher os núcleos de 1 m x 1 m (1,0 m²) delimitados nas áreas experimentais (Figura 5A).

Figura 5 – A e B) Amostras da transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo nas áreas experimentais



Fonte: Próprio autor, 2016.

A avaliação do experimento consistiu na identificação do número de plântulas que emergiram das amostras de solo nas parcelas de 1 m x 1m, trimestralmente, durante o período de 10 meses (janeiro de 2016 a outubro de 2016). Os indivíduos acima de 10 cm de foram identificados, contados e plaqueados no momento de cada avaliação (Figura 5B).

3.2.3.3 Enleiramento de galharia

Visto a grande produção de resíduos florestais da empresa, foram enleirados resíduos de colheita, especificamente ponteira de *Pinus* spp. e resíduos do pátio de madeira, dispostos em dez pilhas na Westarp (Figura 6A) e sete pilhas na Lauro (Figura 6B), com espaçamento de 1 m x 1 m e aproximadamente 0,50 m de altura.

A avaliação da técnica de enleiramento de galharia foi realizada mediante observação visual e registro fotográfico mensal do uso das leiras pela fauna. Nos casos em que não foi possível quantificar e qualificar a fauna de maneira direta, tanto visual como auditiva, os

registros foram realizados indiretamente pela presença de vestígios, como pegadas, fezes, sementes e penas. Também foram quantificadas, trimestralmente, todas as espécies emergentes sob e no entorno da galhada.

Figura 6 – A) Enleiramento de galharia na área Westarp; B) Galharia na área Lauro

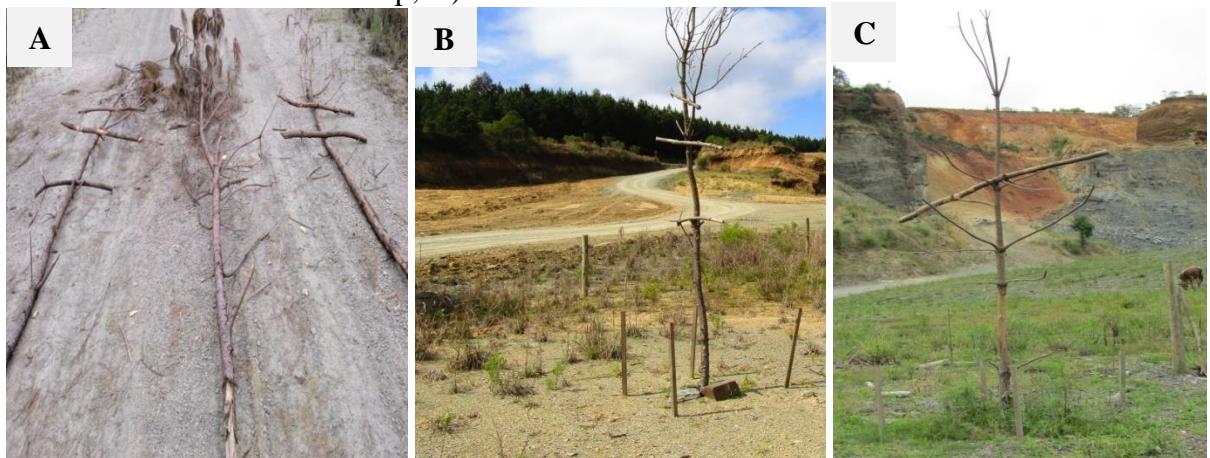


Fonte: Próprio autor, 2016.

3.2.3.4 Poleiro artificial

A fim de oferecer condições atrativas à avifauna para auxiliar no processo de recolonização da área, foram instalados, em parcelas de 1 m x 1 m, os poleiros artificiais construídos com varas de *Pinus* spp. medindo, aproximadamente, 2,5 m de altura (Figura 7A) em ambas as áreas (Figura 7B e 7C).

Figura 7 – A) Esquema de implantação dos poleiros; B) Confecção de poleiros; C) Poleiro artificial na Westarp; D) Poleiro artificial na Lauro



Fonte: Próprio autor, 2016.

A avaliação dessa técnica consistiu na observação visual e registro fotográfico mensal das aves e por meio dos vestígios: pegadas, fezes, sementes e penas. Também foram identificadas as espécies da regeneração natural emergentes sob o poleiro.

3.2.3.5 Plantio em núcleo de Anderson

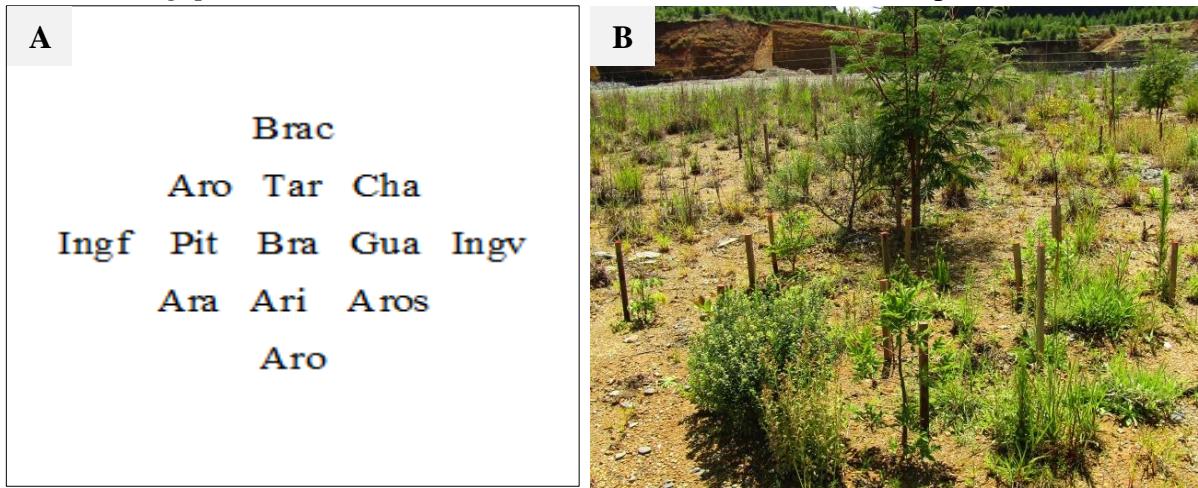
A seleção de espécies para o plantio buscou atender os seguintes critérios: i) levantamento florístico em fragmentos florestais próximos às áreas de instalação do experimento; ii) classificação sucessional em pioneiras, secundárias tardias e iniciais; iii) disponibilidade de mudas em viveiros da região; iv) potencial de cada espécie, como a capacidade de sobreviver em condições extremamente adversas, relacionada ao solo, frio e geadas e v) abrigo e alimento para fauna.

A amostragem dos núcleos de Anderson foi realizada em oito núcleos compostos de 13 mudas de 12 diferentes espécies altamente adensadas dentro do grupo. As espécies utilizadas foram *Schinus molle* L. e *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), *Annona sylvatica* A. St.-Hil. (Annonaceae), *Gymnanthes klotzschiana* Müll.Arg. (Euphorbiaceae), *Inga marginata* Willd., *Inga vera* Willd., *Mimosa scabrella* Benth. (Fabaceae), *Psidium cattleianum* Sabine., *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. e *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae), *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk (Sapindaceae) e *Vitex megapotamica* (Spreng.) Moldenke (Lamiaceae).

Ressalta-se a repetição de *S. terebinthifolius* nos núcleos, completando as 13 mudas, devido a suas características ecológicas e por não haver espécies pioneiras em viveiros florestais da região aptas às condições do local. Nas bordas de cada núcleo foram plantadas mudas de espécies pioneiras e no interior mudas de espécies secundárias iniciais e tardias, com espaçamento de 0,5 m entre plantas, totalizando 104 mudas por área (Figura 8A e 8B).

Precedendo o plantio das mudas foi realizada a abertura das covas de 30 cm x 30 cm x 30 cm de profundidade e aplicado 200 g de calcário dolomítico por cova para correção da acidez do solo, exceto na área Lauro. A adubação das mudas plantadas consistiu na aplicação de um litro de esterco bovino curtido mais adubação de base com fertilizante NPK na formulação 10:30:10 com 150g/planta. Passados 90 dias foi realizada uma nova adubação de base com mais 100g/planta do mesmo fertilizante.

Figura 8 – A) Modelo de distribuição das espécies nos núcleos: Aro: *S. terebinthifolius*; Aros: *S. molle*; Ari: *A. sylvatica*; Ara: *P. cattleianum*; Ingv: *I. vera*; Gua: *C. xanthocarpa*; Bra: *G. klotzschiana*; Pit: *E. uniflora*; Ingf: *I. marginata*; Cha: *A. edulis*; Tar: *V. megapotamica*; Brac: *M. scabrella*; B) Núcleo de Anderson implantado na área



Fonte: Próprio autor, 2016, adaptado de Anderson, 1953.

As variáveis de crescimento das mudas foram avaliadas por meio da mensuração da altura (H), com o auxílio de uma fita métrica (cm) e diâmetro do coleto (DC) com o auxílio de paquímetro (mm). As medidas foram tomadas mensalmente, durante o período de 12 meses.

Para as análises foi elaborada uma matriz de dados nas dimensões de 26 x 8, contendo 26 espécies e oito variáveis (DC mínimo, DC máximo, DC médio, Altura mínima, Altura máxima, Altura média, Incremento em DC e Incremento em Altura) para ambos os núcleos nas áreas experimentais. Posteriormente foi realizada uma Análise de Agrupamento e posterior Análise Discriminante.

Para a Análise de Agrupamento (Análise de Cluster) foi utilizado o método Hierárquico Aglomerativo, tendo a Distância Euclidiana como medida de similaridade/dissimilaridade e o Dendrograma elaborado pelo método de ligação Ward. A Análise Discriminante foi utilizada para obter funções discriminantes para classificar os grupos obtidos pela Análise de Cluster e testar a significância dos mesmos. Foi utilizado o Método Discriminante Linear de Fisher para várias populações. As análises foram realizadas pelo aplicativo SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), versão 20.0 (SPSS, 2014). Também foi calculada a taxa de sobrevivência das espécies.

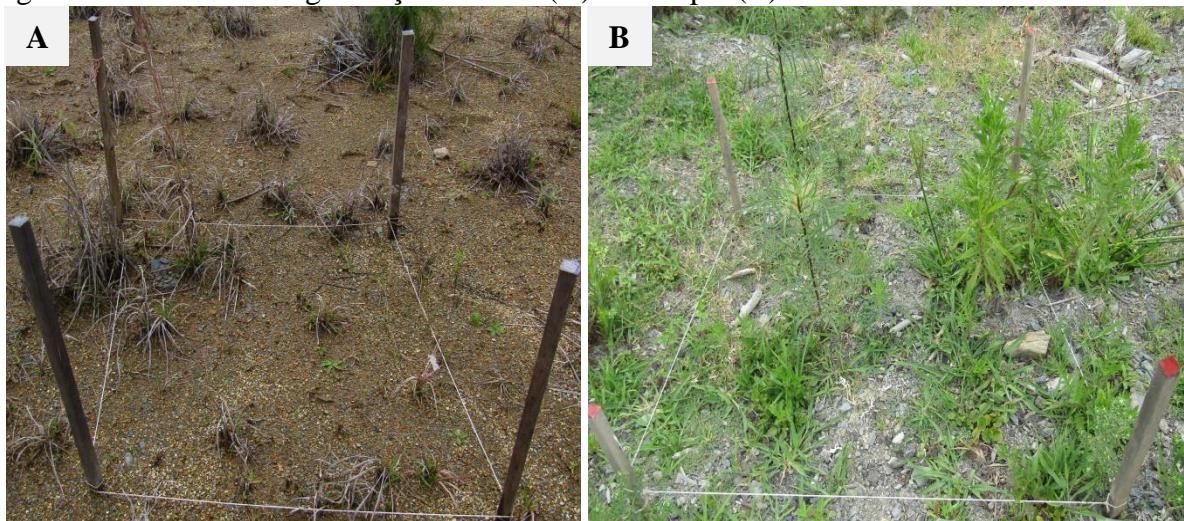
3.2.4 Regeneração Natural

Para o levantamento florístico da regeneração natural foram plotadas 14 parcelas de 1 m x 1 m (Figura 9A e 9B), sete em cada área, distribuídas aleatoriamente entre alguns núcleos. Considerou-se como regeneração natural os indivíduos com altura superior a 10 cm. As avaliações foram realizadas trimestralmente durante o período 10 meses (janeiro a outubro de 2016), em que todos os indivíduos amostrados foram plaqueados e identificados.

3.2.4.1 Análise de dados dos indivíduos regenerantes

Todos os indivíduos identificados foram classificados de acordo com a forma de vida, guilda de regeneração e síndrome de dispersão. As identificações foram feitas com base em coleções de herbários, Flora Digital do Rio Grande do Sul (FDRS, 2016), Sistema de Identificação Dendrológica Online (SIDOL, 2016) e consulta a especialistas. Para organização da lista florística em famílias, gêneros e espécies, juntamente com a grafia dos nomes científicos, foi consultado o sistema Angiosperm Phylogeny Group III (APG, 2009) e os bancos de dados eletrônicos da Lista de Espécies da Flora do Brasil (LFB, 2016). Os materiais botânicos testemunhos foram catalogados e incorporados ao Herbário Lages da Universidade do Estado de Santa Catarina (Lusc).

Figura 9 – Parcels of Natural Regeneration (A) Westarp and (B) Lauro



Fonte: Próprio autor, 2016.

O padrão de distribuição espacial para as espécies foi calculado pelo Índice de Morisita (KREBS, 1999). A estrutura horizontal da comunidade de espécies arbóreas foi avaliada por meio dos descritores fitossociológicos: Densidade (DA, DR) e frequência (FA,

FR), propostos por Mueller-Dombois; Ellemborg (1974). A avaliação de diversidade da composição florística foi feita pelo índice de Shannon-Wiener (H') e equabilidade de Pielou (J) (BROWER; ZAR, 1984).

A riqueza entre as áreas de estudo foi comparada por meio do método de rarefação. Para avaliar a similaridade florística-estrutural entre as técnicas de recuperação foi utilizado o método de Bray-Curtis (OKSANEN, et al., 2016), no qual foi gerada uma matriz de dissimilaridade, sendo o método de ligação UPMGA utilizado para a construção do dendrograma.

Também foi feita a ordenação das parcelas em função das características florístico-estruturais, realizada por meio da ordenação multivariada do tipo Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS). As análises dos dados foram realizadas no programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016) com o uso da biblioteca Vegan (OKSANEN et al., 2016) e por meio de planilha eletrônica.

3.2.6 Custos de restauração

Para determinação do custo das técnicas implantadas em 500 m² propostos neste trabalho, foram contabilizados os custos associados à mão de obra, insumos e máquinas e equipamentos. Todas as operações realizadas foram descritas em horas/homem tendo como base os custos regionais cobrados para estes serviços. As atividades de limpeza da área, coleta de solo para análise química e física, combate a formigas, abertura de covas para o plantio e correção do solo, adubação, plantio de mudas, coleta do banco de sementes do solo, irrigação e aplicação de herbicida foram realizadas manualmente. A depreciação dos equipamentos utilizados foi calculada com base em vida útil em horas (CONAB, 2010; BELTRÃO, 2009) e o resultado da estimativa dos custos foi transformado em hectare.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO NA ÁREA WESTARP

O valor médio expressado pelo pH em água encontrado para a área da Westarp foi de 5,0 (Tabela 1). Segundo Brasil (1973), Cambissolos Húmicos são naturalmente ácidos, com pH variando de 4,5 a 5,0 ao longo do perfil.

Tabela 1 – Composição química do solo da área Westarp na profundidade de 0-20 cm

	pH H ₂ O	MO	K	Ca	Mg	Al	P	Cu	Zn	Mn
Westarp	5,0	5,97	0,37	2,22	1,61	0,84	21,09	1,63	2,93	393
Desvio Padrão	0,12	1,17	0,06	1,11	0,45	0,18	13,02	0,51	0,48	162

Teores de pH, K, Ca, Mg, Al (Cmol_c kg⁻¹), Matéria orgânica= MO (g kg⁻¹), P, Cu, Zn, Mn (mg kg⁻¹).

O teor de matéria orgânica foi considerado alto quando comparado a outros trabalhos (JARENKOW; WAECHTER, 2001; HIGUCHI et al., 2012; MARCON et. al., 2014) (Tabela 1). Por se tratar de um solo de caráter húmico, este apresenta elevados teores de material orgânico e carbono orgânico acumulado no horizonte superficial, fato relacionado às baixas temperaturas e baixo pH, inibindo a atividade de micro-organismos decompositores (ABRÃO, 2011).

Os teores de Ca e Mg do presente estudo foram superiores aos obtidos por Marcon et al. (2014), em floresta nebulosa. Infere-se que a relação Ca/Mg está relacionada à deficiência de drenagem decorrente do tipo e da degradação do solo, pois em ambientes com a presença reduzida de vegetação a disponibilidade desses nutrientes é maior. Assim, os teores encontrados garantem condições para o crescimento e estabelecimento da vegetação e a restauração das funções ecológicas do solo. Observa-se também que o teor de Mg, apesar de ser alto, é menor do que o teor de Ca, isso ocorre devido a perda por lixiviação do Mg, que é normalmente maior (BISSANI; TEDESCO, 1995).

O baixo teor de Al³⁺ (Tabela 1), está associado ao tipo de solo e a alta disponibilidade de Mg, principal redutor dos efeitos tóxicos do Al³⁺. O teor de K foi considerado médio (Tabela 1), quando comparado ao valor de K do estudo de Abrão et al. (2015) em área de campo natural na profundidade de 5-20 cm. O médio teor de K encontrado no presente estudo provavelmente está relacionado ao deslocamento de K da fase sólida para a solução, devido aos teores elevados de Ca e Mg, o que pode favorecer perda de K por lixiviação.

O teor de P (Tabela 1) foi considerado alto segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004), que leva em consideração o teor de argila (19%) presente no solo para interpretar os valores de P. O alto teor de P pode ser explicado pelo alto teor de matéria orgânica.

Os micronutrientes Cu, Zn e Mn (Tabela 1) foram considerados altos, segundo os critérios estabelecidos pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004). A disponibilidade de Cu depende da adsorção das frações de argila e ao teor de MO, pois espera-se que quanto maior o teor de MO, maior seja o teor de Cu.

O alto valor de Zn pode ser explicado pela redução do pH do solo, fazendo com que ocorra a solubilização de hidróxidos de Zn, elevando os teores trocáveis e solúveis desse elemento (NACHTIGALL et al., 2009). A disponibilidade do Mn está relacionada aos teores dos cátions Ca e Mg. Além de que, em solos argilosos, a maior quantidade de Mn geralmente está adsorvida aos óxidos (SHUMAN, 1985).

4.2 ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS DO SOLO NA ÁREA LAURO

O pH observado na amostra do material orgânico coletado na área Lauro foi considerado ideal (Tabela 2), pois valores ideais de pH se enquadram em uma faixa entre 5,0 e 5,8 para substratos com predomínio de matéria orgânica (KÄMPF; FERMINO, 2000).

Tabela 2 – Resultados da análise química e física do substrato na área Lauro

	pH H ₂ O	CE dS m ⁻¹	MO%	PT%	AFD	DU	DSkg m ⁻³	TTSS
Lauro	5,66	0,40	38	68,37	3,82	849,01	478,64	0,12
Desvio Padrão	0,06	0,0	0,73	2,57	0,32	33,94	54,91	0,0

Condutividade elétrica=CE; matéria orgânica=MO; porosidade total=PT, água facilmente disponível=AFD; teor total de sais solúveis =TTSS; densidade úmida (DU); densidade seca (DS).

A salinidade, medida pela CE, expressa a quantidade de sais contida na solução aquosa do substrato (SONNEVELD, 2000), que foi considerada ideal (Tabela 2), ou seja, abaixo de 1,0 dS m⁻¹ como recomendada por Gonçalves et al. (2000). Resultados semelhantes foram verificados por Ludwig et al. (2014) em estudo sobre a caracterização física e química de substratos formulados com casca de pinus e terra de subsolo, com variações de CE entre 0,51 e 0,73 dS m⁻¹.

O teor de MO encontrado (Tabela 2) foi inferior ao encontrado por Kratz (2011) em estudo sobre substratos renováveis na produção de mudas florestais, o qual obteve para o

tratamento substrato comercial à base de casca de pinus 48,55% de matéria orgânica. A matéria orgânica é um dos componentes fundamentais dos substratos, cuja finalidade básica é aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes para as mudas (CARNEIRO, 1995). Trigueiro; Guerrini (2003) enfatizam que a matéria orgânica, além de propiciar o aumento na capacidade de retenção de água e nutrientes do substrato, propicia outras vantagens sobre o desenvolvimento vegetal, tais como redução na densidade aparente e global e aumento da porosidade do meio.

De acordo com Kämpf (2001), um substrato ideal deve apresentar um espaço poroso total que varia entre 75 a 90%, entretanto, o resultado verificado neste estudo para porosidade total foi inferior (Tabela 2). Isso pode estar relacionado à mistura de partículas de diversos tamanhos que pode diminuir a porosidade, em função do efeito cimentante que ocorre quando partículas de menor tamanho se encaixam nos espaços livres formados entre as partículas de maior tamanho. Tal problemática poderia ser solucionada pela adição de outros componentes, como casca de arroz carbonizada, fibra de coco e entre outros, junto à casca do resíduo para melhorar a porosidade.

Em experimento utilizando solo, lodo biológico (proveniente da ETE de uma fábrica de papel e celulose) e casca de pinus como substrato, Maia (1999) comprovou que a mistura desses componentes com casca de pinus melhorou a porosidade e a aeração do substrato. A porosidade é importante para o crescimento das mudas, visto que a elevada formação de raízes exige um alto fornecimento de oxigênio e uma rápida saída do gás carbônico formado, assim o substrato deve ser suficientemente poroso, para permitir trocas gasosas eficientes, evitando falta de ar para a respiração das raízes e para a atividade dos microrganismos no meio (KÄMPF, 2000).

Segundo Fermino (2003), o percentual de água facilmente disponível em substratos deve ser de 20 a 30%, para o bom desenvolvimento das plantas. A AFD para o presente estudo apresentou valor de 4% inferior aos valores da faixa recomendada (Tabela 2).

O resultado da densidade úmida foi de $849,01 \text{ kg m}^{-3}$ e o da densidade seca foi de $478,64 \text{ kg m}^{-3}$ considerada alta, pois, esse resultado está atrelado ao fato desse tipo de solo apresentarem alta densidade, devido ao tráfego de máquinas pesadas empregadas durante os processos de transporte, deposição e compactação e da composição do resíduo florestal.

O teor de sais solúveis (Tabela 2) encontrado denota, segundo Kämpf (2000), que a salinidade do substrato é classificada como baixa $< 1,0 \text{ kg m}^{-3}$ e se enquadra como adequada. Em estudo sobre método de análise para caracterização física de substratos de plantas,

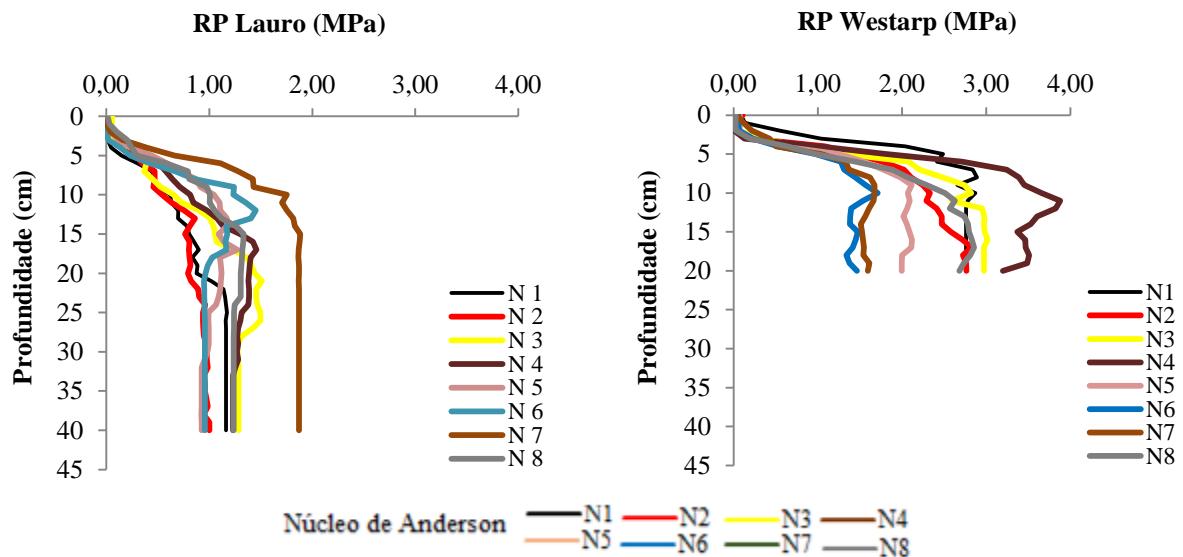
Fermino (2003) obteve para substrato comercial à base de casca de pinus altos valores de salinidade, com TTSS entre 2,00 e 2,6 kg m⁻³, contrastando com o resultado deste estudo.

4.3 RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO (RP)

A resistência à penetração está diretamente correlacionada com vários atributos e condição do solo, como textura, densidade, matéria orgânica e principalmente à umidade. Assim, no momento do ensaio a umidade era de 33% na profundidade de 0-20 cm na área Westarp e na área Lauro 73% para a profundidade de 0-20 cm e 81% para a profundidade de 20-40 cm.

Os valores de resistência à penetração encontrados para a área Lauro (Figura 10) estão abaixo do limite crítico de impedimento ao desenvolvimento radicular, o qual, conforme Greacen; Sands (1980) é de 2 Mpa, significando pouca limitação ao crescimento radicular.

Figura 10 – Valores médios de resistência do solo à penetração na área do Lauro e Westarp



Fonte: Próprio autor, 2016

Contudo, observa-se um gradiente crescente de resistência a penetração no solo da área Lauro com o aumento da profundidade, atingindo a máxima resistência na camada de 10-15 cm, principalmente para o tratamento N7, para os demais tratamentos houve variação e estabilização dos valores de resistência. Esse comportamento no solo está associado à forma de como o resíduo florestal foi depositado, com a utilização de máquinas pesadas, trafegando diversas vezes para o transporte, deposição e compactação do material e também à espessura desses resíduos.

Os valores médios de RP para área Westarp (Figura 10) foram superiores a 2 Mpa, os quais podem ser observados em todos os tratamentos, exceto N6 e N7, sendo este o limite considerado potencialmente crítico em que pode começar a haver interferência ao desenvolvimento normal radicular das plantas.

Em ambos os tratamentos para as duas áreas houve aumento da resistência à penetração do solo em todas as profundidades (Tabela 3). De forma geral, o aumento da compactação foi mais acentuado nas camadas mais profundas de solo.

Tabela 3 – Valores médios de resistência à penetração do solo na área Lauro e na área Westarp

Trat.	ÁREA LAURO							
	Profundidade (cm)							
	Resistência à Penetração do Solo – Mpa							
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40
N 1	0,04 b	0,47 b	0,72 b	0,87 b	1,12 ab	1,16 b	1,16 b	1,16 b
N 2	0,09 b	0,46 b	0,76 b	0,81 b	0,90 b	0,97 b	0,97 b	0,98 b
N 3	0,14 b	0,48 b	0,95 b	1,30 a	1,48 ab	1,28 b	1,27 b	1,28 b
N 4	0,14 b	0,65 b	1,06 b	1,41 a	1,37 ab	1,24 b	1,24 b	1,23 b
N 5	0,14 b	0,82 b	1,13 b	1,15 a	1,07 ab	0,93 b	0,93 b	0,93 b
N 6	0,06 b	0,88 b	1,31 ab	1,06 b	0,95 b	0,96 b	0,95 b	0,96 b
N 7	0,21 b	1,39 a	1,79 a	1,87 a	1,87 a	1,87 b	1,87 b	1,87 b
N 8	0,14 b	0,83 b	1,15 ab	1,32 a	1,28 ab	1,24 b	1,24 b	1,24 b
DP	0,05	0,31	0,34	0,34	0,32	0,30	0,30	0,30

ÁREA WESTARP				
Trat.	0-5	5-10	10-15	15-20
N 1	1,06 a	2,73 ab	2,76 abc	2,76 abcd
N 2	0,48 b	2,09 bc	2,44 abcd	2,76 abcd
N 3	0,42 b	2,46 abc	2,89 ab	2,98 ab
N 4	0,49 b	3,29 a	3,64 a	3,43 a
N 5	0,38 b	1,89 bc	2,06 bcd	2,04 bcd
N 6	0,32 b	1,46 c	1,43 d	1,41 d
N 7	0,39 b	1,53 c	1,57 d	1,56 cd
N 8	0,32 b	2,04 bc	2,70 abcd	2,78 abc
DP	0,24	0,62	0,73	0,72

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. DP=desvio padrão.

Entretanto, nota-se que a área Lauro apresentou RP a baixo de 2 MPa. Isto se deve ao fato de que em solo construído com resíduo florestal, a preservação da matéria orgânica é significativa, o que favorece a retenção do teor de água no solo. A mesma tendência foi observada por Carvalho et al. (2004) em um solo sob sistema agroflorestal com seis anos de implantação e cultivo intercalar, no qual obtiveram baixos valores de RP em todas as camadas

avaliadas, principalmente na superficial entre 0-10 cm e atribuíram esses resultados aos efeitos da incorporação de matéria orgânica ao solo.

No caso da área Westarp verificou-se que os valores mais significativos de resistência do solo à penetração ocorreram na profundidade de 10-15 cm e 15-20 cm (Tabela 3). Esse resultado pode ser consequência do tráfego de máquinas para acessar a cascalheira, as características do solo, o qual apresenta alta pedregosidade e argila e ausência de cobertura vegetal. Resultados semelhantes foram encontrados por Sampietro; Lopes (2011) em estudo sobre a compactação de um Cambissolo e Neossolo submetidos a diferentes intensidades de tráfego, no qual obtiveram que o incremento na resistência mecânica à penetração em ambos os solos estudados, ocorreu após as primeiras passadas de máquinas.

4.4 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DAS TÉCNICAS NUCLEADORAS

Nas técnicas nucleadoras das duas áreas experimentais no total foram identificados 3328 indivíduos regenerantes pertencentes a 85 espécies, reunidas em 19 famílias e 53 gêneros, distribuídos nos grupos, arbóreo, arbustivo e herbáceo. Dessas, 12 foram identificadas ao nível de gênero e 13 espécies não foram identificadas. As famílias de maior riqueza foram Poaceae (21 espécies), Asteraceae (18), Cyperaceae (seis), Fabaceae (quatro), Solanaceae, Rubiaceae e Iridaceae com três cada. Os gêneros com o maior número de espécies foram *Baccharis* com quatro espécies, além de *Solanum*, *Digitaria*, *Eragrostis*, *Sisyrinchium*, *Panicum* e *Paspalum*, com três espécies cada (Tabela 4).

As três primeiras famílias encontradas são características de ambientes antropizados de estágios iniciais de sucessão. Regensburger et al. (2008), em estudo sobre a integração de técnicas de solo, plantas e animais para recuperar áreas degradadas, verificaram que as famílias botânicas Poaceae e Asteraceae foram mais frequentes no levantamento florístico da regeneração natural.

Rech et al. (2015) ao estudar estabelecimento da vegetação arbórea em uma área de preservação permanente em processo de restauração, obtiveram para o componente jovem, a família Fabaceae como sendo a família de maior riqueza de espécies. A grande representatividade de Fabaceae e a reconhecida importância dessas espécies para o rápido estabelecimento, incorporação de fitomassa e fixação biológica de nitrogênio (ALMEIDA et al., 2009), apontam o grande potencial da família para a recuperação de áreas degradadas. Já a família Solanaceae é considerada um importante recurso alimentar, principalmente para os pássaros e morcegos frugívoros.

Tabela 4 – Relação das espécies regenerantes nas técnicas nucleadoras de acordo com a FV=forma de vida (Arb=arbustivo; Hb=herbáceo; Arv=arbóreo); SD=síndrome de dispersão (Anemo=anemocoria; Auto=autocoria; Zoo=zoocoria); GD=Guilda de regeneração (P=pioneira; Si=secundária inicial; St=secundária tardia); L= número de indivíduos na Lauro; W= número de indivíduos na Westarp e IM=Índice Morisita

FAMÍLIA / ESPÉCIE	FV	SD	GR	L	W	IM
APIACEAE						
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	Hb	Auto	Si	22	7	Agregada
<i>Cyclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Sprague	Hb	Anemo	P	41	0	Agregada
ASTERACEAE						
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	Hb	Anemo	P	0	171	Agregada
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Arb	Anemo	P	18	83	Agregada
<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	Arb	Anemo	Si	0	17	Agregada
<i>Baccharis uncinella</i> DC.	Arb	Anemo	P	17	98	Agregada
<i>Baccharis vulneraria</i> Baker.	Arb	Anemo	P	0	23	Agregada
<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Pol.	Hb	Anemo	St	3	0	*
<i>Chevreulia sarmentosa</i> (Pers.) Blake	Hb	Anemo	Si	28	14	Agregada
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Hb	Anemo	P	145	0	Agregada
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	Hb	Anemo	St	3	0	*
<i>Erechtites valerianifolius</i> (Wolf) DC	Hb	Anemo	P	41	22	Agregada
<i>Gamochaeta pensylvanica</i> (Willd.) Cabrera	Hb	Anemo	P	21	96	Agregada
<i>Gamochaeta stachydisfolia</i> (Lam.) Cabrera	Hb	Anemo	P	9	23	Agregada
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	Hb	Anemo	Si	36	13	Agregada
<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	Arb	Anemo	P	73	0	Agregada
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Hb	Anemo	P	19	0	Agregada
<i>Vernonia</i> sp.	Arb	Anemo	P	0	6	*
<i>Vernonanthura</i> sp.	Arb	Anemo	P	0	9	*
<i>Vernonanthura tweediana</i> (Baker) H.Rob.	Arb	Anemo	P	0	17	Agregada
COMMELINACEAE						
<i>Commelina</i> sp.	Hb	Nc	P	6	0	*
CYPERACEAE						
<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B.Clarke	Hb	Anemo	P	3	46	Agregada
<i>Cyperus odoratus</i> L.	Hb	Anemo	P	34	42	Agregada
<i>Cyperus rigens</i> C.Presl	Hb	Anemo	P	13	0	Agregada
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	Hb	Auto	P	14	21	Agregada
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	Hb	Auto	P	0	28	Agregada
<i>Rhynchospora barrosiana</i> Guagl.	Hb	Auto	P	8	0	*
EUPHORBIACEAE						
<i>Croton triqueter</i> Lam.	Arb	Auto	P	8	0	*
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Arv	Auto	Si	3	0	*
FABACEAE						
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	Hb	Zoo	Si	0	8	*
<i>Medicago lupulina</i> L.	Hb	Anemo	Si	10	0	Agregada
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	Arv	Auto	P	0	351	Agregada

Continua...

Tabela 4 – Cont...

FAMÍLIA / ESPÉCIE	FV	SD	GR	L	W	IM
<i>Trifolium polymorphum</i> Poir.	Hb	Auto	P	16	17	Agregada
HYMENOPHYLLACEAE						
<i>Trichomanes</i> sp.	Hb	Nc	Nc	2	0	*
IRIDACEAE						
<i>Sisyrinchium</i> sp.	Hb	Auto	P	8	24	Agregada
<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	Hb	Auto	P	8	0	*
<i>Sisyrinchium</i> cf. <i>vaginatum</i>	Hb	Anemo	P	12	0	Agregada
JUNCACEAE						
<i>Juncus microcephalus</i> Kunth	Hb	Auto	P	0	36	Agregada
LYTHRACEAE						
<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J.Macbr.	Hb	Zoo	Si	5	0	*
INDETERMINADA						
Indeterminadas	Nc	Nc	Nc	21	12	Agregada
MALVACEAE						
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Hb	Auto	Si	2	34	Agregada
<i>Sida</i> sp	Hb	Auto	Si	3	0	*
MELASTOMATACEAE						
<i>Leandra</i> sp.	Arb	Anemo	Si	0	30	Agregada
PLANTAGINACEAE						
<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	Hb	Zoo	P	33	0	Agregada
POACEAE						
<i>Andropogon bicornis</i> L.	Hb	Anemo	P	6	225	Agregada
<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	Hb	Anemo	P	3	28	Agregada
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Hb	Anemo	P	3	0	*
<i>Briza minor</i> L.	Hb	Anemo	P	10	0	Agregada
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Hb	Auto	P	32	47	Agregada
<i>Dichanthelium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark	Hb	Anemo	P	6	7	Agregada
<i>Digitaria</i> sp	Hb	Auto	P	0	21	Agregada
<i>Digitaria</i> sp1	Hb	Auto	P	51	7	Agregada
<i>Digitaria</i> sp2	Hb	Auto	P	10	11	Agregada
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Hb	Anemo	P	5	0	*
<i>Eragrostis polytricha</i> Nees	Hb	Auto	P	24	131	Agregada
<i>Eragrostis plana</i> Nees	Hb	Auto	P	9	63	Agregada
<i>Panicum</i> sp	Hb	Zoo	P	10	20	Agregada
<i>Panicum</i> sp1	Hb	Zoo	P	0	23	Agregada
<i>Panicum</i> sp2	Hb	Zoo	P	0	18	Agregada
<i>Paspalum mandiocanum</i> Trin.	Hb	Auto	P	7	55	Agregada
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	Hb	Auto	P	20	47	Agregada
<i>Paspalum</i> sp.	Hb	Auto	P	9	0	*
<i>Poa annua</i> L.	Hb	Anemo	P	4	0	*
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	Hb	Anemo	P	2	0	*
RUBIACEAE						
<i>Borreria latifolia</i> (Aubl.) K.Schum.	Hb	Anemo	P	2	0	*

Continua...

Tabela 4 – Cont...

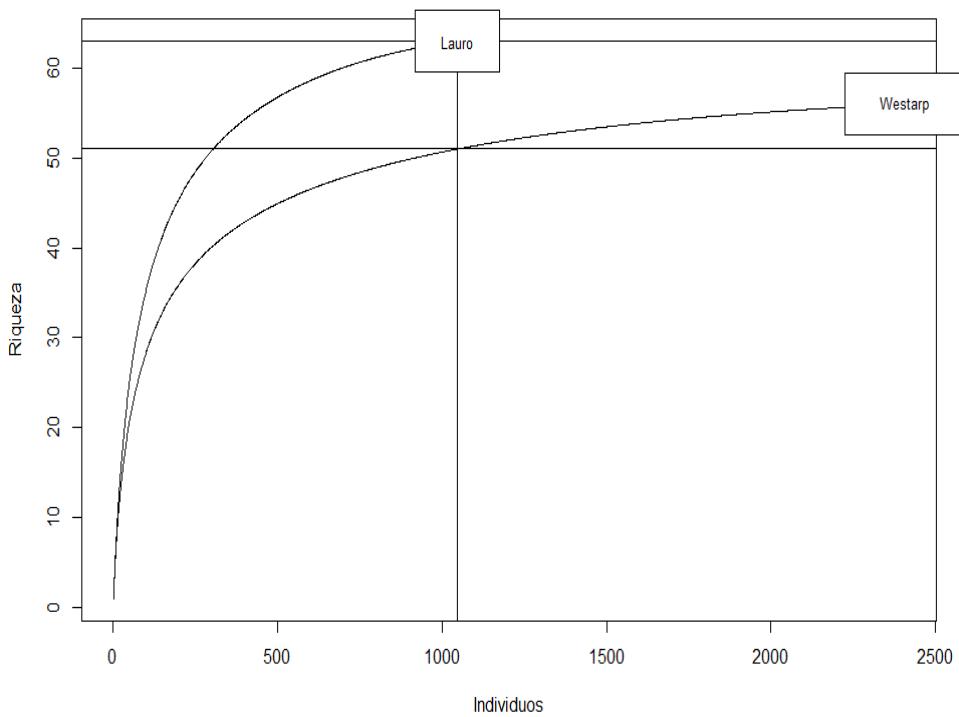
FAMÍLIA / ESPÉCIE	FV	SD	GR	L	W	IM
<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	Hb	Auto	P	66	268	Agregada
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Hb	Zoo	P	2	49	Agregada
RUTACEAE						
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Arv	Zoo	P	2	0	*
SOLANACEAE						
<i>Solanum americanum</i> Mill.	Arb	Zoo	P	29	0	Agregada
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Arb	Zoo	P	1	6	*
<i>Solanum viarum</i> Dunal	Arb	Zoo	P	12	9	Agregada
VERBENACEAE						
<i>Verbena litoralis</i> Kunth	Hb	Anemo	Si	13	13	Agregada
VIOLACEAE						
<i>Hybanthus communis</i> (A.St.-Hil.) Taub.	Hb	Auto	Si	0	9	*

*Espécies com menos de dez indivíduos

A classificação da distribuição espacial das espécies regenerantes foi obtida pelo índice de Morisita, demonstrando que as espécies apresentam uma distribuição espacial classificada como agregada (Tabela 4). Esse fato também foi verificado por Silvestre et al. (2012) em fragmento florestal de Floresta Ombrófila Mista no estado do Paraná, no qual aproximadamente 75% das espécies apresentam padrão de distribuição agregado. Na área Lauro, *Hypochaeris radicata* apresentou o maior e *Conyza bonariensis* o menor valor de índice de agrupamento. Na área Westarp, *Richardia brasiliensis* teve o maior e *Gamochaeta penylvanica* o menor índice de agrupamento. Esse tipo de distribuição agregado evidencia a heterogeneidade do ambiente e é consequência do estágio de renovação em que as áreas de estudo se encontram, no qual as espécies regenerantes ocorrem formando manchas com a alta densidade de indivíduos, sobretudo pela forte influência de clareira, ou seja, ausência de dossel ou por ser resultado do tipo de dispersão de sementes.

A comparação da riqueza de espécies resultante da curva de rarefação por indivíduos indicou forte diferença de riqueza entre as duas áreas (Figura 11). Na Lauro foram amostradas 63 espécies, enquanto que na Westarp foram levantadas 53 espécies. Essa maior riqueza de espécies encontrada na área Lauro pode ser um reflexo das características físicas do solo, como porosidade e retenção de água e a proximidade com outros fragmentos florestais, as quais possibilitam melhor expressão da vegetação.

Figura 11 – Curvas de acumulação de espécies, usando método de rarefação por indivíduos, para as duas áreas em processo de recuperação no Município de Otacílio Costa, SC



Fonte: Próprio autor, 2016.

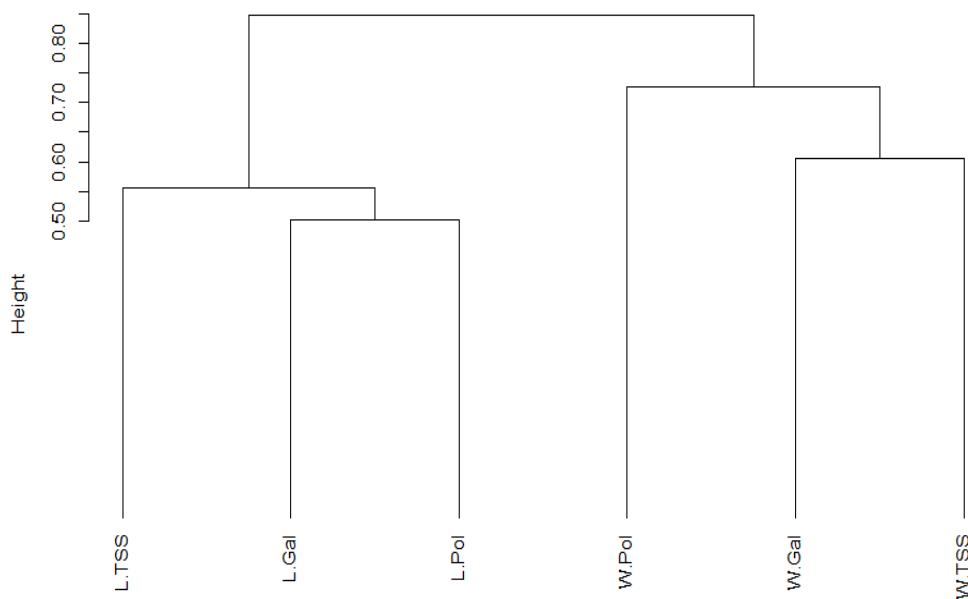
Na área Lauro as famílias de maior riqueza foram Poaceae (17 espécies), Asteraceae (12), Cyperaceae (cinco), Iridaceae e Solanaceae (três), Apiaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae e Rubiaceae (dois) e, as demais famílias, com uma espécie cada (Tabela 4). Os gêneros com o maior número de espécies foram *Solanum*, *Sisyrinchium* e *Digitaria* (três espécies) e *Andropogon*, *Cyperus*, *Baccharis*, *Gamochaeta*, *Sida* e *Paspalum* (dois cada).

Já na área Westarp as famílias de maior riqueza foram Poaceae (14 espécies), Asteraceae (13), Cyperaceae (quatro), Fabaceae (três), Rubiaceae e Solanaceae (dois) e, as demais famílias, com uma espécie cada. Os gêneros que se destacaram em relação ao número de espécie foram, *Baccharis* (quatro espécies), *Digitaria*, *Panicum* e *Paspalum* (três) (Tabela 4). O gênero *Baccharis* apresenta, em geral, espécies de caráter rústico e pioneiro que preferem áreas abertas ou florestas alteradas, em que existe maior incidência de luz, sugerindo assim o avanço da sucessão das áreas em processo inicial de restauração. Em estudo sobre a avaliação da restauração florestal de uma APP degradada, Rech et al. (2015) obtiveram o gênero *Baccharis* como o segundo gênero com maior riqueza de espécies.

Ao comparar as áreas de estudo foi possível observar, por meio da análise de agrupamento, dois grupos florísticos-estruturais distintos (Figura 12), com separação superior ao nível de 85% de dissimilaridade. A diferença florística ocorreu entre os locais e dentro dos

locais (técnicas). Assim, infere-se que as técnicas de nucleação tanto da área Westarp quanto da Lauro apresentam grande heterogeneidade florística. A menor distância florística ocorreu entre as técnicas enleiramento de galharias (L.Gal) e poleiros (L.Pol) com proximidade de 45% de dissimilaridade e transposição de serapilheira e banco de sementes do solo (W.TSS) com 55% de dissimilaridade. A maior heterogeneidade florística ocorreu para a técnica poleiros (W.Pol) com cerca de 75% de dissimilaridade.

Figura 12 – Análise de agrupamento (UPGMA) com base no índice de Bray-Curtis a partir de matriz binária, para os dados de abundância das espécies nas diferentes técnicas de nucleação nas áreas experimentais. W.TSS e L.TSS= Transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo; W.Gal e L.Gal= Galharia; W.Pol e L.Pol= Poleiro



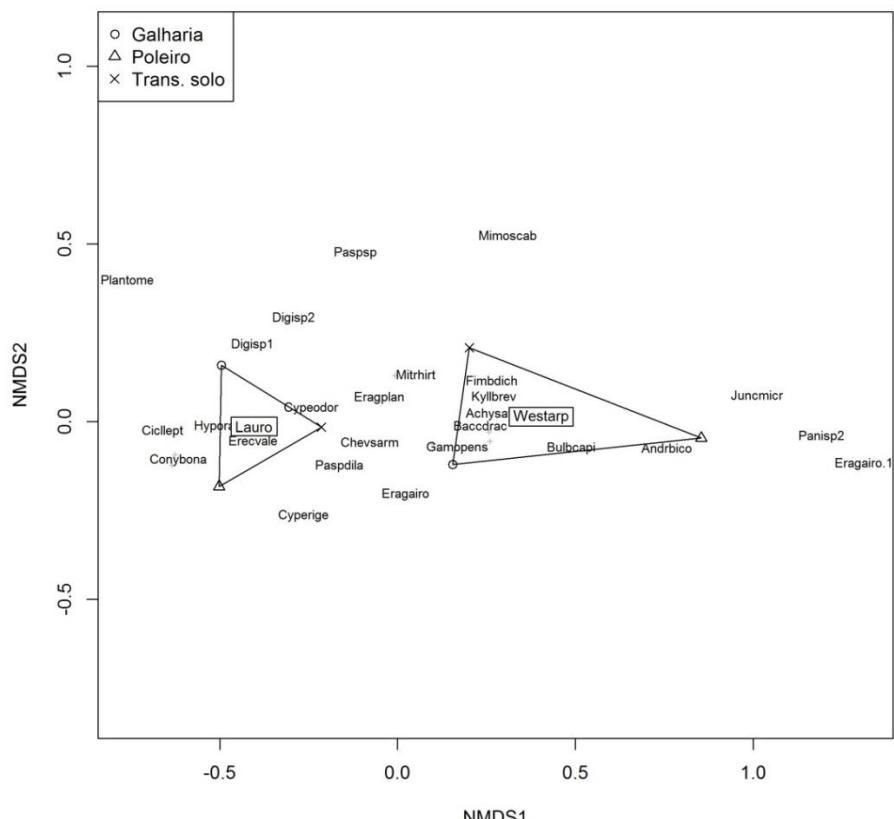
Fonte: Próprio autor, 2016.

Do ponto de vista vegetacional, W.Gal e W.TSS também são as mais similares, apresentando espécies herbáceas em comum, com destaque em número de indivíduos para *Mitracarpus hirtus*, *Achyrocline satureoides*, *Andropogon bicornis*, *Eragrostis plana* e *Gamochaeta pensylvanica*. Para L.Gal e L.Pol as espécies mais comuns foram *Conyza bonariensis*, *Senecio brasiliensis* e *Solanum americanum*.

Os padrões observados no dendrograma foram semelhantes aos produzidos pelo eixo da NMDS (Figura 13). O valor de *stress* da NMDS foi de 0,02%. É possível observar que os indivíduos regenerantes apresentaram diferenciação florístico e estrutural, com a distribuição das parcelas compostas por diferentes técnicas de nucleação para as duas áreas de estudo. Do

lado esquerdo na área Lauro o grupo de espécies associado ao poleiro foram *Conyza bonariensis*, *Hypochaeris radicata*, *Erechtites valerianifolius* e *Ciclospermum leptophyllum*, na galharia foi *Digitaria* sp1 e na transposição de serapilheira e banco de sementes do solo foi *Cyperus odoratus*.

Figura 13 – Diagrama de ordenação de parcelas e espécies (acima de 25 indivíduos) nas áreas Lauro e Westarp em processo de restauração em Otacílio Costa, SC, por meio da análise NMDS (escalonamento multidimensional não métrico)



Fonte: Próprio autor, 2016.

O grupo de espécies da área Westarp ordenado à direita esteve associado à galharia, poleiro e transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo. Destacaram-se as espécies, *Gamochaeta pensylvanica* e *Baccharis dracunculifolia* na galharia, *Andropogon bicornis* no poleiro e *Mimosa scabrella* na transposição de serapilheira e banco de sementes do solo.

O valor de *stress* da NMDS indica que os diagramas de ordenação construídos são altamente confiáveis para a interpretação ecológica. Como esse valor varia de 0 a 100%, o baixo valor encontrado demonstra um bom ajuste linear entre as distâncias euclidianas das projeções das parcelas na ordenação e a similaridade florístico-estrutural entre elas (BORCARD et al., 2011). Esse resultado confirma que a organização florístico-estrutural das

parcelas instaladas apresentou variação espacial, o que pode estar associado às características ambientais, como a matriz na qual estão inseridas as áreas de estudo, condições edáficas e estágio de conservação do fragmento florestal onde foram coletadas as amostras do banco de sementes do solo e, também, aos aspectos relacionados à ecologia, como a síndrome de dispersão.

4.5 PARÂMETROS FITOSSOCIOLOGICOS

4.5.1 Técnicas nucleadoras na área Lauro

Foram encontrados sob os poleiros artificiais 307 indivíduos, pertencentes a 11 famílias botânicas com 37 espécies (Tabela 5). A densidade relativa foi de 50 ind./m². As famílias mais representativas foram Asteraceae e Poaceae, com 12 e 10 espécies, respectivamente. Asteraceae e Poaceae são típicas em estudos com plantas daninhas (DUARTE et al., 2007), por apresentarem alta disseminação e elevada ocorrência em ambientes antropizados. Quanto ao número de indivíduos destacou-se a espécie *Conyza bonariensis* com 59 indivíduos amostrados. Conhecida popularmente por “buva” destaca-se por ser uma espécie ruderal e infestar áreas perturbadas.

Nas parcelas de galharias foram amostrados 418 indivíduos, pertencentes a 11 famílias e 31 espécies (Tabela 5). Obteve-se densidade de 56 ind./m². Com relação às famílias destacaram-se Asteraceae e Poaceae, ambas com nove espécies cada, perfazendo 48% dos indivíduos amostrados. Asteraceae foi representada principalmente por *C. bonariensis*, *H. radicata* e *S. brasiliensis*.

O total de sementes germinadas na transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo foi de 298 plântulas, pertencentes a 14 famílias botânicas e 37 espécies. A densidade absoluta foi de 43 ind./m² (Tabela 5). Resultados semelhantes foram encontrados por Tres et al. (2007) ao implantar poleiros artificiais e transposição de solo para a restauração nucleadora em áreas ciliares, no qual obtiveram um novo banco de sementes por meio da transposição com recrutamento de indivíduos de 13 famílias botânicas.

Tabela 5 – Parâmetros fitossociológicos para as técnicas de nucleação, galharias, poleiros e transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo na área Lauro. DA=densidade absoluta e FA=frequência absoluta

FAMÍLIA / ESPÉCIES	Poleiros		Galharias		TSS	
	DA	FA	DA	FA	DA	FA
APIACEAE						
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	1,83	50,0	0,57	13,6	0,86	42,8
<i>Cyclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Sprague	1,67	50,0	3,71	88,6	0,57	14,2
ASTERACEAE						
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	0,67	33,3	1,00	23,8	0,86	28,5
<i>Baccharis uncinella</i> DC.	1,00	33,3	0,71	17,1	0,86	28,5
<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Pol.	0,17	16,6	-	-	0,14	14,2
<i>Chevreulia sarmientosa</i> (Pers.) Blake	2,00	66,6	1,86	44,3	0,43	14,2
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	0,17	16,6	-	-	-	-
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	9,83	66,6	6,86	163,6	5,43	71,4
<i>Erechtites valerianifolius</i> (Wolf) DC	2,83	16,6	3,14	75,0	0,29	14,2
<i>Gamochaeta pensylvanica</i> (Willd.) Cabrera	1,67	33,3	0,57	13,6	-	-
<i>Gamochaeta stachydisfolia</i> (Lam.) Cabrera	1,50	50,0	-	-	-	-
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	1,33	33,3	0,43	10,23	3,57	42,8
<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	4,67	50,0	5,29	126,1	1,00	28,5
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	0,17	16,6	2,29	54,5	1,00	42,8
COMMELINACEAE						
<i>Commelina</i> sp.	0,50	16,6	-	-	0,29	14,2
CYPERACEAE						
<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B.Clarke	0,17	16,6	-	-	0,14	14,2
<i>Cyperus odoratus</i> L.	0,67	16,6	3,00	71,6	1,29	42,8
<i>Cyperus rigens</i> C.Presl	1,00	33,3	-	-	1,00	14,2
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	-	-	1,57	37,5	0,43	14,2
EUPHORBIACEAE						
<i>Croton triqueter</i>	-	-	-	-	1,14	42,86
<i>Sapium glandulosum</i>	-	-	-	-	0,29	14,29
FABACEAE						
<i>Medicago lupulina</i> L.	0,67	33,3	0,86	20,4	-	-
<i>Trifolium polymorphum</i> Poir.	1,33	33,3	-	-	1,14	42,8
HYMENOPHYLLACEAE						
<i>Trichomanes</i> sp.	-	-	0,29	6,82	-	-
IRIDACEAE						
<i>Sisyrinchium</i> sp.	1,33	33,3	-	-	-	-
<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	-	-	1,14	27,2	-	-
<i>Sisyrinchium</i> cf. <i>vaginatum</i>	-	-	1,29	30,6	0,43	14,2
LYTHRACEAE						
<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J. Macbr	-	-	-	-	0,71	28,5
MALVACEAE						
<i>Sida rhombifolia</i> L.	0,33	16,6	-	-	0,43	28,5
PLANTAGINACEAE						
<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	-	-	4,57	109,1	0,14	14,2

Continua...

Tabela 5 – Cont...

FAMÍLIA / ESPÉCIES	Poleiros		Galharias		TSS	
	DA	FA	DA	FA	DA	FA
POACEAE						
<i>Andropogon bicornis</i> L.	0,33	16,6	0,29	6,82	-	-
<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	-	-	-	-	0,29	14,2
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	-	-	0,43	10,2	-	-
<i>Briza minor</i> L.	-	-	-	-	1,43	14,2
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	1,67	83,3	1,86	44,3	1,29	42,8
<i>Dichanthelium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark	1,00	16,6	-	-	-	-
<i>Digitaria</i> sp1	-	-	4,86	115,9	2,43	57,1
<i>Digitaria</i> sp2	-	-	1,00	23,8	0,43	14,2
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	0,83	33,3	-	-	-	-
<i>Eragrostis polytricha</i> Nees	0,33	16,6	0,14	3,41	3,00	71,4
<i>Eragrostis plana</i> Nees	0,17	16,6	1,14	27,2	2,57	71,4
<i>Panicum</i> sp	0,50	16,6	-	-	1,00	14,2
<i>Paspalum mandiocanum</i> Trin.	-	-	1,00	23,8	0,29	14,2
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	3,33	16,6	-	-	-	-
<i>Paspalum</i> sp.	-	-	1,29	30,6	-	-
<i>Poa annua</i> L.	0,67	16,6	-	-	-	-
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	0,33	16,6	-	-	-	-
RUBIACEAE						
<i>Borreria latifolia</i> (Aubl.) K.Schum.	0,33	16,6	-	-	-	-
<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	1,83	33,3	2,14	51,1	5,71	71,4
RUTACEAE						
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	-	-	-	-	0,29	14,2
SOLANACEAE						
<i>Solanum americanum</i> Mill.	2,33	66,6	1,43	34,1	0,71	14,2
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	-	-	-	-	0,14	14,2
<i>Solanum viarum</i> Dunal	0,50	16,6	0,57	13,6	0,86	57,1
VERBENACEAE						
<i>Verbena litoralis</i> Kunth	0,83	33,3	1,14	27,2	-	-

As famílias botânicas que se destacaram em nível de riqueza de espécies foram Asteraceae com 10 espécies, Poaceae com oito e Cyperaceae com cinco. Com relação ao número de indivíduos, as famílias botânicas com maior destaque foram Asteraceae (106 indivíduos), seguida da Poaceae (69) e Rubiaceae (40 indivíduos) e, em conjunto, representam 72% das plântulas amostradas.

Na área Lauro 16 espécies ocorreram em todas as técnicas nucleadoras, destas, quatro apresentaram os maiores valores de frequência, duas pertencem à família Asteraceae, seguida da Poaceae e Rubiaceae com uma cada (Tabela 6). *C. bonariensis* é uma das espécies com

maior plasticidade nas técnicas de recuperação, sendo encontrados 48 indivíduos nas galharias, 59 indivíduos nos poleiros e 38 indivíduos na transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo. No Sul do Brasil a buva é conhecida como planta de inverno e verão, ruderal de sucessão primária altamente prolífera que se estabelece em áreas perturbadas e toleram a falta de água. Apesar do seu poder de infestação, na área de estudo ela não é considerada uma espécie invasora.

Tabela 6 – Lista de espécies que mais ocorreram nas técnicas nucleadoras na área Lauro com suas respectivas frequências (FR)

Família	Espécies	Poleiro	Galharia	TSS
		FR	FR	FR
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i>	5,56	11,48	6,25
Asteraceae	<i>Senecio brasiliensis</i>	4,17	8,85	3,75
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	6,94	3,11	6,25
Rubiaceae	<i>Mitracarpus hirtus</i>	2,70	3,59	6,25

4.5.2 Técnicas nucleadoras na área Westarp

Nas parcelas compostas pelos poleiros foram amostrados 430 indivíduos, pertencentes a cinco famílias e 18 espécies, cuja densidade absoluta encontrada foi de 61 ind./m² (Tabela 7). As espécies com maior valor de densidade e frequência foram *Andropogon bicornis* (Poaceae), *Eragrostis polytricha* (Poaceae), *Baccharis uncinella* (Asteraceae) e *Juncus microcephalus* (Juncaceae). Esse resultado está associado ao fato dessas espécies apresentarem maior sucesso e adaptação para se desenvolver em ambientes antropizados nas fases iniciais da sucessão ecológica secundária. Ronchi (2013), em estudo sobre a restauração de uma área degradada com a utilização de poleiros secos como modelo de nucleação, obteve para a espécie *Andropogon bicornis* 722 sem./m².

Nas parcelas de galharias a densidade absoluta foi de 79 ind./m² (Tabela 7), destacando *Achyrocline satureioides* (Asteraceae), *Andropogon bicornis* (Poaceae), *Eragrostis polytricha* (Poaceae), *Gamochaeta pensylvanica* (Asteraceae) e *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae).

Tabela 7 – Parâmetros fitossociológicos para as parcelas de poleiros, galharias e transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo na área Westarp. DA=densidade absoluta e FA=frequência absoluta

FAMÍLIA / ESPÉCIE	Poleiros		Galharias		TSS	
	DA	FA	DA	FA	DA	FA
APIACEAE						
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	-	-	0,30	10,0	0,20	6,7
ASTERACEAE						
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	-	-	11,2	80,0	3,87	60,0
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	1,43	57,1	4,40	80,0	1,93	6,7
<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	0,57	14,2	0,70	50,0	0,33	13,3
<i>Baccharis uncinella</i> DC.	3,14	42,8	3,80	90,0	2,53	20,0
<i>Baccharis</i> cf. <i>vulneraria</i> Baker	0,57	57,1	1,20	60,0	0,40	66,7
<i>Chevreulia sarmentosa</i> (Pers.) Blake	0,29	14,2	0,50	10,0	0,40	0,67
<i>Erechtites valerianifolius</i> (Wolf) DC	-	-	1,50	30,0	0,47	13,3
<i>Gamochaeta pensylvanica</i> (Willd.) Cabrera	2,14	57,1	5,40	90,0	1,80	33,3
<i>Gamochaeta stachyifolia</i> (Lam.) Cabrera	-	-	0,80	20,0	0,93	13,3
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	0,29	14,2	1,00	10,0	-	-
<i>Vernonia</i> sp.	-	-	-	-	0,27	6,7
<i>Vernonanthura</i> sp.	-	-	-	-	0,60	26,7
<i>Vernonanthura tweediana</i> (Baker) H.Rob.	-	-	1,70	40,0	-	-
CYPERACEAE						
<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B.Clarke	2,14	42,8	2,00	50,0	0,73	13,3
<i>Cyperus odoratus</i> L.	-	-	2,20	50,0	1,33	13,3
<i>Cyperus rigens</i> C.Presl	-	-	0,40	10,0	-	-
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	1,14	14,2	0,20	40,0	0,67	13,3
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	-	-	2,20	30,0	1,00	80,0
EUPHORBIACEAE						
<i>Croton triqueter</i> Lam.	-	-	-	-	0,13	6,70
FABACEAE						
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	-	-	0,30	20,0	0,20	6,7
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	-	-	-	-	23,4	80,0
<i>Trifolium polymorphum</i> Poir.	-	-	1,60	10,0	-	-
IRIDACEA						
<i>Sisyrinchium</i> sp.	-	-	-	-	1,53	13,3
JUNCACEAE						
<i>Juncus microcephalus</i> Kunth	3,14	42,8	-	-	1,00	26,7
LYTHRACEAE						
<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J. Macbr.	-	-	-	-	0,73	26,7
MALVACEAE						
<i>Sida rhombifolia</i> L.	-	-	-	-	2,27	13,3
MELASTOMATACEAE						
<i>Leandra</i> sp.	-	-	3,00	10,0	-	-
POACEAE						
<i>Andropogon bicornis</i> L.	26,1	85,7	10,3	90,0	2,60	33,3
<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	-	-	-	-	2,00	20,0
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	2,43	57,1	2,00	70,0	0,60	20,0

Continua...

Tabela 7 – Cont...

FAMÍLIA / ESPÉCIE	Poleiros		Galharias		TSS	
	DA	FA	DA	FA	DA	FA
<i>Dichanthelium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark	0,57	14,2	-	-	-	-
<i>Digitaria</i> sp	2,86	57,1	-	-	-	-
<i>Digitaria</i> sp1	-	-	-	-	0,40	6,7
<i>Digitaria</i> sp2	-	-	-	-	0,73	26,7
<i>Eragrostis polytricha</i> Nees	9,00	28,5	6,80	20,0	-	-
<i>Eragrostis plana</i> Nees	-	-	3,40	60,0	1,93	46,7
<i>Panicum</i> sp	-	-	2,00	30,0	1,80	13,3
<i>Panicum</i> sp1	2,00	28,5	-	-	0,60	13,3
<i>Panicum</i> sp2	2,29	57,1	-	-	0,13	13,3
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	-	-	1,50	60,0	2,13	33,3
<i>Paspalum mandiocanum</i> Trin.	-	-	2,60	40,0	1,93	33,3
RUBIACEAE	1,29	28,5	0,70	30,0	16,80	73,3
<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	-	-	2,90	20,0	1,33	13,3
SOLANACEAE						
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	-	-	-	-	0,33	6,7
<i>Solanum viarum</i> Dunal	-	-	-	-	0,60	6,7
VERBENACEAE						
<i>Verbena litoralis</i> Kunth	-	-	1,30	10,0	-	-
VIOLACEAE						
<i>Hybanthus communis</i> (A.St.-Hil.) Taub.	-	-	-	-	0,60	13,3

De um total de oito famílias identificadas nas galharias, a família Asteraceae contribuiu com 38% das espécies, enquanto que, para a Poaceae, a contribuição foi de 24% das espécies. Estes resultados se assemelham aos obtidos por Oliveira (2013), que de um total de 12 famílias identificadas nas galharias, a família Poaceae contribuiu com 37% das espécies seguida da Asteraceae com a contribuição de 27%.

Para a transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo foram encontrados 1187 indivíduos, pertencentes a 13 famílias e 39 espécies. A densidade absoluta foi de 81 ind./m², cujas famílias mais significativas foram, Asteraceae e Poaceae (Tabela 7). Em estudo sobre avaliação do potencial da transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas, Rodrigues et al. (2010), obtiveram maior densidade de plântulas para o tratamento da serapilheira juntamente com o banco de sementes do solo.

Dos indivíduos representativos em termos de densidade absoluta destacaram-se, *Mimosa scabrella* (Fabaceae), *Mitracarpus hirtus* (Rubiaceae) e *Achyrocline satureioides* (Asteraceae). *M. scabrella* se destaca por ser uma espécie de estágio inicial de sucessão, apresentando altas taxas de incremento, interações com micro-organismos do solo (bactérias

fixadoras de nitrogênio e micorrizas), insetos como, cochonilhas, formigas, abelhas, serradores e vertebrados, pássaros e roedores (REIS; KAGEYAMA, 2003), além de contribuir com elevada produção de biomassa foliar. Além do que, espécies arbóreas pioneiras são comumente encontradas em maiores densidades no banco de sementes do solo, devido as suas características de grande produção de sementes e eficiente dispersão e dormência das sementes (DALLING, 2002).

Encontrada desde o nível do mar até 1500 m de altitude, *M. hirtus* é uma planta heliófita até esciófita e não apresenta grandes preferências por condições físicas de solo. Habita margens de caminhos, capoeiras, orla de matas e áreas de cultivo e pastagens (SOUZA, 2010). Enquanto que a espécie *Achyrocline satureioides* além do potencial medicinal é planta invasora colonizadora de áreas abandonadas.

Apenas nove espécies apresentaram ampla plasticidade, ocorrendo em todas as técnicas na área de estudo, destas cinco foram mais significativas (Tabela 8). A família mais representativa foi a Asteraceae (três espécies), seguida de Poaceae (duas). Em nível de gênero destaca-se *Baccharis* composto por duas espécies. As espécies desse gênero são no geral arbustos como a carqueja, a vassoura ou vassourinha e, algumas espécies têm distribuição geográfica ampla e grande capacidade adaptativa em solos onde houve degradação e produção de biomassa.

A família Poaceae é representada pela plasticidade do *Andropogon bicornis* com 103 indivíduos nas galharias, 183 indivíduos nos poleiros, 39 indivíduos na transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo, 18 indivíduos no banco de sementes do solo e 26 indivíduos na regeneração natural. *A. bicornis* é uma espécie nativa considerada uma planta daninha agressiva que tem maior sucesso e adaptação para se desenvolver em ambientes antropizados nas fases iniciais da sucessão ecológica secundária, garantindo as etapas seguintes do processo sucesional e consequente recuperação da área.

Tabela 8 – Lista de espécies que mais ocorreram nas técnicas de recuperação na área Westarp com suas respectivas frequências (FR)

Família	Espécies	Poleiro	Galharia	TSS
		FR	FR	FR
Asteraceae	<i>Baccharis uncinella</i>	6,00	7,09	2,20
Asteraceae	<i>Baccharis cf. vulneraria</i>	8,00	4,72	7,30
Asteraceae	<i>Gamochaeta pensylvanica</i>	8,00	7,09	3,60
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i>	12,0	7,09	3,60
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	8,00	5,51	2,20

4.5.3 Regeneração Natural

No total foram encontrados 314 indivíduos regenerantes pertencentes a 34 espécies, 10 famílias e 28 gêneros (Tabela 9). O gênero *Baccharis* e *Digitaria* apresentaram maior número de espécies, quatro e três respectivamente. Nas parcelas de regeneração natural na área Lauro foram amostrados 130 indivíduos, pertencentes a sete famílias botânicas e 20 espécies. A densidade obtida foi de 18 ind./m². A família mais representativa em riqueza e abundância foi Asteraceae, com oito espécies (40%) e 60 indivíduos (46%).

Na área Westarp foram amostrados 184 indivíduos, pertencentes a seis famílias e 22 espécies, cuja densidade absoluta foi de 26 ind./m². As famílias mais representativas foram Poaceae, Asteraceae e Cyperaceae. As espécies que apresentaram maiores valores de densidade e frequência absoluta foram *Andropogon bicornis* (Poaceae), *Baccharis uncinella* (Asteraceae), *Juncus microcephalus* (Juncaceae), *Cuphea carthagenensis* (Lythraceae) e *Digitaria* sp2 (Poaceae) (Tabela 9).

A presença da espécie arbustiva *Baccharis uncinella*, que normalmente apresenta rápido crescimento a pleno sol, é um indicador de que mesmo diante da ocorrência de perturbações naturais ou antrópicas o ecossistema possui condições favoráveis à regeneração.

Em relação à plasticidade, oito espécies ocorreram em ambas as áreas, destas apenas quatro se destacaram, *Gamochaeta pensylvanica*, *Baccharis uncinella*, *Cynodon dactylon* e *Digitaria* sp2. Em termos de riqueza, densidade e frequência, a regeneração natural apresentou valores inferiores se comparados às técnicas nucleadoras. Apesar disso, contribui para o enriquecimento gradual de espécies advindas do entorno ou pela fauna contribuindo para o incremento estrutural e funcional do ambiente.

Tabela 9 – Parâmetros fitossociológicos para as parcelas de regeneração natural na área Lauro e Westarp. DA=densidade absoluta e FA=frequência absoluta

FAMÍLIA / ESPÉCIES	Lauro			Westarp		
	L	W	DA	FA	DA	FA
APIACEAE						
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	3	-	0,43	28,5	-	-
ASTERACEAE						
<i>Achyrocline satureoides</i> (Lam.) DC.	-	10	-	-	1,43	42,8
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	1	3	0,14	14,2	0,43	28,5
<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	-	1	-	-	0,14	14,2
<i>Baccharis uncinella</i> DC.	3	13	0,43	14,2	1,86	42,8
<i>Baccharis</i> cf. <i>vulneraria</i> Baker	-	2	-	-	0,29	14,2
<i>Chevreulia sarmientosa</i> (Pers.) Blake	4	-	0,57	28,5	-	-
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	22	-	3,14	85,7	-	-
<i>Erechtites valerianifolius</i> (Wolf) DC	12	-	9,23	4,44	-	-
<i>Gamochaeta pensylvanica</i> (Willd.) Cabrera	3	7	2,31	4,44	1,00	57,1
<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	6	-	4,62	6,67	-	-
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	9	-	6,92	2,22	-	-
<i>Vernonanthura tweediana</i> (Baker) H.Rob.	-	11	-	-	1,57	14,2
CYPERACEAE						
<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B.Clarke	1	8	0,77	2,22	1,14	14,2
<i>Cyperus odoratus</i> L.	4	6	3,08	4,44	0,86	14,2
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	-	3	-	-	0,43	14,2
<i>Rhynchospora barrosiana</i> Guagl.	-	7	-	-	1,00	14,2
FABACEAE						
<i>Trifolium polymorphum</i> Poir.	3	-	2,31	4,44	-	-
JUNCACEAE						
<i>Juncus microcephalus</i> Kunth	-	13	-	-	1,86	14,2
LYTHRACEAE						
<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J.Macbr.	-	13	-	-	1,86	14,2
MALVACEAE						
<i>Sida rhombifolia</i> L.	-	1	-	-	0,14	14,2
POACEAE						
<i>Andropogon bicornis</i> L.	-	26	-	-	3,71	42,8
<i>Briza minor</i> L.	10	-	7,69	4,44	-	-
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	6	4	4,62	6,67	0,57	14,2
<i>Dichanthelium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark	-	9	-	-	1,29	28,5
<i>Digitaria</i> sp1	7	6	5,38	6,67	0,86	14,2
<i>Digitaria</i> sp2	5	13	3,85	2,22	1,86	42,8
<i>Digitaria</i> sp3	-	10	-	-	1,43	14,2
<i>Eragrostis polytricha</i> Nees	-	8	-	-	1,14	14,2
<i>Panicum</i> sp	-	10	-	-	1,43	85,7
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	8	-	6,15	4,44	-	-
<i>Paspalum mandiocanum</i> Trin.	12	-	9,23	8,89	-	-

Continua...

Tabela 9 – Cont...

FAMÍLIA / ESPÉCIES	Lauro			Westarp		
	L	W	DA	FA	DA	FA
RUBIACEAE						
<i>Mitracarpus hirtus (L.) DC.</i>	8	-	6,15	6,67	-	-
VERBENACEAE						
<i>Verbena litoralis</i> Kunth	3	-	0,43	28,5	-	-

4.6 FORMA DE VIDA, GUILDA DE REGENERAÇÃO E SÍNDROME DE DISPERSÃO

Quanto à forma de vida e a guilda de regeneração na área Lauro foram registradas 53 espécies classificadas em herbácea, arbustiva e arbórea. Entre essas, 80% são pioneiras, 15% secundárias iniciais e 4% secundárias tardias. Na área Westarp as 48 espécies seguiram o mesmo padrão, sendo 75% herbácea, 23% arbustiva e 2% arbórea. Entre essas, 73% pioneiras e 27% secundárias iniciais. As parcelas de regeneração natural em ambas às áreas seguiram a mesma tendência com destaque para as espécies herbáceas e pioneiras (Tabela 10).

Tabela 10 – Classificação dos indivíduos regenerantes quanto à forma de vida, guilda de regeneração e síndrome de dispersão para as áreas de estudo

Forma de vida	LAURO	WESTARP	RNL	RNW
Herbácea	44 (83%)	36 (75%)	17 (85%)	17 (77%)
Arbustiva	7 (13%)	11 (23%)	3 (15%)	5 (23%)
Arbórea	2 (4%)	1 (2%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	53 (100%)	48 (100%)	20 (100%)	22 (100%)
Guilda de regeneração				
Pioneira	42 (80%)	35 (73%)	15 (75%)	19 (86%)
Secundária inicial	8 (15%)	13 (27%)	5 (25%)	3 (14%)
Secundária tardia	2 (4%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	53 (100%)	48 (100%)	20 (100%)	22 (100%)
Síndrome de dispersão				
Anemocoria	28 (53%)	23 (48%)	13 (65%)	11 (50%)
Autocoria	17 (32%)	17 (36%)	7 (35%)	9 (41%)
Zoocoria	6 (11%)	8 (16%)	0 (0%)	2 (9%)
Total	53 (100%)	48 (100%)	20 (100%)	22 (100%)

O destaque de espécies pioneiras e herbáceas em áreas antropizadas pode ser explicado por meio de alguns fatores, como a capacidade de formarem banco persistente devido à longa viabilidade das sementes, a grande produção de sementes e a eficientes mecanismos de dispersão (DALLING, 2002). Espécies pioneiras, especialmente herbáceas e

arbustivas, quando recrutadas, devem ser capazes de modificar o ambiente, tanto biótico como abiótico, permitindo uma nova dinâmica sucessional. Assim, a fase inicial herbáceo-arbustivo predominante é a chave para por em marcha o processo sucessional e favorecer sua progressão até comunidades mais maduras (TRES; REIS, 2009).

Em relação à síndrome de dispersão, de modo geral, a estratégia de dispersão por anemocoria foi superior à autocoria e a zoocoria entre as áreas de estudo (Tabela 10). Na área Lauro 53% das espécies foram representadas pela anemocoria, 32% autocoria e 11% zoocoria. O mesmo comportamento foi observado na área Westarp, com 48% de espécies classificadas em anemocoria, 36% autocoria e 16% zoocoria. Na regeneração natural as espécies apresentaram dispersão por anemocoria, seguida por autocoria e zoocoria.

A predominância de espécies anemocóricas confirma a importância da presença desta síndrome de dispersão na colonização de áreas abertas em processo de sucessão inicial, em que a falta de um dossel contínuo favorece as espécies com dispersão pelo vento. A principal representante desta síndrome foi a família Asteraceae, a qual apresenta espécies anemocóricas em ambas às áreas de estudo.

A maior proporção de espécies da categoria sucessional pioneira e a síndrome de dispersão por anemocoria foi superior ao estudo de Avila et al. (2011), sobre os mecanismos de regeneração natural em remanescente de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, no qual obtiveram 30% de espécies pioneiras e 17% de espécies anemocóricas. Esse resultado indica que as áreas de estudo se encontram em estágio inicial de sucessão.

4.7 ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER (H') E EQUABILIDADE DE PIELOU (J)

O índice de Shannon e a Equabilidade de Pielou indicaram variações de diversidade entre as técnicas de recuperação e entre áreas de estudo (Tabela 11). Os valores de diversidade para as técnicas da área Westarp foram inferiores aos valores obtidos para a área Lauro, o que pode ser explicado pelas condições ambientais, principalmente as edáficas que possuem forte influência nos resultados da composição florística e, por conseguinte, na diversidade.

O índice de equabilidade de Pielou também foi diferente entre as técnicas de recuperação e entre áreas de estudo, demonstrando que algumas espécies ocorrem em densidade alta, enquanto outras possuem baixo número de indivíduos. Quanto maior o valor para esse índice, mais igualitária é a distribuição de indivíduos por espécie.

Tabela 11 – Diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equabilidade de Pielou (J) para cada técnica de recuperação

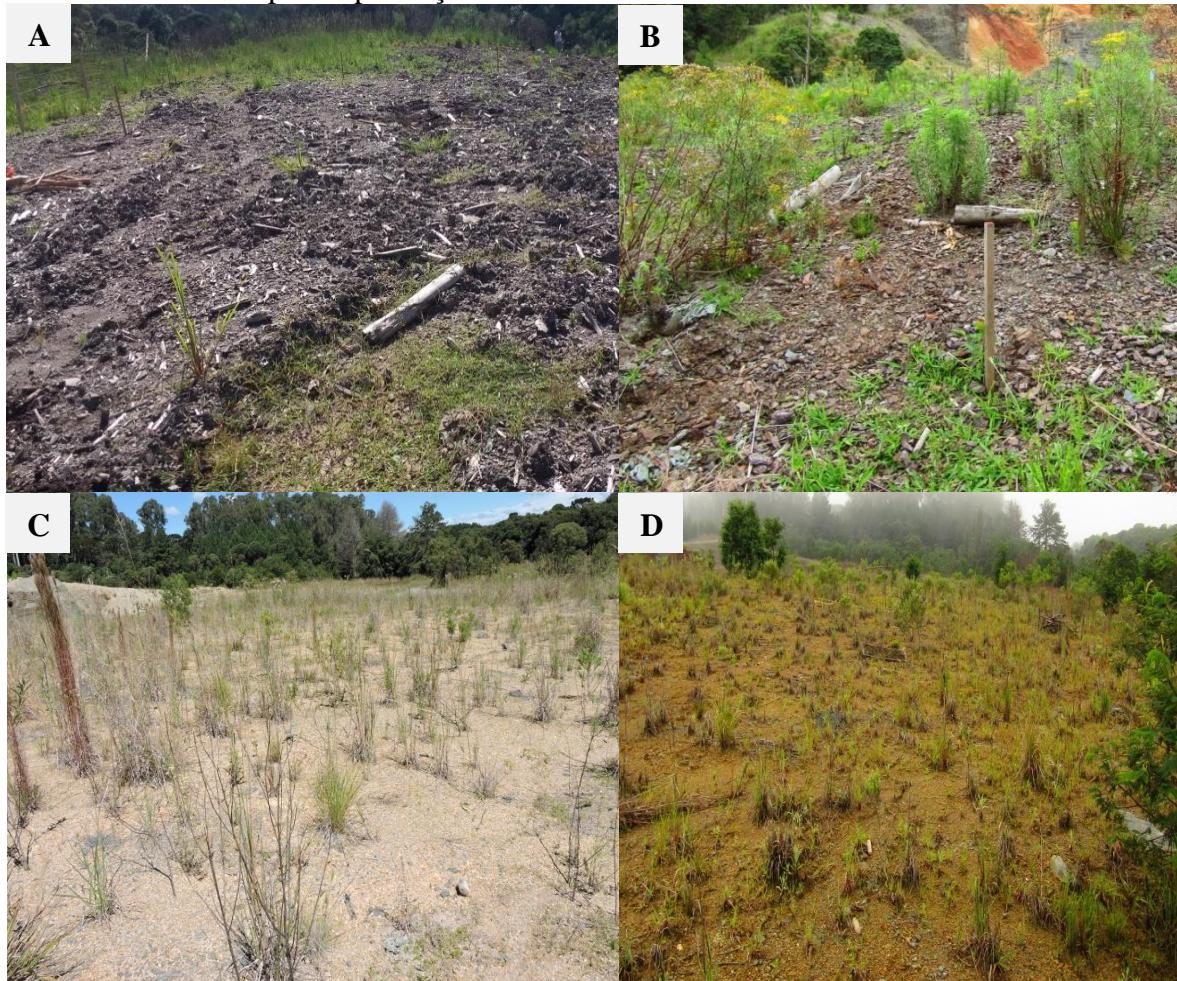
	Lauro		Westarp	
	H'	J	H'	J
Poleiros	3,20	0,86	2,27	0,79
Galharias	3,23	0,89	2,87	0,83
TSS	3,25	0,88	2,60	0,71
Regeneração Natural	2,76	0,92	2,91	0,92

Na área do Lauro a transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo indicou H' de 3,25. O índice de equalibilidade (J) foi de 0,88, demonstrando que há uma distribuição relativamente equilibrada entre os indivíduos da área. Resultados inferiores foram obtidos em estudo sobre o banco e chuva de sementes em área de transição florestal no sul do Brasil, em que Capelesso et al. (2015) obtiveram Shannon (H') de 2,34 e a equabilidade de Pielou de 0,64.

Cabe destacar o papel da transposição do banco de sementes em estimular a nucleação em solo com ausência de vegetação resultando na germinação de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas, diferente do resultado encontrado nas outras técnicas que manteve o solo praticamente exposto, com baixa germinação resultante apenas de espécies herbáceas. Este resultado permite inferir que a transposição do banco de sementes é uma metodologia promissora para estimular a restauração florestal em áreas degradadas.

Na área Westarp a técnica nucleadora galharia, com H' 2,87, indicou alta diversidade florística e isso se deve a maior equalibilidade (0,83) dos indivíduos regenerantes. A alta diversidade dos indivíduos sugere que o processo de restauração da área esteja ocorrendo de forma adequada, uma vez que em estágios iniciais de sucessão espera-se o aumento da diversidade, a partir do estabelecimento de novas espécies na área (Figura 14A, 14B, 14C e 14D). O fato de a área ter sido isolada de distúrbios certamente contribui para a elevada diversidade relativa dos indivíduos regenerantes, o que demonstra que estes tipos de atividades conservacionistas são de grande importância para a restauração ecológica, quando se tem a presença de fontes de propágulos próximas (RECH et al., 2015), como é o caso deste estudo.

Figura 14 – A e B) Área Lauro antes e após implantação das técnicas; C e D) Área Westarp antes e após implantação das técnicas

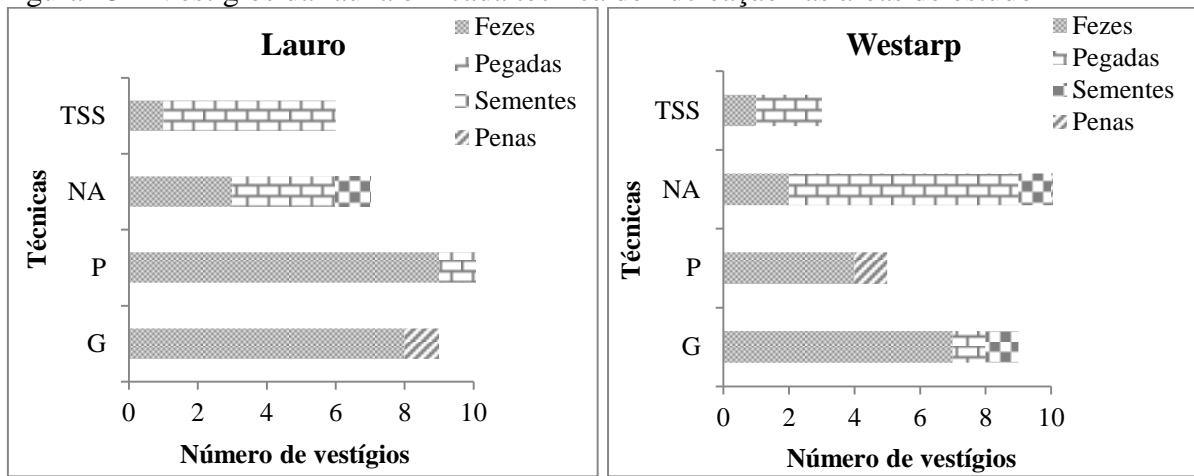


Fonte: Próprio autor, 2016.

4.8 VESTÍGIOS DA FAUNA NAS TÉCNICAS NUCLEADORAS

Foi registrado um total de 62 vestígios, desses 34 ocorreram na área Lauro e 28 na área Westarp, distribuídos nas diferentes técnicas de nucleação. Na área Lauro os vestígios mais significativos foram as fezes de pássaros nos poleiros e galharias e pegadas de *Hydrochaeris hydrochaeris* Linnaeus (capivara) na transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo. Na Westarp os vestígios mais recorrentes foram as pegadas da *Lepus europaeus* Pallas (Lebre) nos núcleos de Anderson e fezes de pássaros e da lebre nas galharias e poleiros (Figura 15).

Figura 15 – Vestígios da fauna em cada técnica de nucleação nas áreas de estudo



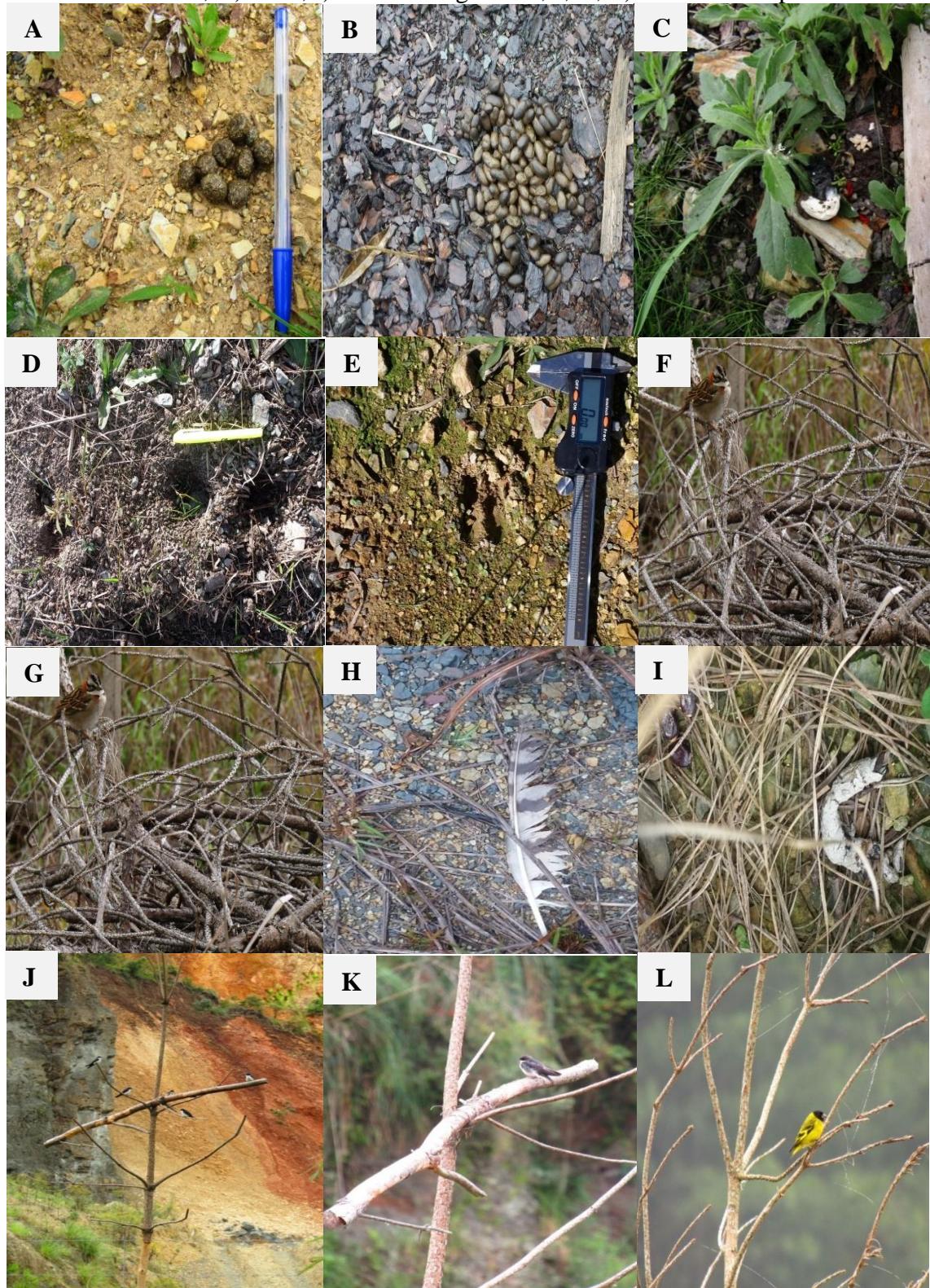
TSS= transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo; NA= núcleo de Anderson; P=poleiros e G= galharias.

Fonte: Próprio autor, 2016.

Esse resultado permite inferir que por meio das técnicas empregadas houve retorno gradativo da fauna nas áreas em processo de restauração. Isto foi comprovado por meio dos diferentes vestígios: fezes (Figuras 16A, 16B e 16C), pegadas (Figuras 16D e 16E), sementes (Figuras 16F e 16G) e penas (Figura 16H), bem como a diversidade de aves nas galharias e nos poleiros (Figuras 16I, 16J, 16K e 16L).

De acordo com Balensiefer (2012), a camada de detritos no solo e a existência de gramíneas e arbustos podem ser atrativas de aves e de animais em busca de alimentos. Consequentemente, podem trazer frutos e sementes, eliminando-os junto às fezes nesses locais, auxiliando no processo de semeadura. Posteriormente, dependendo da espécie e das condições do local onde a semente foi depositada, poderá ocorrer a germinação e desenvolvimento, desencadeando o processo de regeneração natural.

Figura 16 – Vestígios encontrados nas áreas de estudo, A, B, C) fezes; D, E) pegadas; F, G) sementes; H) Pena; I) Pássaro na galharia; J, K, L) Pássaros nos poleiros



Fonte: Próprio autor, 2016.

Embora os poleiros artificiais visualmente tenham atraído diversas aves (Figuras 16J, 16K e 16L), o forrageamento sob essas estruturas foi representado por espécies anemocóricas

e autocóricas. Isto denota a presença de fatores limitantes como a escassez de alimento, por se tratar de uma área aberta, a poluição sonora resultante da atividade de extração de cascalho, fazendo com que as aves se dispersem para outros locais, a compactação do solo impedindo a germinação de sementes e a predação. Contudo, pode-se inferir que as aves encontram recursos na área em restauração, seja como fonte de refúgio, repouso, entre outros. De acordo com Martins (2009), esses dados permitem inferir sobre o sucesso da restauração, uma vez que a área já se mostra capaz de atrair a avifauna local, o que é importante para garantir vários processos ecológicos de extrema importância para a manutenção da biodiversidade, como a polinização e dispersão de frutos e sementes.

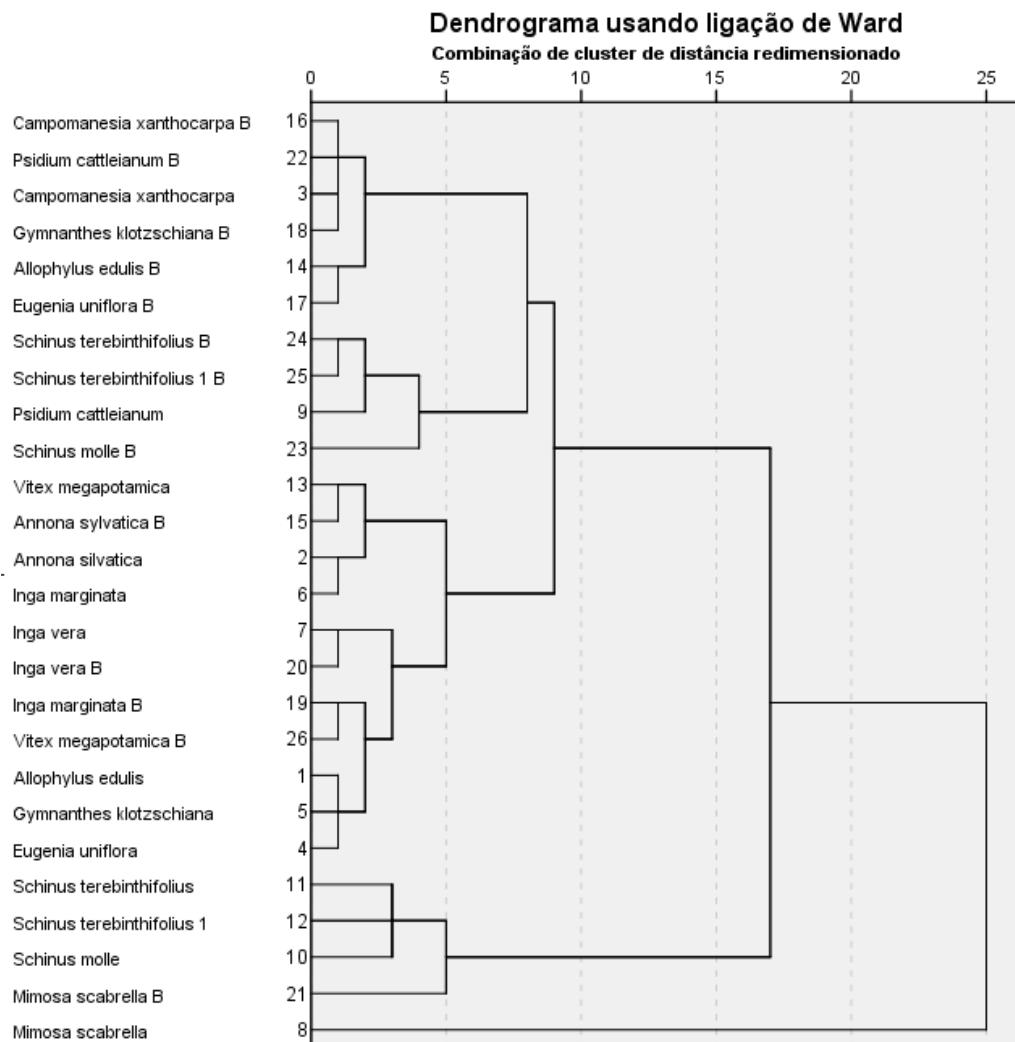
4.9 CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DO COLETO E ALTURA DE ESPÉCIES ARBÓREAS E TAXA DE SOBREVIVÊNCIA

Na matriz de dados calculada a partir das medições a campo pode-se observar os valores do DC mínimo, máximo e médio; altura mínima, máxima e média; incremento em DC e incremento em altura (APÊNDICE A).

O Dendrograma da análise de agrupamento das espécies nos núcleos de Anderson pelo método de ligação Ward pode ser visualizado na Figura 17. Pela análise de agrupamento pode-se observar que, fazendo um corte na distância média como prediz a regra (12,5), houve um corte em três linhas verticais do Dendrograma, formando assim três grupos de espécies em função do seu crescimento. O Grupo 1 foi representado pela maioria das espécies *Allophylus edulis*, *Annona sylvatica*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Eugenia uniflora*, *Gymnanthes klotzschiana*, *Inga marginata*, *Inga vera*, *Psidium cattleianum* e *Vitex megapotamica* de ambas as áreas e mais as espécies do gênero *Schinus* da área Lauro. O Grupo 2 foi constituído pela espécie *Mimosa scabrella* da área Westarp e o Grupo 3 pelas espécies *Schinus molle*, *Schinus terebinthifolius*, *Schinus terebinthifolius* 1, da área Westarp mais *Mimosa scabrella* da área Lauro.

As espécies do Grupo 1 que apresentaram melhor crescimento diamétrico e em altura na área Westarp foram *Psidium cattleianum* (Pioneira), *Allophylus edulis* (Pioneira) e *Gymnanthes klotzschiana* (secundária tardia), *Inga marginata* (Pioneira) e *Annona sylvatica* (secundária inicial), exceto em altura para as duas últimas espécies devido a geada e o ataque da lebre. Seguindo o mesmo padrão na área Lauro destacaram as espécies *Vitex megapotamica* (Secundária inicial), *Inga marginata*, *Annona sylvatica* e *Gymnanthes klotzschiana* (APÊNDICE A).

Figura 17 – Dendrograma obtido pela análise de agrupamento das espécies utilizadas em ambas as áreas de estudo



Fonte: Próprio autor, 2016.

Psidium cattleianum é uma espécie com funcionalidade importante, devido à sua síndrome de polinização e dispersão, ou seja, é uma espécie que atrai a fauna e contribui para o ingresso de outras espécies no sistema. A espécie possui característica ecológica classificada como secundária inicial (GANDOLFI, 1991), encontrada em capoeirinhas, durante a fase inicial de sucessão (KLEIN, 1980). *Psidium cattleianum* é heliófila (LEGRAND; KLEIN, 1977; SILVA; TORRES, 1992) e seletiva higrófila, ocorrendo com bastante freqüência nas restingas arbustivas litorâneas e situadas em terrenos úmidos, nas capoeiras das várzeas, campos, banhados e em ambientes ciliares (LEGRAND; KLEIN, 1977).

O comportamento das espécies *Allophylus edulis* e *Inga marginata* faz com que sejam apreciadas pela excelente adaptação às condições adversas encontradas nas áreas de estudo. *Allophylus edulis* é bastante comum no interior de florestas primárias, situadas em solos

bastante úmidos, bem como em solos rochosos de matas mais abertas, ocorrendo também em capoeira, capoeirões e beira de rios (REITZ, 1980). Aparece tanto em locais onde a luminosidade é intensa como à sombra, predominando nos estratos médio e inferior da floresta (SANCHOTENE, 1989). Suas flores são melíferas e os frutos vermelhos e comestíveis são bastante disseminados pela avifauna e bugios que contribuem para a regeneração da espécie (REITZ, 1980). Encontra-se entre as espécies recomendadas para a recuperação de áreas degradadas nos estágios inicial e médio em cursos d'água de Floresta Ombrófila Mista (GLUFKE, 1999).

Inga marginata é uma espécie seletiva higrófita (LORENZI, 2002), suporta solos mal drenados (CARVALHO, 2006), possui adaptação moderada a terrenos úmidos (CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006) e é indicada para áreas encharcadas permanentemente e áreas de inundação temporária (MARTINS, 2007). Muito importante como espécie para recuperação de áreas degradadas, não só pelo alimento para a fauna que fornece, mas por apresentar vantagem adicional por estabelecer simbiose com bactérias fixadoras de N₂ atmosférico (CHADA et al., 2004).

Quanto à espécie *Annona sylvatica*, infere-se que seu comportamento se deve ao fato de a espécie ser secundária inicial com características de rápido crescimento e desenvolvimento a pleno sol (PAULA et al., 2004), seus frutos são comestíveis e comercializáveis, indicada para regeneração de áreas degradadas, em especial com vegetação secundária (BACKES; IRGANG, 2002).

O crescimento de *Vitex megapotamica* pode ser explicado devido ao seu caráter higrófilo, pois à medida que ocorre a decomposição o resíduo florestal o solo se torna constantemente úmido, favorecendo o desenvolvimento da espécie. É uma das principais espécies recomendadas em planos de recuperação dado seu caráter higrófilo (CURCIO et al., 2007), suas sementes são disseminadas principalmente por animais.

Gymnanthes klotzschiana é uma espécie que apresenta adaptabilidade a pleno sol e às condições edáficas, como solos compactados, úmidos e secos. De acordo com Barddal (2006), a espécie tem ampla plasticidade na sua ocorrência, podendo ser encontrada tanto em áreas de boa drenagem, como em áreas de forte saturação hídrica. Além disso, a espécie é bastante rústica, podendo suportar condições extremas, como a exposição ou danificação de raízes.

De forma geral a espécie *Mimosa scabrella* na área Westarp apresentou crescimento em diâmetro e altura superior às demais espécies, seguida de *Schinus terebinthifolius*. Resultado semelhante foi obtido por Silvestrin (2014), em relação ao crescimento em diâmetro e em altura para *M. scabrella* no tratamento com NPK aos 12 meses de avaliação. Já

Marcuzzo et al. (2015), observaram que a *Schinus terebinthifolius* foi a segunda espécie de maior crescimento em diâmetro e altura na restauração em áreas de conservação.

Essas mesmas espécies na área Lauro não apresentaram um crescimento destacado, devido às condições químicas do solo, porém obtiveram crescimento constante ao longo do período avaliado, considerado bom, o qual pode ser confirmado pela tendência das espécies de *Schinus* a formar um novo grupo.

Diante do exposto, pode-se afirmar que *Mimosa scabrella* e as espécies de *Schinus* despontaram como típicas pioneiras. *M. scabrella* é uma espécie exigente em sol, de rápido crescimento e ciclo de vida curto (CARVALHO, 1994), que deposita material orgânico e nitrogênio no solo. É uma leguminosa típica do planalto sul-brasileiro, ocupa os estágios iniciais na Floresta Ombrófila Mista (REITZ et al., 1978; KLEIN, 1981), sendo uma planta de alta rusticidade, tolera facilmente condições adversas e abrange rapidamente áreas com solos alterados.

A espécie *Schinus terebinthifolius* possui alta plasticidade de colonização, estabelecendo-se em solos úmidos, secos e arenosos a argilosos (LENZI; ORTH, 2004). Devido a características como agressividade competitiva, tolerância higromórfica, boa interação biótica, caráter pioneiro, *Schinus terebinthifolius* apresenta forte potencial de regeneração em ambientes muito antropizados (KAGEYAMA; GANDARA, 2000).

Enquanto que *Schinus molle* apresentou boa adaptação nos dois ambientes e o seu rápido desenvolvimento destaca vantagens para sua utilização na recuperação ambiental de áreas degradadas localizadas no planalto catarinense. Conforme Modena; Rossato (2011) a espécie apresenta importância ecológica e é utilizada para recuperação e expansão de áreas florestais, pois cresce mesmo em solos muito degradados.

Na análise discriminante foram selecionadas quatro variáveis com poder de discriminação entre os grupos formados, DC máx apresentou maior valor de F (105,43) e o menor valor de Lambda de Wilks (0,016) para H méd. Foi possível observar a predominância da variável DC máx e H méd na primeira função e na segunda função DC máx e DC méd se destacaram em relação às demais variáveis avaliadas (Tabela 12).

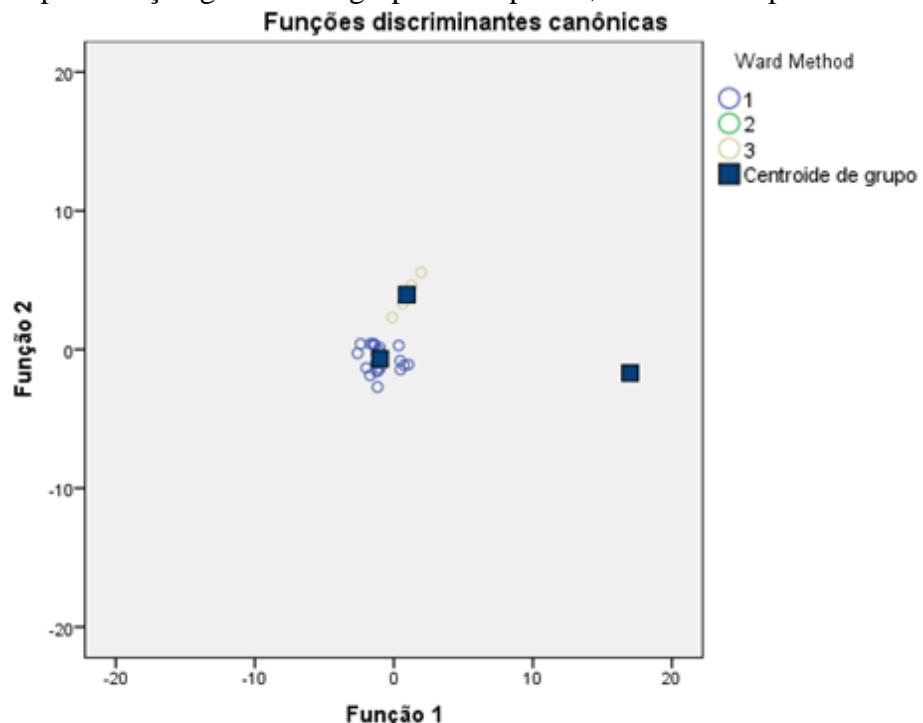
Tabela 12 – Coeficientes das funções discriminantes canônicas para as variáveis selecionadas

Variáveis	Função 1	Função 2
DC máx	2,478	-2,439
DC méd	-0,619	1,921
H mín	1,656	-0,112
H méd	-1,996	1,409

Coeficientes da função discriminante canônica padronizados.

Pode-se observar que os centroides de cada grupo nas duas funções discriminantes encontradas, estão separados indicando que a espécie *Mimosa scabrella* na área Westarp, única do Grupo 2, está mais afastada dos demais grupos, por apresentar maiores alturas, diâmetros e melhor crescimento, comprovando que tem comportamento completamente diferente das demais espécies dos grupos 1 e 3, que são mais similares em termos de crescimento (Figura 18).

Figura 18 – Representação gráfica dos grupos de espécies, com seus respectivos centroides



Fonte: Próprio autor, 2016.

De modo geral, a separação em três grupos foi precisa, pois houve 100% de classificação correta (Tabela 13). Assim, pode-se afirmar que as espécies usadas no experimento apresentam três grupos com crescimentos distintos.

Tabela 13 – Percentagem de classificações corretas dos grupos formados

	Método Ward	Associação ao grupo prevista			Total
		1	2	3	
Original	1	21	0	0	21
	Contagem 2	1	0	0	1
	3	0	0	4	4
		1	100,0	0,0	100,0
		2	100,0	0,0	100,0
		3	0,0	100,0	100,0

100 % de casos originais foram corretamente classificados.

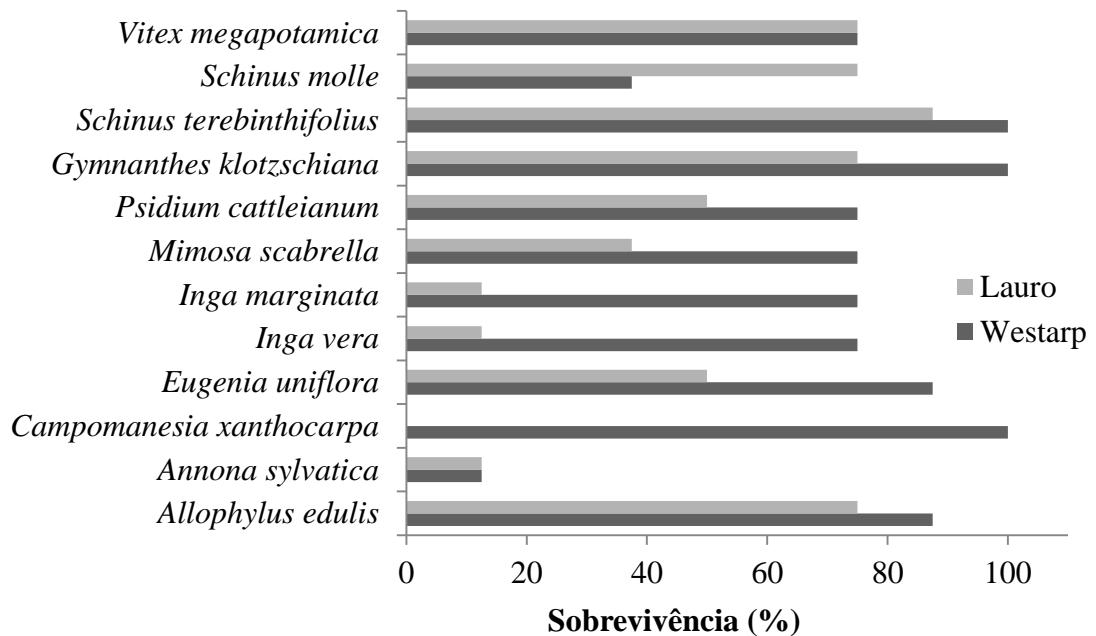
Em relação à sobrevivência das mudas a média geral encontrada para a área Westarp foi de 75% de sobrevivência e para a área Lauro foi de 47% de sobrevivência (Figura 19). A maior taxa de sobrevivência foi de *Campomanesia xanthocarpa*, *Gymnanthes klotzschiana*, *Schinus terebinthifolius* e *Eugenia uniflora* para a área Westarp. No estudo de Oliveira (2011) a *C. xanthocarpa* apresentou sobrevivência de 100% nas diferentes posições de relevo estudadas. Já Nunes (2010) obteve índice de sobrevivência de 100% para *S. terebinthifolius* aos 12 meses. Tessaro (2016) encontrou para *E. uniflora* taxa de sobrevivência de 82% em mata ciliar em processo de recuperação.

Na área Lauro as espécies *Schinus terebinthifolius*, *Allophylus edulis*, *Gymnanthes klotzschiana*, *Schinus molle* e *Vitex megapotamica* apresentaram as maiores taxas de sobrevivência. Em estudo sobre potencialidade de espécies lenhosas em solos degradados Sacramento et al. (2012), encontraram para *S. terebinthifolius* taxa de 100% de sobrevivência. Oliveira (2011) obteve para *A. edulis* índice de 100% de sobrevivência.

A menor taxa de sobrevivência foi de *Annona sylvatica* e *Schinus molle* para a área Westarp e de *Campomanesia xanthocarpa*, *Inga vera*, *Inga marginata*, *Mimosa scabrella* e *Annona sylvatica* para a área Lauro. As menores taxas de sobrevivência encontradas na Westarp para *Annona sylvatica* é decorrente do ataque da lebre e para *Schinus molle* devido à baixa umidade do solo. Na área Lauro infere-se que o menor índice de sobrevivência para *Inga vera*, *Inga marginata*, *Annona sylvatica* e *Mimosa scabrella*, ocorreu em função do tipo de solo, uma vez que, as plantas não conseguem se estabelecerem e absorver nutrientes, pois a casca do *Pinus* precisa sofrer decomposição pelos organismos do solo para que ocorra a mineralização dos nutrientes. Outros fatores relevantes foram as geadas que atingiram principalmente os ingás e o ataque da capivara para *Annona sylvatica*. A taxa de sobrevivência da espécie *M. scabrella* assemelha-se a obtida por Chiamolera et al. (2011), onde encontraram taxa de sobrevivência de 28% em área aberta aos 12 meses.

As variações obtidas na taxa de sobrevivência durante o período avaliado fortalece a ideia de que plantas com espécies pertencentes a grupos ecológicos distintos são viáveis para a recuperação de áreas degradadas.

Figura 19 – Porcentagem de sobrevivência das espécies arbóreas plantadas nos Núcleos de Anderson



Fonte: Próprio autor, 2016.

4.10 CUSTOS DE RESTAURAÇÃO

O custo de implantação para todas as técnicas de nucleação para as duas áreas de estudo foi de R\$ 17.469,00 (dezessete mil quatrocentos e sessenta e nove reais) por hectare, considerando os equipamentos, insumos utilizados e mão de obra (APÊNDICE B). Cabe ressaltar que o cercamento da área já havia sido realizado pela empresa por isso não está incluso nos custos de implantação.

Para a restauração das áreas, o item de despesa mais oneroso foi a aquisição das mudas de espécies arbóreas R\$ 446,00 (quatrocentos e quarenta e seis reais). Esse resultado é decorrente do modelo de plantio adotado, priorizando espécies pioneiras, secundárias iniciais e tardias com base no levantamento florístico realizado nos remanescentes próximos as áreas de estudo e da disponibilidade de mudas em viveiros da região.

Oliveira (2014) estudando sobre técnicas para recuperação de mata ciliar do rio Paraíba do Sul na região Noroeste Fluminense apresentou custos de implantação e manutenção por nove meses do plantio convencional de R\$ 8.292,55 por hectare. Esse mesmo autor obteve custos para implantação e manutenção da técnica de nucleação a partir da transposição do banco de sementes, nas margens do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ foi de R\$ 2.490,25 por hectare.

Em estudo sobre a recuperação de matas ciliares: sistemas de formação de floresta nativa em propriedades familiares, Chabaribery et al. (2008) obtiveram para formação de mata ciliar um custo operacional total que variou de R\$ 4.323,32 (quatro mil trezentos e vinte três reais e trinta e dois centavos) a R\$ 5.122,33 (cinco mil cento e vinte e dois reais e trinta e três centavos) por hectare, desconsiderando as despesas com o cercamento.

O custo para o presente projeto corrobora com a argumentação de Brancalion et al. (2015), na qual deve-se considerar os aspectos logísticos da execução de projetos. Por exemplo, o custo médio por hectare da restauração de uma área contínua de 100 ha é bem inferior ao custo de restauração de 15 áreas não contínuas que somadas totalizam 100 ha. Então, quanto mais distantes estiverem essas áreas uma das outras, maior será o custo, dado maior investimento em logística, como ocorre neste estudo, pois, as áreas Lauro e Westarp estão distanciadas aproximadamente seis quilômetros uma da outra.

Também se deve considerar que os rendimentos operacionais variam muito de uma região para outra, em função das características da área, do equipamento, ferramenta utilizada e da mão de obra envolvida na execução das atividades. Além da infestação de gramíneas exóticas invasoras que demanda controle por meio de roçadas.

Desse modo, considerando as peculiaridades de cada área, a implantação de diferentes técnicas e a mão de obra toda manual, faz com que o custo estimado no presente trabalho não seja elevado.

5 CONCLUSÃO

A transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo e o enleiramento de galharias foram às técnicas mais eficientes para a restauração das áreas degradadas.

As técnicas de nucleação empregadas permitiram detectar a presença da fauna principalmente por meio dos vestígios pegadas e fezes nas galharias, poleiros e núcleos de Anderson.

As espécies dos Núcleos de Anderson que apresentaram desempenho satisfatório considerando o crescimento em diâmetro e altura foram *Mimosa scabrella*, *Schinus terebinthifolius*, *Gymnanthes klotzschiana*, *Inga marginata* e *Allophylus edulis* para Westarp e *Schinus terebinthifolius*, *Schinus molle*, *Annona sylvatica*, *Vitex megapotamica* e *Gymnanthes klotzschiana* para Lauro. Tais espécies apresentaram potencial para restauração de áreas degradadas nas condições estudadas, auxiliando no processo de sucessão.

Considerando todas as técnicas de nucleação nas duas áreas de estudo foram encontradas 85 espécies, reunidas em 19 famílias e 53 gêneros. As famílias mais representativas quanto à riqueza de espécies foram Poaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Fabaceae, Rubiaceae e Solanaceae e Iridaceae.

Foi possível observar que a área Lauro apresentou elevada riqueza e diversidade de espécies, evidenciando o uso do resíduo florestal como alternativa para a restauração, desde que estudos complementares sejam realizados.

O custo estimado com a implantação de diferentes técnicas nucleadoras de restauração foi de R\$ 17.469,00/ha.

6 RECOMENDAÇÕES E CONSIDERAÇÕES

Para dar continuidade ao processo de Restauração Florestal é essencial estabelecer um programa de monitoramento dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo com intuito de verificar o processo de recuperação das áreas.

Devido à baixa cobertura de vegetação no solo, seria interessante utilizar espécies leguminosas forrageiras capazes de formar simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico e com fungos micorrízicos.

Para se obter um maior conhecimento das espécies e características biológicas da fauna que está ocupando a área em processo de Restauração, deve-se definir um programa específico de monitoramento da fauna.

Pouco se sabe sobre a construção desse tipo de solos bem como o desenvolvimento da vegetação sobre estes, corroborando com necessidade de desenvolvimento ou adaptação de metodologias específicas com intuito de testar, avaliar e comparar os diferentes métodos na tentativa de identificar as análises mais adequadas e com isso comprovar a viabilidade da utilização desse resíduo como solo em projetos de recuperação de áreas degradadas.

Deve-se adequar a metodologia de construção de solos com resíduo florestal, por exemplo, misturar outros componentes como solo, turfa, entre outros a esses resíduos. Assim, essa condição do solo pode atrair a fauna do solo como os micro-organismos que irão contribuir com o processo decomposição desse material e também criar um ambiente de estabilidade para o estabelecimento da vegetação. Entretanto, é necessário evitar a compactação desse solo pelo tráfego intenso de máquinas no momento da construção, pois a camada compactada vai interferir no crescimento radicular das espécies arbóreas e na capacidade de retenção e infiltração de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRÃO, S. F. Alterações físicas e químicas de um Cambissolo Húmico em povoamentos de *Pinus taeda* L. com diferentes rotações. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- ABRÃO, S. F. et al. Alterações físicas e químicas de um Cambissolo Húmico em povoamentos de *Pinus taeda* L. com diferentes rotações. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 45, n. 3, p. 455 - 464, jul./set., 2015.
- ABREU, M. F. et al. Extratores aquosos para a caracterização química de substratos para plantas. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 184-187, 2007.
- ALMEIDA, L. G. F. et al. Levantamento de espécies arbóreas de Matas Ciliares como subsídio a implantação de sistemas agroflorestais em áreas de agricultura familiar no Vale do Mucuri, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 4, n. 2, p. 1999-2000, 2009.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, dec., 2013.
- ANDERSON, M. L. Spaced-Group planting. **Unasylva**, Roma, v. 7, n. 2, p. 1- 15, jun., 1953.
- APG III – Angiosperm Phylogeny Group. Na update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.161, n.2, p. 105-121, 2009.
- ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de áreas degradadas em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 715-721, set./out., 2003.
- AVILA, A. L. et al. Agrupamentos florísticos na regeneração natural em remanescente de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 91, p. 331-342, set., 2011.
- BACKES, P.; IRGANG, B. E. **Árvores do sul: guia de identificação & interesse ecológico: as principais espécies nativas sul-brasileiras**. Porto Alegre: Pallotti, 2002.
- BALENSIEFER, M. **Recuperação de Áreas Degradadas**. UFPR. Curitiba, 2012.

BARDDAL, M. L. **A influência da saturação hídrica na distribuição de oito espécies arbóreas da floresta ombrófila mista aluvial do rio Iguaçu, Paraná, Brasil.** 2006. Tese (Doutorado) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

BELLOTTO, A. et al. Monitoramento das Áreas Restauradas como Ferramenta para Avaliação da Efetividade das Ações de Restauração e para Redefinição Metodológica. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela Restauração da Mata Atlântica: Referencial dos Conceitos e Ações de Restauração Florestal.** São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto Bioatlântica, 2009. p. 135-147.

BELTRÃO, M. J. B. **Planilha eletrônica para gerenciamento rural: instruções de uso.** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2009. 29 p.

BISSANI, C. A.; TEDESCO, M. J. Enxofre, cálcio e magnésio In: GINELLO, C.; BISSANI, C. A.; TEDESCO, M. J. **Princípios de fertilidade de solo.** Porto Alegre: UFRGS, 1995. p.135-148.

BONDUELLE, A.; YAMAJI, F.; BORGES, C. C. Resíduo de Pinus: Uma fonte para novos produtos. **Revista da Madeira**, Curitiba, v. 12, n. 68, p. 156-158, dez., 2003.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical ecology with R.** Nova York: Springer, 2011. 306 p.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. **Restauração Florestal.** São Paulo: Oficina e Textos, 2015.432p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Recuperação de áreas degradadas.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/destaques/item/8705-recupera%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%A1reas-degradadas>. Acesso em: 12 jan.2016.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 03 out. 2010. Seção 1, p. 2.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 dez. 2006. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 jun. 2000. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 4 de 4 de maio de 1994. Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de atividades florestais no estado de Santa Catarina. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 jun. 1994. Seção 1, p. 8877-8878.

BRASIL. Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 abr. 1989. Seção 1, p. 5517.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Emendas Constitucionais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 05 out. 1988. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. (DNPEA. Boletim técnico, 30).

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field & laboratory methods for general ecology**. 2. ed. Iowa: Wm. C. Brown Publishers, 1984.

CAPELESSO, E. S.; SANTOLIN, S. F.; ZANIN, E. M. Banco e chuva de sementes em área de transição florestal no sul do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 821-829, 2015.

CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudas Florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B. **Espécies nativas recomendadas para recuperação ambiental no Estado do Paraná: em solos não degradados**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 57 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. v. 2, 627 p.

CARVALHO, R.; GOEDERT, W. J.; ARMANDO, M. S.; Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1153- 1155, 2004.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. EMBRAPA Florestas. Colombo: EMBRAPA-CNPF. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 640 p.

CHABARIBERY, D. et al. Recuperação de matas ciliares: sistemas de formação de florestas nativas em propriedades familiares. **Informações Econômicas**, v. 38, n. 6, jun. 2008.

CHADA, S. S.; CAMPOLLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n. 6, p.801-809, 2004.

CHIAMOLERA, L. B.; ÂNGELO A. C.; BOEGER, M. R. Crescimento e sobrevivência de quatro espécies florestais nativas plantadas em áreas com diferentes estágios de sucessão no reservatório Iraí-PR. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 4, p. 765-778, 2011.

CHOI, Y. D. Theories for ecological restoration in changing environment: toward "futuristic" restoration. **Ecological Research**, v. 19, n. 1, 2004. p. 75-81.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400 p.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Custos de produção agrícola: a metodologia da Conab**. Brasília: Conab, 2010. 60p.

CORRÊA, R. S. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração do Cerrado - Manual para vegetação**. 2. ed. Brasília: Ed. Universa, 2009.

CURCIO, G. R. et al. Recomendação de espécies arbóreas nativas, por tipo de solo, para recuperação ambiental das margens da represa do rio Iraí, Pinhais. **Floresta**. Curitiba, v. 37, n. 1, jan./abr. 2007.

DALLING, J. W. Ecología de semillas. In: GUARIGUATA, M. R.; KATTAN, G. H. (Ed.). **Ecología y conservación de bosques neotropicales**. Cartago: Libro Universitario Regional. 2002. p. 345-375.

DALLING, J. W.; SWAINE, M. D.; GARWOOD, N. Dispersal patterns and seed bank dynamics of pioneer trees in moist tropical forest. **Ecology**, v. 79, n. 2, p. 564-578, 1998.

DUARTE, A. P.; SILVA, A. C.; DEUBER, R. Plantas infestantes em lavouras de milho safrinha, sob diferentes manejos, no médio Paranapanema. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 285-291, 2007.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, 2013.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Produção de Informação, 1997.

EPAGRI. **Dados e Informações Biofísicas da Unidade de Planejamento Regional Planalto Sul Catarinense - UPR 3**. Florianópolis: EPAGRI/CIRAM, 2002, 70 p.

FARIAS, C. E. G. **Mineração e meio ambiente no Brasil. Relatório Preparado para o CGEE**. 2002. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/arquivos/estudo011_02.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2016.

FENNER, M. **Seed ecology**. London: Chapman and Hall, 1985.

FERMINO, M. H. **Métodos de Análise para caracterização física de substratos para plantas**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

FIESP. **Impactos sociais e econômicos da regulamentação Conama sobre intervenção em APP sobre o setor de agregados e argilas**. Multigeo: São Paulo, 2006.

FDRS – FLORA DIGITAL DO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA. Programa de Pós-Graduação em Botânica da UFRGS (www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/indeex.php). Acesso em: 10 jun. 2016.

GANDOLFI, S. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do Aeroporto Internacional de São Paulo, Município de Guarulhos SP**. 1991. 232 p. Dissertação (Mestrado em Biologia) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

GARWOOD, N. C. Tropical soil seed banks: a review. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. (Eds.). **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic Press, 1989. p. 149 -209.

GLUFKE, C. **Espécies florestais recomendadas para recuperação de áreas degradadas**. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 1999. 48 p.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L.M. & BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba, IPEF.2000. p. 309-350.

GREACEN, E. L.; SANDS, R. Compaction of forest soils: a review. **Australian Journal of Soil Research**, v. 18, 1980. p. 163-189.

HALL, J. B.; SWAINE, M. D. Seed stocks in Ghanaian forest soils. **Biotropica**, v.12, n.4, 1980. p. 256-263.

HIGUCHI, P. et al. Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 79-90, 2012.

HÜEBLIN. H. J. **Modelo para a aplicação da metodologia Zeri. Sistema de aproveitamento integral da biomassa de árvores de reflorestamento**. 2001. 139 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2001.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. 275 p.

JARENKOW, J. A.; WAECHTER, J. L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 263-272, 2001.

KAGEYAMA, P. GANDARA, F.B. Revegetação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R, LEITÃO-FILHO, H.F. (eds). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP; 2000.

KÄMPF, A. N. **Análise física de substratos para plantas**. Viçosa: SBCS, v.26, 2001. p. 5-7.

KÄMPF, A. N. **Produção Comercial de Plantas Ornamentais**. Guaíba: Agropecuária. 2000. 254 p.

KÄMPF, N.; FERMINO, M. H. **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênesis, 2000. 312 p.

KLEIN, R.M. Aspectos fitofisiológicos da bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham.). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERPECTIVAS FLORESTAIS “Bracatinga uma opção para reflorestamento” 4., 1981, Curitiba. **Anais** ... Colombo: EMBRAPACNP, p.145-148. 1981.

KLEIN, R. M. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, Florianópolis, v. 9, n. 389, p. 31-32, 1979/1980.

KOBIYAMA, M.; MINELLA, J. P. G.; FABRIS, R. Áreas degradadas e sua recuperação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 210, p. 10-17, 2001.

KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii Maiden et Cambage* e *Mimosa scabrella* Benth.** 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. 2. ed. Addison Wesley, Amsterdam, 1999. 620 p.

LEGRAND, C. D.; KLEIN, R. M. **Myrtaceas**. Flora Ilustrada Catarinense, Itajaí, p. 573-730, 1977.

LENZI, M.; ORTH, A. F. Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 17, n. 2, p.67-89. 2004.

LFB – LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 12 fev. 2016.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v.1, 368 p.

LUDWIG, F.; GUERRERO, A. C.; FERNANDES, D. M. Caracterização física e química de substratos formulados com casca de pinus e terra de subsolo. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 7, n. 2, p. 152-162, 2014.

MAIA, C. M. B. F., Uso de casca de *Pinus* e lodo biológico como substrato para a produção de mudas de *Pinus taeda*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.39, p. 81-92, 1999.

MANOLIADIS, O. G. Development of ecological indicators - a methodological framework using compromise programming. **Ecological Indicators**, v. 2, n.1-2. p. 169-176, nov., 2002.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa SDA nº 17**. Diário Oficial da União - Seção 1, nº 99, 24 de maio de 2007. Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos para Plantas e Condicionadores de Solo. Brasília, 2007.

MARCON, A. K . et al. Variação florístico-estrutural em resposta à heterogeneidade ambiental em uma floresta nebulosa em Urubici, Planalto Catarinense. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 103, p.439-450, 2014.

MARCUZZO, S. B.; ARAÚJO, M. M.; GASPARIN, E. Plantio de espécies nativas para restauração de áreas em unidades de conservação: um estudo de caso no sul do Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 1, p. 129 - 140, jan./ mar. 2015.

MARQUES, I. C. **Uso de composto orgânico e espécies do cerrado na revegetação de área remanescente da extração de cascalho em Diamantina-MG**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

MARTINS, S. V. et al. Sucessão ecológica: fundamentos e aplicações na restauração de ecossistemas florestais. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: Editora UFV, 2009. p. 19-51.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2009.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. 2 ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2007.

MARTINS, S. V.; RODRIGUES, B. D.; LEITE, H. G. A contribuição da ecologia florestal no desenvolvimento de modelos e técnicas de restauração florestal de áreas degradadas. **Revista Ação Ambiental**, Viçosa, v. 10, n. 36, p. 10-13, mar./abr., 2007.

MODENA, C. M.; ROSSATO, M. Caracterização Morfológica de *Schinus molle* L. pertencente ao banco ativo de germoplasma da Universidade de Caxias do Sul. In: ENCONTRO DE JOVENS PESQUISADORES, 19., 2011, Caxias do Sul. **Anais...** Caxias do Sul: UNC, 2011. 56 p.

MULLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons. 1974.

NACHITGALL, G. R.; NOGUEIRO, R. C.; ALLEONI, L. R. F. Extração sequencial de Mn e Zn em solos em função do pH e adição de cama-de-frango. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 240-249, mai/jun., 2009.

NOFFS, P. S.; GALLI, L. F.; GONÇALVES, J. C. **Recuperação de áreas degradadas da mata atlântica**. 2.ed. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2000.

NUNES, C. C. S. **Sobrevivência e crescimento inicial de quatro espécies Lenhosas nativas cultivadas em solos degradados**. 2010. Dissertação (Mestrado em Recursos genéticos Vegetais) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2010.

OKSANEN, J. et al. Vegan: community ecology package. **R package version**, v. 1, p. 8-8. 2016.

OLIVEIRA, T. J. F. **Técnicas para recuperação de mata ciliar do rio Paraíba do Sul, na região Noroeste Fluminense**. 2014. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2014.

OLIVEIRA, A. J. F. **Recuperação de uma área degradada do cerrado através de modelos de nucleação, galharias e transposição de banco de sementes**. 2013. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2013.

OLIVEIRA, N. M. **Estabelecimento de espécies florestais a partir do plantio em diferentes posições do relevo**. 2011. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2011.

PARROTA, J. A. The role of plantation forest in rehabilitation degraded tropical ecosystems. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.41, p.115-133, 1992.

PAULA, A. de. et al. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 3, p. 407-423, 2004.

PULITO, A. P.; ARTHUR JÚNIOR, J. C. Manejo de Resíduos Florestais. **Revista Opiniões**. 2009. Disponível em: <www.revistaopinioes.com.br/cp/materia.php?id=508>. Acesso em: 18 jun.2016.

PUTZ, F. E. Treefall pits and mounds, buried seeds, and the importance of soil disturbance to pioneer trees on Barro Colorado Island, Panama. **Ecology**, v. 64, n. 5, p. 1069-1074, 1983.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 18 out. 2016.

RECH, C. C. C. et al. Avaliação da Restauração Florestal de uma APP Degrada em Santa Catarina. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 194-203, 2015.

RECH, C. Estudo sugere uso de serragem como insumo. **Revista da Madeira**, Curitiba, n. 66, p.30-34, ago., 2002.

REGENSBURGER. B.; COMIN, J. J.; AUMOND, J. J. Integração de técnicas de solo, plantas e animais para recuperar áreas degradadas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, set., 2008.

REIS, A. et al. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. In: **Natureza & Conservação**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2003.

REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL & V. L.; GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. São Paulo: FEPAF, 2003. p. 91-110.

REITZ, R. **Sapindáceas**. In: Flora Catarinense. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1980. 160 p.

REITZ, R.; KLEIN, R.; REIS, A. **Projeto Madeira de Santa Catarina**. Herbário Barbosa Rodrigues, 320 p.1978.

RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v.142, n.6, p. 1141-1153, jun., 2009.

RODE, R. et al. Grupos florísticos e espécies discriminantes em povoamento de *Araucaria angustifolia* em uma Floresta Ombrófila Mista. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.2, p. 319-327. mar./abr., 2011.

RODRIGUES, B. D.; MARTINS, S.V.; LEITE, H. G. Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 1, p.65-73, 2010.

RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. **High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil**. New York: Science Publishers, 2007.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2004. p. 235-247.

RONCHI, D. L. **Restauração de uma área degradada através de poleiros secos como modelo de nucleação**. 2013. Monografia (Graduação em Biologia da Conservação) - Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2013.

RONDINO, E. **Áreas Verdes como redestinação de áreas degradadas pela mineração: estudo de casos nos municípios de Ribeirão Preto, Itu e Campinas, Estado de São Paulo**. 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.

SACRAMENTO, A. S.; SOUZA, D. R.; SANTOS, D. W. F. N. Potencialidades de espécies lenhosas nativas para produção madeireira, cultivadas em solos degradados. **Scientia Plena**, Sergipe, v.8, n.4, abr., 2012.

SAMPIETRO, J. A.; LOPES, E. S. Compactação de um Cambissolo e Neossolo submetidos a diferentes intensidades de tráfego de *Feller Buncher* e *Skidder*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.39, n.90, p. 265-272, jun., 2011.

SANCHOTENE, M. C. C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. Porto Alegre: SAGRA, 1989. 306 p.

SANTA CATARINA. **Cartilha para o licenciamento ambiental de jazidas minerais** (Para uso em Infraestrutura Pública). 2012. p.1-48. Disponível em: http://sie.sc.gov.br/Cartilha_Licenciamento_Jazidas_final.pdf. Acesso em: 17 abr. 2016.

SANTOS, E. B. S.; CHAVES, J. M. Uso de imagens CBERS na identificação de áreas de extração de areia na Região Metropolitana de Salvador – BA. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21.,2007. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 1071-1078.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Unidade de Coordenação do Projeto de Recuperação das Matas Ciliares. **Restauração ecológica: sistemas de nucleação**. São Paulo: SMA, 2011. 63p. Disponível em: <http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Nucleacao.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2016.

SER. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica**. Estados Unidos, 2004. Disponível em: <http://www.ser.org/docs/default-document-library/ser-primer-portuguese.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2016.

SHUMAN, L. M. Fractionation method for soil microelements. **Soil Science**, v.140, p.11-22, 1985.

SILVA, L. B. X.; TORRES, M. A. V. Espécies florestais cultivadas pela Copel/PR. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RAD, 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba:UFPR, 1992.

SILVESTRE, R. et al. Florística, estrutura e distribuição espacial de espécies ocorrentes em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, Castro-PR. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v. 19, n. 1, fev., 2012.

SILVESTRINI, A. R. C. **Recomposição inicial de floresta ripária com práticas de cobertura de solo e de adubação, região metropolitana de Curitiba-PR**. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 2014.

SIDOL – SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DENDROLÓGICA ONLINE – Floresta Ombrófila Mista (www.florestaombrofilamista.com.br/sidol/). Curso de Pós Graduação em Engenharia Florestal da UFPR. Acesso em: 10 ago. 2016.

SONNEVELD, C. **Effects of salinity on substrate grown vegetables and ornamentals in greenhouse horticulture**. 2000. 150 f. Tese (Doutorado) Wageningen University, Wageningen, 2000.

SOUZA, E. B. 2010. *Mitracarpus in Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB020777>). Acesso em: 05 mar.2016.

SPSS, versão 20.0: *Statistical Package for the Social Sciences*, [S.I.]: Internacional Business Machines – IBM, 2014. Conjunto de programas.

SWAINE, M. D.; HALL, J. B. Early succession on cleared forest land in Ghana. **Journal of Ecology**, v.71, n.2, p. 601-627, jul., 1983.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p.

TESSARO, T. P. Recuperação de área de mata ciliar degradada parcialmente recuperada no município de Ouro, Santa Catarina. **Unoesc & Ciência – ACBS**, Joaçaba, v. 7, n. 2, p. 215-220, jul./dez. 2016.

TRES, D. R.; REIS, A. Técnicas nucleadoras na restauração de floresta ribeirinha em área de Floresta Ombrófila Mista, Sul do Brasil. **Revista Biotemas**, v.22, n.4, p. 59-71, dez., 2009.

TRES, D. R. et al. Poleiros artificiais e transposição de solo para a restauração nucleadora em áreas ciliares. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, s.1, p. 312-314, 2007.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p.150-162, 2003.

VIEIRA, D. L. M.; SCARIOT, A. Principles of ZHANG, Z. Q. et al. Soil seed banks as an input natural regeneration of tropical dry forest for of seed source in revegetation of lead/zinc mine restoration. **Restoration Ecology**, v. 14, n. 1, tailings. **Restoration Ecology**, v. 9, n. 1, p.378-385, p.11-20, 2006.

YARRANTON, G. A.; MORRISON, R. G. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. **Journal of Ecology**, v. 62, n. 2, p. 417-428, 1974.

ZANINI, L.; GANADE, G. Restoration of Araucaria Forest: the role of perches, pioneer vegetation and soil fertility. **Restoration Ecology**, v. 13, n. 3, p. 507-514, sep., 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Matriz de dados obtida a partir das observações mensais do Diâmetro do coleto (DC) e Altura (H) para a área Westarp e Lauro

ESPÉCIES	DC mín	DC Máx	DC méd	H mín	H Máx	H méd	Inc DC	Inc H
<i>Allophylus edulis</i>	3,89	6,98	6,04	23,71	24,50	25,26	3,08	0,79
<i>Annona sylvatica</i>	5,45	7,76	6,86	18,75	25,13	23,99	2,31	6,38
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	3,01	6,93	5,39	15,38	21,19	18,77	3,92	5,81
<i>Eugenia uniflora</i>	3,48	6,55	5,39	22,71	27,79	29,86	3,07	5,07
<i>Gymnanthes klotzschiana</i>	3,78	7,06	5,83	21,13	26,75	24,46	3,28	5,63
<i>Inga marginata</i>	5,23	9,99	8,11	22,14	30,14	28,02	4,76	8,00
<i>Inga vera</i>	4,20	6,91	5,71	15,86	17,86	17,44	2,71	2,00
<i>Mimosa scabrella</i>	5,92	41,39	21,23	56,83	187,50	115,60	35,47	130,67
<i>Psidium cattleianum</i>	2,91	9,60	6,78	19,83	30,33	25,86	6,69	10,50
<i>Schinus molle</i>	5,75	8,70	7,04	50,00	56,67	51,45	2,94	6,67
<i>Schinus terebinthifolius</i>	5,02	11,05	8,87	30,38	50,13	42,44	6,03	19,75
<i>Schinus terebinthifolius</i> 1	5,98	15,31	12,49	34,88	64,69	54,27	9,33	29,81
<i>Vitex megapotamica</i>	5,02	6,34	5,60	25,33	27,50	26,88	1,31	2,17
<i>Allophylus edulis</i> B	3,43	5,50	4,50	23,13	23,75	21,76	2,07	0,63
<i>Annona sylvatica</i> B	4,68	6,12	5,47	24,06	34,81	23,06	1,44	10,75
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> B	2,78	5,60	4,42	18,00	23,06	20,40	2,82	5,06
<i>Eugenia uniflora</i> B	2,78	5,15	4,04	24,19	28,31	28,28	2,38	4,13
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> B	2,85	7,02	5,00	19,44	28,88	23,91	4,16	9,44
<i>Inga marginata</i> B	4,10	6,03	5,19	27,75	29,81	28,54	1,93	2,06
<i>Inga vera</i> B	3,62	6,26	4,45	13,50	15,94	15,20	2,64	2,44
<i>Mimosa scabrella</i> B	4,89	11,96	8,34	69,19	96,69	78,58	7,07	27,50
<i>Psidium cattleianum</i> B	2,72	5,50	4,06	18,25	24,00	19,64	2,78	5,75
<i>Schinus molle</i> B	3,29	13,43	7,14	28,56	76,94	51,98	10,14	48,38
<i>Schinus terebinthifolius</i> B	3,45	10,60	7,10	24,88	43,13	32,80	7,16	18,25
<i>Schinus terebinthifolius</i> 1 B	3,65	11,63	7,59	22,31	47,38	36,90	7,98	25,06
<i>Vitex megapotamica</i> B	4,25	6,55	5,55	25,13	29,25	28,78	2,30	4,13

B: espécies pertencentes aos núcleos de Anderson da área Lauro.

APÊNDICE B – Custos para implantação de projeto de restauração utilizando técnicas nucleadoras

Implantação		Rendimentos			Observações	Custo/Depreciação		Custo total
Atividade	Equipamento	H:H	Dose	Unidade	Insumo	H:H	Insumo/Equip	R\$
Limpeza da área	Enxada	4	2	Un	Enxada	12,5	0,0*	50,00
Coleta de solo	Pá de corte	1	1	Un	Saco de plástico	12,5	0,0*	12,50
Análise química do solo	Amostras de solo		2	Un			25,00	50,00
Combate a formigas	Microporta-iscas	0,5	80	g	Isca granulada	12,5	0,67	5,54
Abertura de Covas	Cavadeira	4	1	Un		12,5	0,0*	50,00
Aplicação de calcário	Balde + Copo	1	21,6	kg	Calcário dolomítico	12,5	4,81	17,31
Adubação de base	Balde + Copo	1	52	kg	NPK	12,5	1,30	80,10
Adubação orgânica	Litro pet	1	208	L	Esterco bovino	12,5	0,0*	12,50
Plantio		3	208	Un	Muda	12,5	2,00	453,50
Coleta do Banco de sementes	Gabarito de 1 m	4	1	Un	Saco de plástico	12,5	10,00	60,00
Irrigação	Regador	2	150 + 2	L/ Un	Água do curso hídrico	12,5	0,0*	25,00
Aplicação de herbicida	Pulverizador costal + Herbicida	2	2	L	Roundup	12,5	2,00 + 30,00	57,00
Total Parcial/500m²							873,45	
Total/ha							17.469,00	

H:H = Horas: homem ; *Depreciação dos equipamentos 0 (zero) indica que não chegou a 1 centavo.

Fonte: Próprio autor, 2016, adaptado de Brancalion et al., 2015.