

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

Thairini Claudino Zavistanovicz

**ESPÉCIES POTENCIAIS PARA PLANTIO EM ÁREA ANTROPIZADA
NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Santa Maria, RS
2017

Thairini Claudino Zavistanovicz

**ESPÉCIES POTENCIAIS PARA PLANTIO EM ÁREA ANTROPIZADA
NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

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

Orientadora: Dra. Maristela Machado Araujo

Santa Maria, RS
2017

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

Claudino Zavistanovicz, Thairini
ESPÉCIES POTENCIAIS PARA PLANTIO EM ÁREA ANTROPIZADA
NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL / Thairini
Claudino Zavistanovicz.- 2017.
84 p.; 30 cm

Orientadora: Maristela Machado Araujo
Coorientadora: Marlove Fátima Brião Muniz
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2017

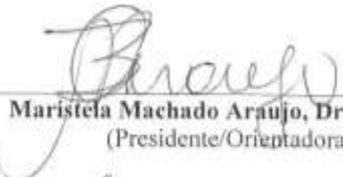
1. Silvicultura 2. Produção de mudas 3. Espécies
florestais 4. Restauração I. Machado Araujo, Maristela
II. Fátima Brião Muniz, Marlove III. Título.

Thairini Claudino Zavistanovicz

**ESPÉCIES POTENCIAIS PARA PLANTIO EM ÁREA ANTROPIZADA NA REGIÃO
CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

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

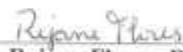
Aprovado em 20 de fevereiro de 2017:



Maristela Machado Araújo, Dr.^a (UFSM)
(Presidente/Orientadora)



Gilvano Ebling Brondani, Dr. (UFLA)



Rejane Flores, Dr.^a (IFFar)

Santa Maria, RS
2017

Dedico esse trabalho aos meus pais, Tiago e Fabiana, ao meu irmão Pietro, aos meus avós Gregório (*in memoriam*) e Terezinha, Santelmo e Selanira, pois foi o seu amor, apoio e compreensão que moldaram meu caráter e me permitiram chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e por todas as oportunidades e ensinamentos concedidos.

Agradeço a minha família, especialmente aos meus pais, Tiago e Fabiana, meu irmão Pietro e aos meus avós, pelo apoio, amor e compreensão, fundamentais para a realização dessa conquista.

Ao meu namorado Thalles, que mesmo distante, me proporcionou todo amor, compreensão e companheirismo necessários para seguir em frente. Agradeço também à minha sogra Gisela, pelo apoio em todos os momentos.

A minha orientadora, Maristela Machado Araujo, a qual considero um exemplo de profissional e pesquisadora, agradeço pelas oportunidades concedidas, confiança, ensinamentos e todo apoio prestado ao longo dessa jornada.

Aos professores Gilvano Ebling Brondani e Rejane Flores, pela disponibilidade em participarem como membros da banca de avaliação.

Aos colegas do Laboratório de Silvicultura e Viveiro Florestal que integraram a equipe no decorrer desse trabalho: Adriana G., Daniele R., Felipe M., Gabriel M., Gelsa R., Guilherme O., Jairo P., Jessé M., Marllós L., Matheus S., Maurício S., Mônica K., Thaíse T. e demais com quem tive a oportunidade de conviver, pois sem sua ajuda, esse trabalho não seria possível. Agradeço especialmente aos colegas Álvaro B. e Felipe T., pela grande contribuição nas saídas de campo, fundamentais para a realização desse trabalho.

Às minhas amigas queridas: Camila, Claudia, Dani G., Pati e Su, que além de contribuírem para o desenvolvimento e conclusão desse trabalho, tanto na parte prática quanto intelectual, também tornaram meus dias mais leves e iluminados, me apoiando em todos os momentos. Sou imensamente grata por essa amizade verdadeira, a qual levarei para sempre.

Às amigas que conheci em Santa Maria: Ângela M., Grasi F., Jéssica Z. e Karine B. com as quais pude dividir apartamentos, alegrias, momentos difíceis e acima de tudo, uma grande amizade. Levarei para sempre em meu coração!

Aos Engenheiros Florestais e grandes amigos Alessandra M., Eduardo S., Gustavo U. e Guilherme B. e aos colegas da Pós-Graduação, pela amizade e companheirismo.

Ao Professor Dr. Sidinei José Lopes, pelos ensinamentos e tempo disponibilizado para sanar as dúvidas em relação à estatística.

Aos funcionários do Viveiro Florestal: Seu Élio Campanhol, Gervásio Mario, Seu João e Simone, por toda ajuda prestada e também pelo companheirismo.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF), em especial aos professores, pelos ensinamentos fundamentais para minha qualificação profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro.

Ao Fundo Socioambiental Caixa Econômica Federal, pelo auxílio financeiro por meio de projeto, o qual possibilitou essa pesquisa.

À coorientadora, Dr^a. Marlove Fátima Brião Muniz e à participante do comitê de orientação, Dr^a Lia Rejane Silveira Reiniger, pelas colaborações no desenvolvimento deste estudo.

A Caroline Mallman, Aquiles Naressi e Sérgio Escobar, membros da Secretaria Estadual do Meio Ambiente, pela permissão em realizar esse trabalho no Parque Estadual Quarta Colônia, pelo acompanhamento e auxílio nas saídas de campo.

Enfim, agradeço imensamente a todos que, de alguma forma, contribuíram para essa grande conquista.

Muito obrigada!

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar.

Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

(Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

ESPÉCIES POTENCIAIS PARA PLANTIO EM ÁREA ANTROPIZADA NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

AUTORA: Thairini Claudino Zavistanovicz
ORIENTADORA: Dra. Maristela Machado Araujo

O sucesso dos plantios florestais, tanto para fins de restauração quanto comercial, está diretamente relacionado ao processo de produção das mudas no viveiro e aos tratamentos culturais utilizados após o plantio. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a sobrevivência e o crescimento inicial de mudas de *Casearia sylvestris*, *Handroanthus heptaphyllus*, *Inga vera*, *Parapiptadenia rigida* e *Schinus terebinthifolius*, em área antropizada, de acordo com o recipiente utilizado na produção das mudas em viveiro e o uso de *mulching* no plantio. O experimento foi conduzido em esquema fatorial (2x2), considerando tipos de recipientes utilizados na produção das mudas (saco plástico e tubete) e presença ou ausência de *mulching* no entorno das mudas no plantio. O plantio ocorreu em outubro de 2013, em delineamento blocos ao acaso, com cinco repetições. Aos 24 meses após o plantio avaliou-se a sobrevivência das mudas, além de atributos morfológicos e fisiológicos. Quanto à sobrevivência no campo, somente *I. vera* apresentou diferença entre os tratamentos, com maior média para mudas produzidas em saco plástico (86,67%). As demais espécies obtiveram valores semelhantes entre os tratamentos, resultando em valores de 72,5; 85,0; 80,0 e 81,7%, respectivamente, para as mudas de *C. sylvestris*, *H. heptaphyllus*, *P. rigida* e *S. terebinthifolius*. Verificou-se efeito positivo do uso de saco plástico para os atributos incremento em altura (IncH) e em diâmetro do coleto (IncDC), área da copa (AC) e massa seca da parte aérea (MSPA) para as mudas de *C. sylvestris*, *H. heptaphyllus* e *I. vera*. Para *P. rigida*, o uso do saco plástico mostrou-se superior em AC e MSPA e para mudas de *S. terebinthifolius*, apenas em IncH. A presença de *mulching* no plantio favoreceu o IncH, IncDC, AC e MSPA de *H. heptaphyllus*, bem como a AC e a MSPA de *C. sylvestris*, no entanto, foi desfavorável ao IncH de mudas de *P. rigida*. Para *I. vera* e *S. terebinthifolius*, o uso do *mulching* não foi eficaz no auxílio no crescimento de ambas espécies. Quanto aos parâmetros fisiológicos, não foi observada diferença entre os tratamentos testados, independente da espécie, possivelmente devido à sua adaptação à área de plantio. Dessa forma, os atributos morfológicos indicam que mudas de *C. sylvestris*, *H. heptaphyllus*, *I. vera* e *P. rigida* produzidas em recipiente do tipo saco plástico de 1,5 L apresentam elevada sobrevivência, maior crescimento e cobertura da área. Por outro lado, mudas de *S. terebinthifolius* podem ser produzidas em recipientes do tipo tubete de 180 cm³, quando destinadas a plantios de restauração em área antropizada. O *mulching* como trato cultural deve ser aplicado no plantio de mudas de *C. sylvestris* e *H. heptaphyllus* para favorecer seu crescimento a campo, no entanto, para as demais espécies o uso deste trato cultural deve ser investigado em estudos futuros, testando-se maior quantidade/volume de cobertura, não apenas no entorno, mas em toda a área de plantio.

Palavras-chave: Espécie arbórea. Produção de mudas. Recipientes. *Mulching*. Restauração.

ABSTRACT

POTENTIAL SPECIES FOR PLANTING IN ALTERED AREA IN THE CENTRAL REGION OF RIO GRANDE DO SUL

AUTHOR: Thairini Claudino Zavistanovicz

ADVISER: Dra. Maristela Machado Araujo

The success of forest plantations, both for restoration and commercial purposes, is directly related to the production process of seedlings in the nursery and to the cultural treatments used after planting. Thus, the objective of this study was to verify the survival and initial growth of *Casearia sylvestris*, *Handroanthus heptaphyllus*, *Inga vera*, *Parapiptadenia rigida* and *Schinus terebinthifolius* seedlings in anthropized area, according to container used in nursery seedlings production and use of mulching on planting. The experiment was conducted in a factorial scheme (2x2), considering the types of containers used in the production of the seedlings (plastic bag and tube) and the presence or absence of mulching around the planting seedlings. The planting occurred in October 2013, in a randomized block design, with five replications. At 24 months after planting the survival of the seedlings was verified, besides the morphological and physiological attributes. As for survival on the field, only *I. vera* presented a difference between treatments, with a higher value for seedlings produced in a plastic bag (86.67%). The other species obtained similar averages among the treatments, presenting rates of 72.5; 85.0; 80.01 and 81.7%, respectively, for the seedlings of *C. sylvestris*, *H. heptaphyllus*, *P. rigida* and *S. terebinthifolius*. There was a positive effect of the use of plastic bag for the attributes increase in height (IncH) and in stem diameter (IncDC), crown area (AC) and shoot dry mass (MSPA) for *C. sylvestris*, *H. heptaphyllus* and *Inga vera*. For *P. rigida*, the use of the plastic bag was superior in AC and MSPA and for seedlings of *S. terebinthifolius*, only in IncH. The presence of mulching at the planting favored the attributes IncH, IncDC, AC and MSPA of *H. heptaphyllus*, as well as AC and MSPA of *C. sylvestris*, however, was unfavorable to IncH of *P. rigida* seedlings. For *I. vera* and *S. terebinthifolius*, the use of mulching was not effective in aiding the growth of both species. Regarding the physiological parameters, no difference was observed between the treatments tested, independent of the specie, possibly due to its adaptation to the planting area. Thus, the morphological attributes indicate that seedlings of *C. sylvestris*, *H. heptaphyllus*, *I. vera* and *P. rigida* produced in a 1.5 L plastic bag container present high survival, higher growth and area coverage. On the other hand, seedlings of *S. terebinthifolius* can be produced in 180 cm³ tube type containers, when destined to plantations of restoration in anthropized area. Mulching as a cultural treatment should be applied in the planting of *C. sylvestris* and *H. heptaphyllus* to favor its growth in the field, however, for the other species the use of this cultural tract should be investigated in future studies, being tested more quantity/volume of coverage, not only in the surroundings, but throughout the planting area.

Keywords: Tree species. Seedling production. Containers. *Mulching*. Survival.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos utilizados para compor o experimento com diferentes recipientes e presença ou ausência de <i>mulching</i> no plantio a campo	37
Tabela 2 - Atributos físicos e químicos do solo da área de plantio, no Parque Estadual Quarta Colônia, RS	38
Tabela 3 - Incremento em altura (IncH), incremento em diâmetro do coleto (IncDC) e relação altura e diâmetro do coleto (H/DC) de mudas de <i>C. sylvestris</i> , <i>H. heptaphyllus</i> e <i>P. rigida</i> aos 24 meses após o plantio a campo, sob diferentes tratamentos	47
Tabela 4 - Relação altura e diâmetro do coleto (H/DC) (cm mm ⁻¹) de mudas de <i>P. rigida</i> , aos 24 meses após o plantio a campo, sob diferentes tratamentos	47
Tabela 5 - Área da copa (AC) e massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de <i>C. sylvestris</i> , <i>H. heptaphyllus</i> e <i>P. rigida</i> , aos 24 meses após o plantio a campo, sob diferentes tratamentos	48
Tabela 6 - Sobrevivência de mudas de <i>I. vera</i> aos 24 meses após o plantio a campo, sob diferentes tratamentos	59
Tabela 7 - Incremento em altura (IncH), incremento em diâmetro do coleto (IncDC), relação altura e diâmetro do coleto (H/DC), área da copa (AC), massa seca da parte aérea (MSPA) e luminosidade sob a copa (LC) de mudas de <i>I. vera</i> e <i>S. terebinthifolius</i> , aos 24 meses após o plantio a campo, sob diferentes tratamentos	60
Tabela 8 - Umidade do solo (m ³ m ⁻³) sob a copa de mudas de <i>I. vera</i> , aos 24 meses após o plantio a campo, sob diferentes tratamentos	61

LISTA DE APÊNDICES

- APÊNDICE A** - Mapa de localização do experimento, em área pertencente ao Parque Estadual Quarta Colônia (PEQC), RS 78
- APÊNDICE B** - Área do experimento após roçada para plantio (a-i); abertura de covas com cavadeira manual (a-ii); plantio das mudas (a-iii); mudas com *mulching* no entorno (b-i, b-ii); mudas sem *mulching* no entorno (b-iii, b-iv)..... 78
- APÊNDICE C** - Área do experimento: mudas de *Schinus terebinthifolius* (12 meses após o plantio) (i); mudas de *Parapiptadenia rigida* (24 meses após o plantio) (ii ao fundo); mudas de *Casearia sylvestris* (12 meses após o plantio) (iii); mudas de *Handroanthus heptaphyllus* (24 meses após o plantio) (iv); mudas de *Inga vera* (24 meses após o plantio) (v); *Inga vera* em floração (vi) ... 79
- APÊNDICE D** - Resultado da Análise de Variância (Quadrados médios) das mudas de *Casearia sylvestris* para os atributos sobrevivência aos 24 meses após o plantio (Sob24), incremento em altura (IncH), incremento em diâmetro do coleto (IncDC), relação altura e diâmetro do coleto (H/DC), área da copa (AC), massa seca da parte aérea (MSPA), índice de clorofila *a* (Cla), índice de clorofila *b* (Clb), fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m) e rendimento quântico máximo (F_v/F_m)..... 80
- APÊNDICE E** - Resultado da Análise de Variância (Quadrados médios) das mudas de *Handroanthus heptaphyllus* para os atributos sobrevivência aos 24 meses após o plantio (Sob24), incremento em altura (IncH), incremento em diâmetro do coleto (IncDC), relação altura e diâmetro do coleto (H/DC), área da copa (AC), massa seca da parte aérea (MSPA), índice de clorofila *a* (Cla), índice de clorofila *b* (Clb), fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m) e rendimento quântico máximo (F_v/F_m) 81
- APÊNDICE F** - Resultado da Análise de Variância (Quadrados médios) das mudas de *Inga vera* para os atributos sobrevivência aos 24 meses após o plantio (Sob24), incremento em altura (IncH), incremento em diâmetro do coleto (IncDC), relação altura e diâmetro do coleto (H/DC), área da copa (AC), massa seca da parte aérea (MSPA), índice de clorofila *a* (Cla), índice de clorofila *b* (Clb), fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m), rendimento quântico máximo (F_v/F_m), umidade do solo (US) e luminosidade sob a copa (LC)..... 82

APÊNDICE G - Resultado da Análise de Variância (Quadrados médios) das mudas de <i>Parapiptadenia rigida</i> para os atributos sobrevivência aos 24 meses após o plantio (Sob24), incremento em altura (IncH), incremento em diâmetro do coleto (IncDC), relação altura e diâmetro do coleto (H/DC), área da copa (AC), massa seca da parte aérea (MSPA).....	83
APÊNDICE H - Resultado da Análise de Variância (Quadrados médios) de para <i>Schinus terebinthifolius</i> os atributos sobrevivência aos 24 meses após o plantio (Sob24), incremento em altura (IncH), incremento em diâmetro do coleto (IncDC), relação altura e diâmetro do coleto (H/DC), área da copa (AC), massa seca da parte aérea (MSPA), índice de clorofila <i>a</i> (<i>Cl_a</i>), índice de clorofila <i>b</i> (<i>Cl_b</i>), fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m) e rendimento quântico máximo (F_v/F_m).....	84

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 RESTAURAÇÃO DE AMBIENTES ANTROPIZADOS POR MEIO DO PLANTIO DE MUDAS	19
2.2 ESPÉCIES UTILIZADAS NO ESTUDO	21
2.2.1 <i>Casearia sylvestris</i>	21
2.2.2 <i>Handroanthus heptaphyllus</i>	22
2.2.3 <i>Inga vera</i>	23
2.2.4 <i>Parapiptadenia rigida</i>	24
2.2.5 <i>Schinus terebinthifolius</i>	24
2.3 PRODUÇÃO DE MUDAS EM RECIPIENTES	25
2.4 <i>MULCHING</i>	28
2.5 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DE MUDAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS NO PRÉ E PÓS-PLANTIO	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1 ÁREA DE ESTUDO	34
3.2 CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DAS ESPÉCIES ARBÓREAS	34
3.3 PRODUÇÃO DAS MUDAS	35
3.4 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	36
3.5 PREPARO DA ÁREA	37
3.6 AVALIAÇÕES DOS ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS E FISIOLÓGICOS	39
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	41
4 CAPÍTULO I – TIPO DE RECIPIENTE NA PRODUÇÃO DE MUDAS E USO DE <i>MULCHING</i> NO PLANTIO INFLUENCIAM O CRESCIMENTO DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM ÁREA ANTROPIZADA?	42
4.1 INTRODUÇÃO	43

4.2 MATERIAL E MÉTODOS	45
4.3 RESULTADOS	45
4.4 DISCUSSÃO	48
4.5 CONCLUSÃO	53
5 CAPÍTULO II – SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE <i>Inga vera</i> WILL. E <i>Schinus terebinthifolius</i> RADDI EM ÁREA ANTROPIZADA NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL	55
5.1 INTRODUÇÃO	56
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	58
5.3 RESULTADOS	58
5.4 DISCUSSÃO	61
5.5 CONCLUSÃO	65
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
APÊNDICES	78

1 INTRODUÇÃO GERAL

A expansão agrícola e pecuária, além de outras atividades antrópicas, tem ocasionado a perda de grandes áreas de cobertura florestal, gerando consequências graves, como a redução da biodiversidade e da disponibilidade de bens e serviços florestais, a degradação do solo e dos recursos hídricos (LAMB; GILMOUR, 2003; FERRAZ; ENGEL, 2011). Diante desse cenário, muitas técnicas estão sendo indicadas, visando mitigar os impactos causados pela retirada da vegetação, entre as quais se enquadra o plantio de mudas de espécies arbóreas nativas.

O plantio de mudas pode auxiliar a reverter alguns dos impactos mais severos da perda e degradação florestal, proporcionando: melhoria na qualidade e quantidade de água; possibilidade de utilização de recursos florestais, incluindo lenha e produtos não-madeireiros, de forma sustentável; ciclagem de nutrientes, melhora nas condições do solo, bem como aumento da diversidade biológica (MAGINNIS; JACKSON, 2005).

A utilização de mudas produzidas em viveiro pode ser um meio eficaz de assegurar o mais rápido recobrimento de áreas desflorestadas (PINTO et al., 2011), contribuindo assim para acelerar a retomada da funcionalidade nesses locais. Por esses motivos, o plantio de mudas visando à restauração de áreas vem sendo foco de diversas pesquisas (LONDE; SOUSA; KOZOVITS, 2015; MARCUZZO; ARAUJO; GASPARIN, 2015; BERTACCHI et al., 2016; CARNEVALI et al., 2016).

Em projetos que objetivam o plantio de mudas em área antropizada, deve-se considerar que seu êxito depende, entre outros fatores, da qualidade das mudas utilizadas. Estas, além de terem capacidade de resistir às condições adversas, peculiares de cada local de plantio, devem crescer rapidamente para competir com as plantas daninhas, muito comuns em locais alterados (LELES et al., 2006; ABREU et al., 2015).

Dentre os fatores que determinam a qualidade das mudas está o recipiente utilizado durante sua produção em viveiro. A escolha desse determinará a quantidade de água e nutrientes disponíveis para as plantas e também o processo operacional ao longo da produção (LUNA; LANDIS; DUMROESE, 2009). Os recipientes mais utilizados na produção de mudas de espécies arbóreas, no Brasil, são os sacos plásticos de polietileno e os tubetes de polipropileno.

Segundo Gomes e Paiva (2011), os sacos plásticos apresentam baixo custo e alta disponibilidade no mercado, porém, podem danificar o sistema radicular das mudas pelo envelhecimento das raízes, além de se tornarem resíduo após o uso, pois não são reutilizados. Os mesmos autores ressaltam que os tubetes possuem estrias longitudinais, as quais direcionam o sistema radicular, e sua disposição em bandejas facilita as operações no viveiro, além disso,

apresentam como vantagens a presença de orifício no fundo que favorece a saída e poda do sistema radicular.

Uma dúvida ainda existente quando o silvicultor adquire mudas para plantios, visando principalmente a restauração, refere-se a qual tipo e tamanho de recipiente proporcionam mais rápida sobrevivência e estabelecimento no pós-plantio. Cada recipiente apresenta vantagens e desvantagens, assim como requerem técnicas de produção variadas (ABREU et al., 2015), podendo apresentar mudas de diferentes padrões. Geralmente, a escolha do recipiente para produção das mudas é feita pelo viveirista, e se baseia em função do seu crescimento e qualidade no viveiro, no entanto, é necessário ainda verificar o comportamento das mudas após o plantio (ABREU et al., 2015).

Além da utilização de recipientes adequados, para se obter sucesso em plantios de restauração é necessário utilizar tratos silviculturas que auxiliam as mudas, principalmente até o estabelecimento, durante os primeiros meses no campo, sendo fundamental adotar medidas que melhorem as condições do solo e controlem a vegetação concorrente (LÖF et al., 2012). Conforme evidenciado por Campoe, Stape e Mendes (2010), ao serem manejados adequadamente, os plantios de restauração devem apresentar elevada sobrevivência, além de intenso crescimento e recobrimento da área em curto tempo, sendo esse um meio prático para estabelecer florestas funcionais em áreas antropizadas.

Com o intuito de diminuir a temperatura superficial do solo, elevar sua umidade e limitar o desenvolvimento de plantas daninhas na área de plantio, pode-se fazer uso do *mulching*, também chamado de cobertura morta, por meio de material orgânico alocado no entorno das mudas após o plantio (SCHETTINI; VOX; DE LUCIA, 2007; CIECKO, 2009; IRSHAD et al., 2016). Essa técnica visa mitigar o efeito dos fatores adversos existentes na área, e dessa forma, favorecer a sobrevivência e crescimento das mudas.

Deve-se considerar também a necessidade de monitorar a sobrevivência e o crescimento das plantas durante os primeiros anos, visando detectar eventuais problemas inerentes à qualidade das mudas e/ou ao ambiente, bem como verificar se a produção das mudas e as técnicas utilizadas no plantio estão sendo de fato eficazes e podem ser recomendadas para futuros projetos com o mesmo enfoque (LANDIS; DUMROESE; HAASE, 2010a; SILVA et al., 2016). Esse monitoramento se faz importante também, tendo em vista que as espécies arbóreas, mesmo quando classificadas dentro de um grupo ecológico similar, podem apresentar comportamento distinto no pós-plantio.

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar o comportamento silvicultural de um plantio de mudas de *Casearia sylvestris* Sw., *Handroanthus heptaphyllus* (Mart.) Mattos, *Inga*

vera Willd., *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan e *Schinus terebinthifolius* Raddi., em área antropizada, de acordo com dois tipos de recipientes utilizados na produção das mudas e uso ou não de *mulching* no plantio.

Esse trabalho foi dividido em dois capítulos, os quais estão organizados de acordo com os objetivos específicos a seguir:

- Capítulo I - Avaliar a sobrevivência e o crescimento inicial de mudas de *C. sylvestris*, *H. heptaphyllus* e *P. rigida*, em área antropizada, de acordo com o recipiente utilizado na produção das mudas em viveiro e do uso de *mulching* no plantio.
- Capítulo II - Avaliar a sobrevivência e o crescimento inicial de mudas de *I. vera* e *S. terebinthifolius*, em área antropizada, de acordo com o recipiente utilizado na produção das mudas em viveiro e do uso de *mulching* no plantio.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 RESTAURAÇÃO DE AMBIENTES ANTROPIZADOS POR MEIO DO PLANTIO DE MUDAS

Segundo Foletto e Leite (2011), a apropriação da natureza pela ação humana tem ocasionado a degradação ambiental de todos os ecossistemas. Os mesmos autores salientam ainda, que o descaso com a necessidade de conservar os recursos ambientais provém, em parte, do desconhecimento sobre as bases legais para a manutenção do meio ambiente, e que quando conhecidas, muitas vezes, são ignoradas em detrimento de interesses econômicos.

Como consequência dessa ação, há a ocorrência de paisagens altamente antropizadas, com baixa conectividade entre os fragmentos remanescentes, redução da biodiversidade e aumento do risco de extinção local de espécies (KAGEYAMA; GANDARA, 2005). Essa problemática tem criado um cenário favorável à valorização de ações visando à conservação dos recursos naturais, objetivando a manutenção dos serviços ambientais (FOLETO; LEITE, 2011).

Buscando atender a esses objetivos, tem-se desenvolvido técnicas de restauração, que consistem em prestar assistência à recuperação de um ecossistema alterado, degradado ou danificado, iniciando ou acelerando sua recuperação quanto à integridade e sustentabilidade (SER, 2004). Essas técnicas visam à recuperação de parte da biodiversidade local e a facilitação dos processos biológicos relacionados à manutenção dos ecossistemas florestais (PEREIRA; BOTELHO; DAVIDE, 2015).

Conforme Martins (2013), a restauração pode ocorrer de diversas formas, no entanto, a maioria delas inclui o fornecimento de propágulos para a recolonização dos ambientes alterados pela ação humana. Segundo Botelho et al. (2015), o início desse processo pode ocorrer por meio do plantio de mudas, o qual é recomendado quando a área a ser restaurada apresenta baixa capacidade de resiliência.

A utilização do plantio de mudas constitui um modelo convencional de restauração, o qual ainda é amplamente utilizado (MARTINS, 2013). No entanto, ressalta-se que o sucesso da restauração por meio dessa técnica deve considerar as particularidades de cada área, espécies e tratamentos silviculturais mais indicados para cada local (BOTELHO et al., 2015). Para isso, na etapa de planejamento deve-se conhecer a área a ser recomposta, buscando identificar a vegetação atual e indícios da original, por meio de levantamentos fitossociológicos em fragmentos da

vegetação natural da região (FONSECA et al., 2001; DURIGAN, 2005), o que permite a introdução de espécies mais adaptadas a cada região.

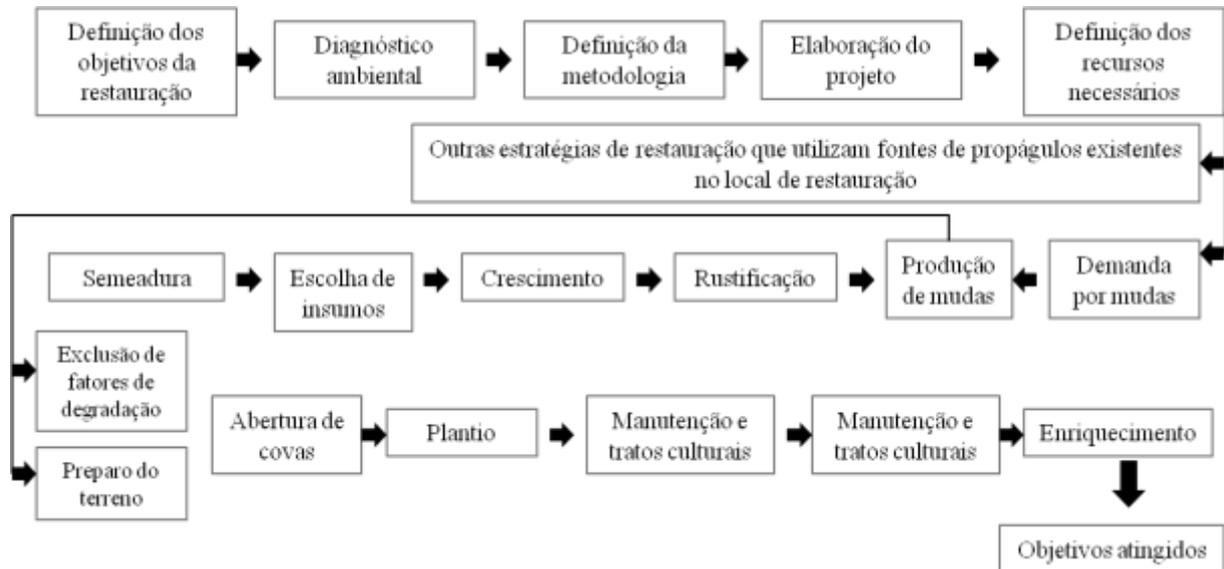
Diversas pesquisas realizadas no Brasil demonstram a eficácia da utilização do plantio de mudas de espécies nativas para recobrimento de áreas alteradas pela ação do homem, sendo de grande importância para dar início ao processo de restauração (CAMPOE et al., 2014; RAPPAPORT; MONTAGNINI, 2014; FEREZ et al., 2015; BERTACCHI et al., 2016; SILVA et al., 2016). No entanto, tais estudos demonstram também a necessidade de ampliar o conhecimento acerca das espécies que estão sendo utilizadas, aliado a técnicas que favoreçam seu desempenho no campo.

O plantio misto de mudas arbóreas nativas em áreas alteradas pela ação antrópica (áreas antropizadas) também pode ser feito utilizando espécies de interesse econômico, proporcionando serviços ambientais múltiplos, como auxílio na conectividade entre ecossistemas, e ainda servir como alternativa de renda ao proprietário da área (KAGEYAMA; GANDARA, 2005). Esse modelo com diversidade de espécies já está sendo testado e apresenta perspectiva de êxito, sendo descrito como potencial para viabilizar o reaproveitamento de áreas antropizadas (BRANCALION et al., 2013).

Além da definição de espécies, para garantir o sucesso dos plantios é necessário fazer uso de mudas com adequada qualidade. As características das mudas, entretanto, são variáveis, e o porte (altura e diâmetro do coleto), geralmente utilizado como referência de qualidade, dependerá do tipo e volume de recipiente utilizado na sua produção. Outro fator preponderante refere-se aos tratamentos silviculturais adotados, que visam reduzir os efeitos dos fatores ambientais extremos, limitantes da sobrevivência e crescimento das mudas no campo. Sem providências para melhorar as condições do solo e controlar a vegetação concorrente, o plantio será prejudicado (LÖF et al., 2012), ocasionando, muitas vezes, elevada mortalidade.

Martins (2013) definiu um modelo com as principais etapas necessárias para um projeto de restauração adequado, utilizando plantio total, desde a etapa de planejamento, produção de mudas, plantio e condução, a fim de atingir o objetivo esperado (Figura 1).

Figura 1 – Etapas de um projeto de restauração considerando o modelo de plantio em área total



Fonte: Adaptação de Martins (2013).

2.2 ESPÉCIES UTILIZADAS NO ESTUDO

A cobertura florestal do Rio Grande do Sul é ampla, englobando alta diversidade de espécies arbóreas nativas. Dentre essas com ocorrência natural na Floresta Estacional Decidual e também em outras regiões fitogeográficas do Brasil, que apresentam indicativos potenciais para restauração de áreas antropizadas, cita-se: *Casearia sylvestris* (carvalhinho), *Handroanthus heptaphyllus* (ipê-roxo), *Inga vera* (ingá-banana), *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho) e *Schinus terebinthifolius* (aroeira-pimenteira).

2.2.1 *Casearia sylvestris*

A *Casearia sylvestris*, conhecida popularmente como carvalhinho, chá-de-bugre, entre outros, é uma espécie da família Salicaceae, que na idade adulta pode atingir até 20 m de altura e 40 cm de diâmetro à altura do peito (DAP) (CARVALHO, 2006). Ocorre, naturalmente, em diferentes tipos de solos, de fertilidade química baixa à alta, úmidos ou secos e de textura arenosa à argilosa, porém, com drenagem boa a regular (CARVALHO, 2007). O mesmo autor também relata que essa espécie não está definida em um grupo sucessional, porém, Gandolfi, Leitão-Filho e Bezerra (1995) a consideram como uma espécie pioneira. Para Lorenzi (2008), no entanto, a mesma pode ser considerada tanto como heliófita (pioneira), quanto pode

apresentar comportamento de esciófita (típica de secundária tardia e clímax), ocorrendo preferencialmente em sub-bosques.

C. sylvestris também ocorre em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, sendo relatada em estudo de Rode et al. (2011) como uma das espécies mais importantes da regeneração desse povoamento. O carvalhinho apresenta propriedades medicinais, pois seu óleo essencial pode ser utilizado no tratamento de inflamações e úlcera gástrica (ESTEVES et al., 2005; FERREIRA et al., 2011). Além disso, é matéria prima para produção de carvão vegetal (COSTA et al., 2014).

A espécie apresenta flores muito aromáticas na antese, as quais são visitadas por uma variedade de insetos, sendo uma das poucas espécies florestais melíferas no inverno, tendo seus frutos muito consumidos pela avifauna (BACKES; IRGANG, 2002; MARQUETE; VAZ, 2007). Isso auxilia na dispersão de sementes, o que intensifica a sua indicação para uso em áreas alteradas e degradadas. O crescimento em plantio no campo é moderado (LORENZI, 2008), atingindo 3,7 m de altura aos quatro anos após o plantio (TOLEDO FILHO; BERTONI, 2001).

2.2.2 *Handroanthus heptaphyllus*

Handroanthus heptaphyllus (ipê-roxo) pertence à família Bignoniaceae, podendo atingir 35 m de altura e 150 cm de DAP e é classificada no grupo sucessional das espécies secundárias tardias (CARVALHO, 2003). Além disso, o autor descreveu que, no Brasil, a espécie ocorre nos estados da Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Segundo Grings e Brack (2011), a espécie ocorre naturalmente no interior da Floresta Estacional Decidual e mais raramente na Floresta Ombrófila Densa. Nas florestas estacionais, prefere matas ribeirinhas, em solos húmicos ou argilosos e avermelhados, podendo ocorrer em encostas de morros, em solos geralmente úmidos, porém não encharcados. Apesar de ser considerada como espécie secundária tardia, *Handroanthus heptaphyllus* apresenta alta sobrevivência e desenvolvimento satisfatório em plantio a pleno sol (TONETTO, 2014), podendo ainda ser cultivado em plantios mistos, associado a espécies pioneiras e secundárias (CARVALHO, 2003).

O ipê-roxo possui madeira valiosa, dura e pesada, além de ser amplamente pesquisada para uso medicinal (BACKES; IRGANG, 2002) e em plantios heterogêneos de indivíduos adultos, onde tem potencial de facilitar o estabelecimento de espécies arbustivo-arbóreas, interferindo positivamente em aspectos como densidade de espécies e de indivíduos, altura e

regeneração natural (CALLEGARO et al., 2013). Esse fator contribui para sua utilização em áreas desprovidas de vegetação.

As flores do ipê-roxo são vistosas e ligeiramente perfumadas, com presença de néctar, atraindo diversos insetos, principalmente abelhas, vespas e formigas, durante a floração (TORRETTA; CERINO, 2013). Tais características conferem a essa espécie alta funcionalidade no restabelecimento de ambientes alterados.

2.2.3 *Inga vera*

Inga vera, também conhecido como ingá-banana, pertence à família Fabaceae e possui indivíduos com até 15 m de altura e 60 cm de DAP, sendo uma espécie tipicamente encontrada nas matas ciliares da região Sul, no entanto, distribuindo-se em praticamente todos os estados do Brasil (BACKES; IRGANG, 2009). Pott, Silva e Gomes (2014) descrevem a abundância dessa espécie em ambientes ripários da Floresta Estacional Semidecidual.

O gênero *Inga*, incluindo a espécie *I. vera*, é amplamente utilizado em sistemas agroflorestais consorciado com a cultura *Coffea arabica* (café), pois os ingazeiros fornecem sombreamento adequado que pode aumentar e diversificar a sua produção (VALENCIA et al., 2014). Além disso, Marcuzzo (2012) recomenda o uso de mudas *I. vera* em projetos de restauração, visando compor grupos de preenchimento, pois essa espécie apresenta rápido crescimento e recobrimento da área, além de apresentar outras características funcionais adequadas ao restabelecimento de ambientes antropizados.

Em estudo realizado por Campos e Martins (2016), no processo de restauração de uma área de mineração, com plantio de 30 espécies arbóreas, constatou-se que *I. vera* foi uma das poucas espécies que, após seis anos do plantio, apresentava indivíduos regenerantes no local, confirmando sua capacidade em auxiliar no restabelecimento de ambientes alterados.

Conforme Nishida, Naide e Pagnin (2014), os frutos do ingá-banana são consumidos por algumas aves e suas inflorescências atraem muitas espécies de insetos consumidores de néctar, por esse fato, sendo comum que aves insetívoras também sejam avistadas nessas árvores. Os frutos ainda possuem potencial para integrar a alimentação animal, devido à elevada porcentagem de proteína (CARRILLI; FARIA; MACEDO, 2015).

2.2.4 *Parapiptadenia rigida*

Parapiptadenia rigida, também conhecida como angico-vermelho, pertence à família Fabaceae. Geralmente com altura entre 4 e 20 m e DAP entre 40 e 70 cm, podendo atingir até 35 m de altura e 140 cm de DAP na idade adulta. Ocorre naturalmente nos estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo até o Rio Grande do Sul, sendo indiferente às condições físicas do solo (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008). Quanto ao grupo sucessional é classificada como pioneira, apresentando rápido crescimento a campo, o que a torna uma espécie indicada para recuperação de áreas degradadas (BACKES; IRGANG, 2002; LORENZI, 2008).

Segundo Carvalho (2003), os plantios com essa espécie apresentam grande heterogeneidade em altura, diâmetro e forma. As flores de *P. rigida* são melíferas (BACKES; IRGANG, 2002) e suas sementes apresentam rápida e elevada germinação (GASPARIN et al., 2013), o que favorece a regeneração natural e uso para recomposição de áreas. Ao testar o comportamento dessa espécie em solo contaminado com diferentes doses de cobre, Silva et al. (2011) constataram que o angico-vermelho possui capacidade de tolerância a solos contaminados, fato que favorece seu uso como fitorremediador de ambientes com contaminação desse metal.

Carvalho (2003) ainda relata que, em plantios a campo, a espécie apresenta boa deposição de folheto, dificultando o aparecimento de gramíneas, além disso, sua madeira é considerada de alta durabilidade natural e resistência mecânica, sendo indicada para a construção civil.

2.2.5 *Schinus terebinthifolius*

Schinus terebinthifolius, conhecida popularmente como aroeira-pimenteira, pertence à família Anacardiaceae e apresenta porte variado, podendo atingir 10 m de altura e 30 a 60 cm de DAP, além de apresentar ampla distribuição geográfica no Brasil, com ocorrência natural do Rio Grande do Norte até Rio Grande do Sul (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008).

Conforme Backes e Irgang (2002), essa espécie é pioneira indicada para recuperação de áreas alteradas e degradadas devido à função ecológica que exerce, pois seus frutos são amplamente consumidos e disseminados por pássaros. Além disso, atrai diversos insetos, responsáveis por sua polinização (SOMAVILLA; SÜHS; KÖHLER, 2010), fato que contribui para a perpetuação da espécie.

A capacidade de adaptação e colonização de áreas alteradas é característica marcante da *S. terebinthifolius*, sendo inclusive considerada invasora na Flórida (EUA) e, portanto, tema de pesquisas na região (WILLIANS et al., 2007). A espécie ainda é citada como potencial para a fitorremediação em solos contaminados por hidrocarbonetos de petróleo, devido a sua capacidade de emergir e se desenvolver sob tais condições (BONA et al., 2011) e para a recuperação de áreas alteradas e degradadas pela mineração (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005).

Além das importantes funções ecológicas que exerce, a aroeira-pimenteira também é utilizada na indústria alimentícia, com o consumo de seus frutos (pimenta-rosa), tanto no mercado nacional quanto internacional (LENZI; ORTH, 2004), sendo uma importante fonte de renda em algumas regiões do Brasil (GOMES et al., 2013). Bendaoud et al. (2010) sugerem ainda que o óleo essencial da espécie pode ser uma fonte promissora e inovadora para prevenir e tratar doenças, incluindo tumores, podendo inclusive ser utilizado na indústria como antioxidante natural.

2.3 PRODUÇÃO DE MUDAS EM RECIPIENTES

A produção de mudas, visando garantir a sobrevivência e crescimento sob condições adversas de campo, requer adequado conhecimento das práticas de viveiro durante o desenvolvimento das plantas (AKPO et al., 2014). Nos últimos anos, a produção de mudas em recipientes tem sido o sistema mais utilizado, em substituição à raiz nua, tendo em vista que o uso de recipientes melhora a qualidade devido à proteção das raízes contra danos mecânicos e desidratação no momento do plantio; e ao maior controle da nutrição, além de otimizar a área produtiva no viveiro e facilitar a expedição e transporte das mudas (GOMES et al., 2002; GOMES et al., 2003).

O tipo de recipiente para produção de mudas deve ser escolhido ainda na etapa de planejamento do viveiro, pois este está associado ao controle da quantidade de água e nutrientes para as plantas e também aos aspectos operacionais e à área ocupada no viveiro. Além disso, depois que um determinado recipiente é escolhido, é necessário maior investimento para que esse seja substituído (LUNA; LANDIS; DUMROESE, 2009), pois outras estruturas e técnicas devem ser readequadas concomitantemente.

Dentre os recipientes mais utilizados para produção de mudas em viveiros florestais estão os sacos plásticos de polietileno e os tubetes de polipropileno. Os sacos plásticos atingiram seu auge de uso na década de 80, quando se intensificou a demanda por madeira,

impulsionando a produção de mudas. Atualmente, ainda são muito utilizados no cultivo de espécies nativas e para fins de arborização urbana, devido a sua facilidade de obtenção, baixo custo e investimento em infraestrutura (GOMES; PAIVA, 2011; AJALA et al., 2012).

No entanto, o uso do saco plástico como recipiente vem reduzindo devido às desvantagens que apresenta, como a possibilidade do enovelamento do sistema radicular, o que é intensificado quando a muda permanece por muito tempo no viveiro (LUNA; LANDIS; DUMROESE, 2009); maior quantidade de substrato para seu preenchimento; dificuldade de transporte devido ao maior volume e peso das mudas; além de ser um material não-reutilizável, gerando resíduo após o plantio (DAVIDE; FARIA, 2008; WENDLING; DUTRA, 2010; GOMES; PAIVA, 2011). Por outro lado, outros recipientes utilizados na produção de mudas espécies florestais possuem volume reduzido, proporcionando a expedição de uma muda com menor porte, o que, muitas vezes, não é desejado por silvicultores que atuam com plantios de restauração.

Nos últimos anos, tem-se observado uma tendência de substituição dos sacos plásticos pelos tubetes de polipropileno rígido, os quais são levemente cônicos, podem apresentar diversas dimensões (altura, largura e volume), possuem saliências internas longitudinais que conduzem o crescimento radicular e orifício na base permitindo a poda aérea do sistema radicular, evitando o enovelamento das raízes (DAVIDE; FARIA, 2008).

Segundo Gonçalves et al. (2005), os tubetes de polipropileno propiciam a melhoria da qualidade do sistema radicular das mudas, maior grau de mecanização, menor consumo de substrato, maior produção de mudas por unidade de área e menor custo de transporte. No Quadro 1 consta um resumo sobre as principais vantagens e desvantagens do uso de sacos plásticos e tubetes.

Quadro 1 – Vantagens (V) e desvantagens (D) do uso de sacos plásticos e tubetes na produção de mudas para restauração

(continua)

Sacos plásticos	Tubetes de polipropileno
Preenchimento dos recipientes	
Menor rendimento (D)	Maior rendimento (V)
Pronto para uso (V)	Necessidade de assepsia para uso (D)
Baixo potencial de mecanização (D)	Alto potencial de mecanização (V)
Manuseio	
Necessita de caixas; preenchimento manual (D)	Fácil manuseio com uso de bandejas (V)

Quadro 1 – Vantagens (V) e desvantagens (D) do uso de sacos plásticos e tubetes na produção de mudas para restauração

(conclusão)

Sacos plásticos	Tubetes de polipropileno
Manuseio	
Transporte em caixas (D)	Fácil transporte, sem recipiente (V)
Menor rendimento no plantio das mudas (D)	Maior rendimento no plantio das mudas (V)
Dificulta a ergonomia (D)	Possibilita a ergonomia no viveiro (V)
Custos	
Baixo investimento inicial (V)	Alto investimento inicial (D)
Maior custo do transporte (D)	Menor custo do transporte (V)
Maior área ocupada no viveiro (D)	Otimização da área ocupada no viveiro (V)
Maior volume de substrato (D)	Menor volume de substrato (V)
Menor demanda por fertilização (V)	Maior demanda por fertilização (D)
Aspectos ecológicos	
Possibilidade de enovelamento do sistema radicular (D)	Orientação do sistema radicular, evitando enovelamento (V)
Maior volume para crescimento das raízes (V)	Restrição do crescimento radicular (D)
Aspectos ambientais	
Uso único, gerando resíduo; descarte inadequado (D).	Reutilizável por vários ciclos de produção.

Fonte: Adaptado de Martins (2013).

Além do tipo de recipiente, é importante também considerar o seu volume, o qual passou a receber atenção especial no meio florestal e hortícola, pelo fato de empresas poderem lucrar com a escolha de recipientes menores, mas que ainda proporcionem um produto com qualidade adequada, conforme Poorter et al. (2012). No entanto, de acordo com os mesmos autores, o uso de recipientes menores na produção também pode apresentar desvantagens, mais relacionadas a restrições biológicas. Um recipiente menor implica pouca quantidade de substrato e, desse modo, há redução na oferta de água e nutrientes para a planta.

Deve-se considerar ainda que os tubetes, geralmente, limitam o crescimento das raízes (POORTER et al., 2012), no entanto, isso dependerá do tempo que a muda ficará no viveiro. Recipientes de volume reduzido produzirão mudas menores que deverão permanecer em viveiro por um curto período, por outro lado, recipientes maiores produzirão mudas de maior porte, com possibilidade de permanência no viveiro por longo período.

Conforme Close et al. (2010), mudas produzidas em recipientes de maior volume podem apresentar vantagens, como elevada relação raiz/parte aérea e maior biomassa. Lerena et al. (2006), ao estudar a influência de diferentes recipientes na produção de mudas de *Pinus pinea*,

concluíram que a característica mais importante a ser observada na escolha de um recipiente é o seu volume, o qual influenciará diretamente na morfologia das mudas, tanto no viveiro quanto no campo. Em estudos que tratam da escolha do recipiente adequado na produção de mudas florestais, torna-se necessário informações mais detalhadas sobre a metodologia utilizada, possibilitando a repetição ou a projeção de pesquisas futuras (KAWALETZ et al., 2014).

2.4 MULCHING

O termo *mulching*, também chamado de cobertura morta, pode ser definido como a aplicação de um material (mineral ou orgânico) sobre a superfície do solo, porém, sem que haja revolvimento ou incorporação desse componente ao mesmo (CHALKER-SCOTT, 2007). Assim, qualquer material disposto sobre a superfície do solo pode ser considerado *mulching*, no entanto, conforme o mesmo autor, deve-se considerar que alguns materiais são mais benéficos do que outros.

Entre os materiais orgânicos utilizados na cobertura do solo, estão as cascas de pinus, lascas de madeira, palha de milho, resíduo da poda de videira, turfa (ZRIBI et al., 2015; NI et al., 2016), entre outros. A utilização da técnica de cobertura do solo com esses materiais em plantios de espécies vegetais (agrícolas e florestais) visa manter a umidade no solo por maior tempo, principalmente em períodos de baixa pluviosidade, assim, reduzindo as perdas por evaporação, atuando ainda como moderador de temperatura superficial e limitando o desenvolvimento de plantas daninhas (CIECKO, 2009; SCHETTINI; VOX; DE LUCIA, 2007; IRSHAD et al., 2016).

Além desses benefícios, o uso de cobertura morta, por ser simples e eficaz, torna-se uma das maneiras mais econômicas para reduzir os danos causados pela ação erosiva decorrente das chuvas em solos descobertos (PIMENTEL; GUERRA, 2011). No entanto, a aplicação de cobertura morta no local de plantio é pouco difundida na área silvicultural, sendo empregada principalmente para culturas agrícolas (LÖF et al., 2012). O uso de cobertura morta pode apresentar custo elevado, no entanto, quando no local há materiais disponíveis que podem ser usados, o *mulching* torna-se uma técnica de restauração viável economicamente (BLANCO-GARCÍA; LINDIG-CISNEROS, 2005).

Algumas questões devem ser consideradas quando se utiliza essa técnica, por exemplo, a altura da cobertura morta que será eficaz para proteger o solo, sem interferir no desenvolvimento das plantas cultivadas. Greenly e Rakow (1995), testando diferentes alturas de cobertura (7,5; 15; e 25 cm) no plantio de *Pinus strobus* L. e *Quercus palustris* Muenchh.,

afirmam que a altura de 7,5 cm foi apropriada. Com esse valor, obteve-se temperatura (20,1 °C) e umidade (15,5%) do solo adequados, além de favorecer o crescimento em altura dessas plantas. Além disso, os mesmos autores afirmam que o uso de *mulching* em excesso, pode comprometer o aquecimento do solo, nos dias em que a temperatura está baixa, proporcionando um efeito restritivo sobre a raiz da planta cultivada. Em contrapartida, se a cobertura utilizada for menor que o necessário, poderá não haver o efeito esperado.

O uso do *mulching*, quando aplicado em área de plantio, pode proporcionar benefícios para o solo e ainda contribuir para o crescimento das plantas cultivadas no local (NI et al., 2016). Pimentel e Guerra (2011), ao testarem a produção de mudas de *Amburana cearenses* (Allem.) A.C. Smith em vasos com e sem cobertura morta, simulando condições de campo, aos 147 dias após semeadura, verificaram que a altura das plantas foi superior em mudas com aplicação da cobertura.

Outro estudo que comprova o benefício do *mulching* é o de Blanco-García e Lindig-Cisneros (2005), os quais avaliaram a eficácia da cobertura de casca de pinheiro no estabelecimento e sobrevivência de *Pinus pseudostrobus* Lindl. e *Lupinus elegans* Kunth, em área coberta por cinzas de vulcão. Houve maior sobrevivência de *P. pseudostrobus* em parcelas com cobertura (46,5%) do que em parcelas sem (21,8%), e após 2 anos, verificou-se maior altura naquelas plantas com cobertura (45,3 cm) do que naquelas sem (31,2 cm). As plantas de *Lupinus elegans* sobreviveram mais tempo quando cultivadas em parcelas cobertas com casca de pinheiro.

2.5 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DE MUDAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS NO PRÉ E PÓS-PLANTIO

Os viveiristas de mudas de espécies arbóreas conduzem a produção visando o adequado estabelecimento e crescimento de suas mudas após o plantio, porém, para que isso ocorra, é necessário que as plantas apresentem qualidade (MATTSSON, 1996). A qualidade das mudas, principalmente daquelas utilizadas em plantios de restauração, está relacionada a sua capacidade em resistir às condições adversas encontradas no campo e ao rápido crescimento, de modo a competir eficientemente com as plantas daninhas e reduzir possíveis danos causados por insetos e outras pragas (LELES et al., 2006).

Para a determinação da qualidade das mudas de espécies florestais, os atributos utilizados baseiam-se nos aspectos fenotípicos, conhecidos como morfológicos, ou naqueles relacionados à parte interna das mudas, os fisiológicos, em que ambos dependem do material

de propagação, das condições ambientais, dos métodos e técnicas de produção, entre outros (GOMES; PAIVA, 2011). Grande parte dos atributos utilizados para verificar a qualidade de mudas aptas ao plantio são úteis também para monitorar o seu crescimento e desenvolvimento no campo.

Os atributos morfológicos, segundo Ritchie et al. (2010), são fáceis de visualizar e mensurar, além disso, não se alteram rapidamente, entre esses citam-se: a altura da parte aérea (H), o diâmetro do coleto (DC), a relação de robustez ou relação altura/diâmetro (H/DC), bem como a massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR).

A altura da parte aérea é a distância entre o coleto e o último lançamento de folhas. Esse atributo é, geralmente, correlacionado com o número de folhas da planta e, portanto, é uma boa estimativa da capacidade fotossintética e da área de transpiração (RITCHIE et al., 2010). Em plantios com forte competição vegetativa, a capacidade de captar e processar a luz solar é determinante para a sobrevivência e o crescimento. Portanto, as mudas com maior altura, mais ramificadas, com maior área fotossintética, têm vantagens sobre as mudas menores que tendem a ficar suprimidas pela vegetação concorrente (RITCHIE et al., 2010).

No entanto, deve-se considerar ainda que mudas com elevada H, as quais geralmente estão associadas a maior área foliar, podem ficar suscetíveis ao estresse hídrico no momento do plantio, tendo em vista que o seu sistema radicular demora algum tempo para se estabelecer totalmente, podendo não fornecer água suficiente para manter o equilíbrio entre a alta transpiração e a absorção de água (GROSSNICKLE, 2005). Assim, a suscetibilidade de mudas maiores expostas ao estresse hídrico no plantio é mitigada se essas tiverem a capacidade de desenvolver rapidamente novas raízes (GROSSNICKLE, 2012).

Outro atributo importante é o diâmetro do coleto, que é medido usando um paquímetro, na região de conexão entre o caule e o sistema radicular. Alguns estudos mostram que o DC é o melhor preditor do desempenho das mudas no plantio e, portanto, da qualidade da planta (RITCHIE et al., 2010). Isso porque o diâmetro do coleto, em muitos casos, apresenta relação diretamente proporcional ao comprimento do sistema radicular, auxiliando na sobrevivência das mudas (GROSSNICKLE, 2012). No entanto, o mesmo autor ressalta que essa relação não é universal, devendo ser estudada para cada espécie, em cada situação de plantio.

Conforme Carneiro (1995), a determinação dos valores de H e DC são úteis para o estabelecimento de critérios que refletem a qualidade das mudas, no entanto outros atributos também devem ser considerados. Contudo, pela facilidade da medição, é comum que se utilize apenas H e DC para inferir sobre sua qualidade em viveiros (CARNEIRO, 1995).

A relação de robustez (RITCHIE et al., 2010), também conhecida por relação H/DC (CARNEIRO, 1995), é outro atributo morfológico a ser considerado na qualidade de mudas. De acordo com Ritchie et al. (2010), essa relação é calculada dividindo a altura da parte aérea (cm) pelo diâmetro do coleto (mm). Segundo Gomes e Paiva (2011), quanto menor for o valor da relação H/DC, maior será a capacidade das mudas crescerem e se estabelecerem a campo após o plantio, pois essas estarão mais robustas.

A massa seca da parte aérea (MSPA), apesar de ser obtida por método destrutivo, deve ser um atributo considerado, uma vez que também indica rusticidade das mudas e está correlacionado com o crescimento em altura (GOMES; PAIVA, 2011). Por outro lado, a massa seca da raiz (MSR) é um atributo fundamental da medida de fotossintatos na planta, e, portanto, um dos mais importantes atributos morfológicos para prever a sobrevivência de mudas no campo, a qual é diretamente proporcional à extensão do seu sistema radicular (CARNEIRO, 1995; GOMES; PAIVA, 2011), quando a muda é nova, ou seja, quando as raízes estão em crescimento compatível com o volume do recipiente. A MSR é um atributo comumente encontrado em pesquisas que tratam do crescimento de mudas em viveiro, entretanto, a obtenção desses valores para mudas plantadas a campo apresenta uma série de limitações, tornando esse atributo menos usual nesses casos.

Davide et al. (2015) verificaram que há grande amplitude em relação às características morfológicas de mudas arbóreas nativas descritas na literatura. Os autores ressaltam que essa discrepância é inerente à espécie produzida e aos métodos de produção, como tamanho do recipiente e tempo de permanência no viveiro, que são bastante variáveis. Portanto, conforme Carneiro (1995), mais pesquisas devem ser incentivadas para a determinação de melhores características preditoras de qualidade, de acordo com a espécie e região de produção.

Quanto aos atributos fisiológicos, Ritchie et al. (2010) descrevem-nos como traços que não são facilmente visíveis e devem ser medidos com equipamentos, ou por meio de análises laboratoriais. Além disso, esses atributos podem se alterar facilmente, principalmente durante o processo de rustificação das mudas no viveiro. Portanto, qualquer avaliação da qualidade fisiológica representa uma condição instantânea, relevante apenas para um determinado momento (RITCHIE et al., 2010). Alguns atributos fisiológicos incluem a determinação das clorofilas *a* e *b* e a fluorescência da clorofila *a*.

As clorofilas são pigmentos responsáveis pela captura de luz usada na fotossíntese, sendo elas essenciais na conversão da radiação luminosa em energia química, na forma de ATP e NADPH (RICHARDSON; DUIGAN; BERLYN, 2002; JESUS; MARENCO, 2008). Assim, a determinação dos teores de clorofila na folha é importante para avaliar a qualidade da planta,

tendo em vista que a atividade fotossintética depende, em parte, da capacidade da folha em absorver luz (SALLA; RODRIGUES; MARENCO, 2007). Dessa forma, as clorofilas estão relacionadas com a eficiência fotossintética das plantas e, conseqüentemente, com seu crescimento e adaptabilidade aos diferentes ambientes (JESUS; MARENCO, 2008).

Segundo Jesus e Marengo (2008), tradicionalmente, os métodos utilizados para determinação dos teores de clorofilas são destrutivos, demorados e onerosos. Atualmente, porém, já existem equipamentos capazes de gerar grandezas relacionadas com os teores de clorofila, os clorofilômetros. Esses instrumentos são portáteis e fornecem leituras que se relacionam com os teores de clorofila *a* e *b* da folha das plantas, permitindo medições de forma rápida, prática, não-destrutiva, com baixo custo (JESUS; MARENCO, 2008). Estes métodos exploram as propriedades ópticas das folhas e sua absorção em diferentes comprimentos de onda (UDDLING et al., 2007).

Outro atributo fisiológico útil para determinar a qualidade de mudas é a fluorescência da clorofila *a*. Para compreendê-la, deve-se saber que a energia luminosa absorvida pelas clorofilas em uma folha pode ter três destinos: a) ser usada para realizar a fotossíntese (eficiência fotoquímica); b) pode ser dissipado como calor; ou c) pode ser reemitido na forma de luz, consistindo na fluorescência da clorofila *a*. Estes três processos ocorrem em competição, de modo que qualquer aumento na eficiência de um resultará na redução dos demais. Assim, medindo o rendimento da fluorescência da clorofila *a*, podem ser obtidas informações sobre as alterações na eficiência fotoquímica e dissipação de calor (MAXWELL; JOHNSON, 2000).

A emissão de fluorescência pode ser facilmente detectada por um instrumento chamado fluorímetro. Esse equipamento quantifica, de forma não-destrutiva, a emissão de fluorescência por meio de diversas variáveis (RITCHIE et al., 2010). O processo de medição inicia com a adaptação da folha da planta ao escuro, por cerca de 20 minutos, garantindo que: a) os aceptores estejam oxidados e b) a via de transporte de elétrons esteja desobstruída. Então são emitidos pulsos de luz por meio do fluorímetro, gerando uma curva onde a intensidade da emissão de fluorescência resultante é construída ao longo do tempo (RITCHIE et al., 2010). Dentre as principais variáveis envolvidas no fluorescência da clorofila *a* estão: fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v) e rendimento quântico máximo do fotossistema II (F_v/F_m).

Segundo Baker (2008), quando uma folha é mantida no escuro, a quinona A (QA - componente do processo fotossintético) torna-se totalmente oxidada e os centros de reação do fotossistema II (PSII) são referidos como "abertos", capazes de realizar redução fotoquímica da QA. A exposição de uma folha, adaptada ao escuro, a um feixe de luz fraco e modulado, resulta

no nível mínimo de fluorescência, ou fluorescência inicial (F_o). Se, após atingir F_o , a folha é exposta a um curto pulso actínico de alta densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativo, a QA será totalmente reduzida, obtendo-se o nível máximo de fluorescência (F_m). Os centros de reação do PSII com a QA reduzida são referidos como "fechados". A diferença entre F_m e F_o é definida como a fluorescência variável (F_v). A relação entre F_v e F_m é chamada de rendimento quântico máximo do PSII (F_v/F_m), que refere-se à máxima eficiência com que a luz absorvida pelo PSII é utilizada para a redução da QA (BAKER, 2008).

O estresse causado por fatores como temperaturas elevadas, doenças e deficiência nutricional, prejudica a capacidade das plantas em realizar fotossíntese. Assim, por meio da medição e interpretação dos valores de fluorescência da clorofila *a* é possível detectar danos resultantes de estresse sutil e momentâneo, bem como estresse severo de longo prazo (RITCHIE et al., 2010). Quando as plantas são expostas a estresses abióticos e bióticos, frequentemente observam-se quedas dos valores de F_v/F_m . Dessa forma, as medições desse atributo fornecem uma maneira simples e rápida de monitorar o estresse (KRAUSE; WEIS, 1991; BAKER, 2008), sendo, portanto, um dos parâmetros de fluorescência da clorofila *a* mais importantes e descritos na literatura (RITCHIE et al., 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido no Parque Estadual Quarta Colônia (PEQC) (29°27'57,39''S e 53°16'51,30''O), unidade de conservação de proteção integral localizado nos municípios de Agudo e Ibarama, estado do Rio Grande do Sul, situado no Bioma Mata Atlântica. O PEQC possui área total de 1.847,9 ha e foi criado em 2005, como medida compensatória devido à instalação da Usina Hidrelétrica Dona Francisca, no médio curso do rio Jacuí, município de Agudo (Apêndice A).

A vegetação faz parte da região fitogeográfica Floresta Estacional Decidual (IBGE, 2012). Na região predominam solos do tipo Neossolo Litólico e Neossolo Regolítico (PEDRON; DALMOLIM, 2011). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região insere-se na classificação “Cfa”, apresentando chuvas bem distribuídas ao longo dos meses (>40 mm por mês), temperatura média do mês mais frio entre -3 e 18 °C e do mês mais quente superior a 22 °C (ALVARES et al., 2013).

A área do PEQC utilizada para o experimento apresenta um histórico de intervenção antrópica, sobre a qual se localizavam pequenas propriedades rurais, estradas e um conjunto habitacional. Após a desocupação da área, as habitações foram demolidas, permanecendo ainda resquícios de material de construção civil. No entanto, mesmo após a desapropriação, a área continuou sendo utilizada por alguns anos para fins pecuários, com pastoreio de gado, o que contribuiu ainda mais para tornar o solo altamente compactado.

Previamente à instalação do experimento, porém, não havia mais a presença de gado na área, além disso, identificou-se na uma vegetação composta basicamente por *Brachiaria* spp. (braquiária), *Andropogon bicornis* L. (capim-rabo-de-burro) e *Eryngium horridum* Malme (caraguatá), além de alguns indivíduos de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp.

3.2 CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DAS ESPÉCIES ARBÓREAS

A escolha das espécies arbóreas utilizadas para compor o experimento se baseou em estudos fitossociológicos realizados na região (ITAQUI, 2002; MARCUZZO, 2012). Aliado a isso, selecionou-se espécies de crescimento rápido a moderado, que pudessem cobrir a área em curto prazo, sobrevivendo mais facilmente em área alterada devido à fatores antrópicos. Dessa forma, foram escolhidas cinco espécies nativas da região Sul, sendo essas: *Casearia sylvestris*

(carvalhinho), *Handroanthus heptaphyllus* (ipê-roxo), *Inga vera* (ingá-banana), *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho) e *Schinus terebinthifolius* (aroeira-pimenteira).

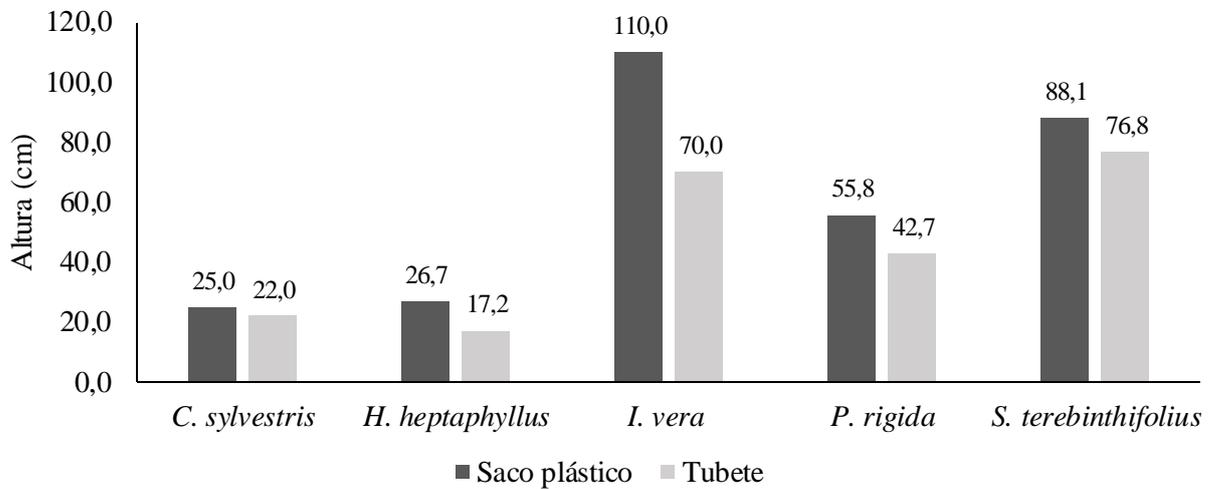
3.3 PRODUÇÃO DAS MUDAS

Os frutos para a produção das mudas foram coletados em árvores matrizes nos remanescentes florestais, próximos à região de plantio. Imediatamente após a coleta, houve a extração das sementes e beneficiamento. O semeio foi realizado logo após a extração, portanto as sementes não permaneceram armazenadas, além disso, as cinco espécies utilizadas não apresentavam sementes dormentes, não sendo necessário realizar métodos de superação de dormência. A produção das mudas foi realizada no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Santa Maria. Nessa produção, utilizou-se tubetes cônicos de polipropileno, com oito estrias longitudinais, diâmetro interno de 52 mm, altura de 13 cm e 180 cm³ de volume. O substrato utilizado no preenchimento dos tubetes foi a mistura de substrato comercial Carolina Soil[®] à base de turfa de *Sphagnum* e casca de arroz carbonizada (CAC), na proporção 4:1 (v:v), sendo realizada adubação de base com fertilizante de liberação controlada (Osmocote[®] 18-05-09 Mini Prill), na dosagem de 6 g L⁻¹, conforme recomendação do fabricante.

Após, aproximadamente, cinco meses do semeio, 50% das mudas foram transplantadas para recipientes do tipo saco plástico de polietileno (1.500 cm³) com perfurações laterais, preenchidos com substrato composto por terra de subsolo, substrato comercial Carolina Soil[®] e CAC (1:1:1), ao qual foi aplicada adubação de base com ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio (0,7; 8,0 e 0,4 g L⁻¹, respectivamente). A utilização de uma composição de substrato diferente para mudas transplantadas em saco plástico se fez necessária devido às características desse recipiente (ABREU et al., 2015), em que, geralmente, utiliza-se terra de subsolo na sua composição (GONÇALVES et al., 2005).

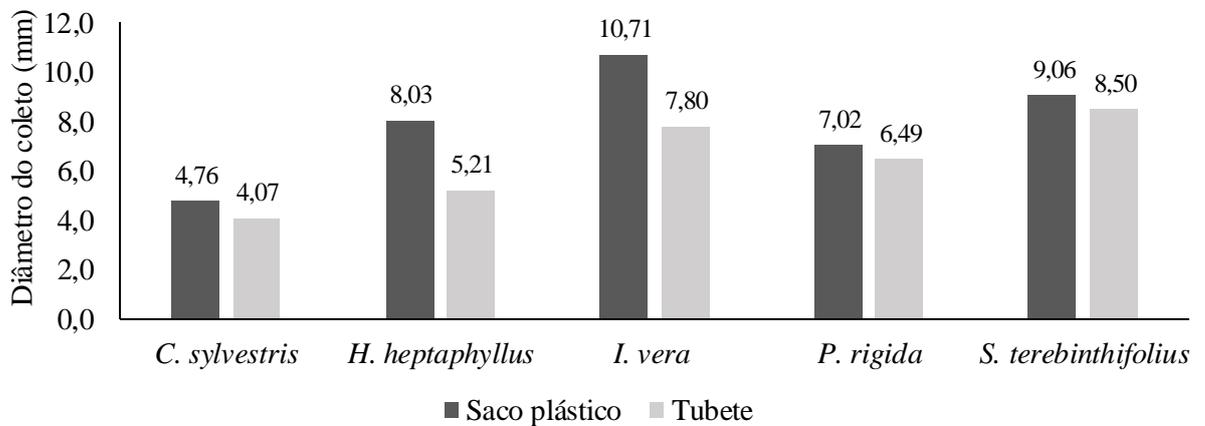
Após essa etapa, as mudas permaneceram no viveiro, por oito meses, até o momento do plantio a campo. Ao longo desse período foram realizadas adubações de cobertura em todas as mudas, com sulfato de amônio ((NH₄)₂SO₄) (2,0 g L⁻¹) e cloreto de potássio (KCl) (1,5 g L⁻¹), intercalada quinzenalmente apenas com o sulfato de amônio, distribuindo-se cerca de 1 L da solução a cada 100 mudas (GONÇALVES et al., 2005). No momento de expedição do viveiro, as mudas apresentavam altura (H) e diâmetro do coleto (DC) variando de acordo com o recipiente utilizado (Figuras 2 e 3).

Figura 2 - Média geral da altura (cm) das mudas no momento de expedição do viveiro, de acordo com o recipiente utilizado, para as cinco espécies do experimento



Fonte: A autora (2017).

Figura 3 - Média geral do diâmetro do coleto (mm) das mudas no momento de expedição do viveiro, de acordo com o recipiente utilizado, para as cinco espécies do experimento



Fonte: A autora (2017).

3.4 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi montado a partir de quatro tratamentos (Tabela 1) em esquema fatorial (2x2), sendo o fator “A” composto por dois tipos de recipiente: mudas produzidas em tubetes e transplantadas para sacos plásticos de polietileno, onde permaneceram até o plantio e mudas produzidas e mantidas em tubetes até o plantio; e fator “B” composto por presença ou ausência de *mulching* (cobertura morta) em torno das mudas no plantio. Cada espécie foi

analisada individualmente, de acordo com os tratamentos, sendo que a espécie não constituiu um fator do tratamento.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos utilizados para compor o experimento com diferentes recipientes e presença ou ausência de *mulching* no plantio a campo

Tratamento	Descrição
T1	Mudas produzidas em tubetes e transplantadas para sacos plásticos com presença de <i>mulching</i> no plantio.
T2	Mudas produzidas em tubetes e transplantadas para sacos plásticos, com ausência de <i>mulching</i> no plantio.
T3	Mudas produzidas em tubetes, com presença de <i>mulching</i> no plantio.
T4	Mudas produzidas em tubetes, com ausência de <i>mulching</i> no plantio.

Fonte: A Autora (2017).

O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas, sendo a parcela composta pelos tratamentos com os tipos de recipiente utilizados na produção das mudas e nas subparcelas a presença ou ausência de *mulching*, em delineamento blocos ao acaso. Cada parcela de 10,5 m x 10 m foi composta por uma única espécie com 35 indivíduos, de acordo com os tratamentos, sendo que o espaçamento entre mudas foi de 1,5 m x 2 m e entre blocos 2 m, em cinco blocos.

3.5 PREPARO DA ÁREA

Inicialmente procedeu-se à coleta de solo para caracterizar a área, realizando-se amostragens nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, com auxílio de pá de corte. A análise química do solo foi realizada pelo Laboratório de Análise de Solos da UFSM, com determinação dos valores de pH em água, conteúdo de matéria orgânica (MO), saturação por bases (V%), fósforo extraível pelo método Mehlich⁻¹ (P- Mehlich), potássio (K), capacidade de troca de cátions (CTC pH7), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al) e índice SMP (Tabela 2). Na análise física do solo, realizada junto ao Laboratório de Física do Solo da UFSM, determinou-se a classe textural pelo método da pipeta, constatando-se que o solo analisado classificou-se como franco-arenoso.

Tabela 2 - Atributos químicos do solo da área de plantio, no Parque Estadual Quarta Colônia, RS

Prof. (cm)	pH H ₂ O 1:1	MO -----%-----	Argila -----	V -----	P-Mehlich -----mg dm ⁻³ -----	K -----dm ⁻³ -----	CTC pH7,0 -----cmol _c dm ⁻³ -----	Ca -----	Mg -----	Al -----	H+Al -----	Índice SMP
0-20	5,90	0,94	14,80	83,28	32,80	130,40	12,86	7,52	2,88	0,00	2,12	6,64
20-40	5,88	0,94	17,40	84,04	38,72	134,40	13,66	8,36	2,80	0,00	2,16	6,64

Sendo: MO – matéria orgânica; V – saturação por bases; P-Mehlich – fósforo extraído pelo método Mehlich-1; K – potássio; CTC pH 7,0 – capacidade de troca de cátions; Ca – cálcio; Mg – magnésio; Al – alumínio trocável e H+Al – acidez potencial.

Fonte: A autora (2017).

Por meio da análise de solo (Tabela 2) e classe textural, verificou-se que o pH está adequado para espécies florestais (>5,5), a porcentagem de matéria orgânica é considerada baixa, os valores de fósforo, cálcio e magnésio são altos, e o valor de potássio é muito alto, conforme a Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS, 2004).

Realizou-se roçada na área total, seguida da marcação das parcelas de acordo com os tratamentos. Posteriormente, abriram-se covas com dimensões de, aproximadamente, 20 cm x 20 cm x 20 cm, por meio de cavadeira manual. Ao final do preparo da área ocorreu o plantio das mudas e instalação do experimento, em outubro de 2013.

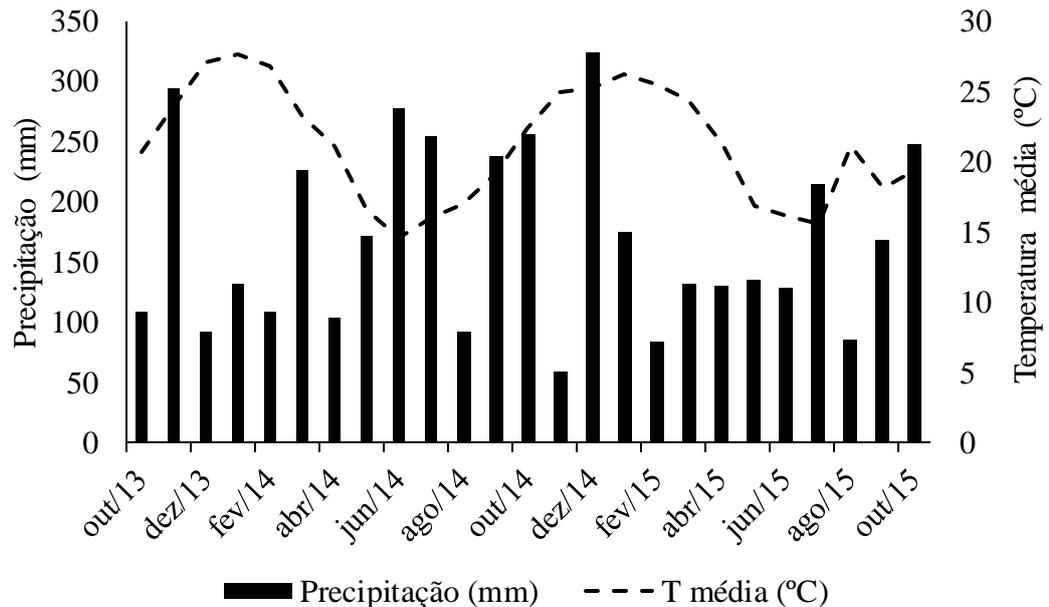
Após o plantio, as mudas foram irrigadas com regadores, com cerca de 2 L de água por planta. Em seguida, foi alocado o *mulching* em torno daquelas mudas que receberam esse tratamento. O *mulching* foi proveniente de capim seco (*Brachiaria* spp.), coletado na área adjacente ao experimento e alocado em um raio de, aproximadamente, 20 cm no entorno do coleto das mudas, com cerca de 5 cm de altura. Foram feitas reposições com o mesmo material, ao longo do primeiro ano de condução do experimento.

O replantio foi realizado aos 60 dias após o plantio, além disso, efetuou-se o monitoramento periódico do experimento, com controle de formigas cortadeiras por meio de iscas granuladas (à base de Fipronil e Sulfluramida) e controle de plantas daninhas, o qual foi realizado pela capina manual em torno das mudas (com posterior reposição do *mulching*), roçada manual na linha do plantio, e também uso de herbicida seletivo pós-emergente nas entrelinhas, aplicando-se 1,2 L/ha com o auxílio de um pulverizador costal. A adubação de cobertura na área experimental foi realizada aos 30, 360 e 720 dias após o plantio, utilizando fertilizante de liberação controlada Polyblen® (N-P-K 18-08-18 + S + B), com cerca de 130 gramas por muda.

Os dados meteorológicos de precipitação (mm) e temperatura média (°C), correspondentes ao período de realização do experimento, foram obtidos junto ao Instituto

Nacional de Meteorologia (INMET), da estação meteorológica localizada no Campus da UFSM, Santa Maria – RS (Figura 4), tendo em vista que não há outra estação meteorológica com fornecimento desses dados em área próxima ao experimento.

Figura 4 - Dados meteorológicos de precipitação (mm) e temperatura média (°C) registrados em Santa Maria - RS, entre outubro de 2013 a outubro de 2015



Fonte: www.inmet.gov.br/portal/

3.6 AVALIAÇÕES DOS ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS E FISIOLÓGICOS

Aos 24 meses após o plantio, avaliou-se a sobrevivência das mudas. A altura (H) e o diâmetro do coleto (DC) foram mensurados com auxílio de régua graduada e paquímetro digital, respectivamente, no momento do plantio e aos 24 meses após. Posteriormente, fez-se o cálculo da relação H/DC (cm mm^{-1}) dividindo-se o valor da altura pelo valor do diâmetro do coleto; calculou-se ainda o incremento em altura (IncH) e incremento em diâmetro do coleto (IncDC), por meio da diferença entre os valores obtidos aos 24 meses e no momento do plantio.

Aos 24 meses também foi mensurado o diâmetro de copa (DCopa) das plantas, realizando-se duas medições perpendiculares (DCopa1 e DCopa2), com auxílio de régua graduada, para posterior cálculo da área da copa (AC), pela fórmula: $AC = \pi r^2$, onde $r = \frac{(DCopa1 + DCopa2)}{4}$ (WINK et al., 2012; RESENDE et al., 2015).

Para os atributos morfológicos mencionados anteriormente (sobrevivência, H, DC, H/DC, DCopa), mensurou-se as seis plantas centrais de cada subparcela. A avaliação da massa

seca da parte aérea (MSPA) ocorreu seccionando-se uma planta por repetição, na região do coleto. Em seguida o material vegetal (folhas, galhos e caule) foi alocado em envelopes de papel pardo identificados e submetidos à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até peso constante. Posteriormente, o material foi pesado em balança digital para obtenção da MSPA.

Para as análises fisiológicas das mudas, foram verificados os teores relativos de clorofila *a* (Cla) e *b* (Cib); e fluorescência da clorofila *a*, em uma planta por repetição, aos 24 meses após o plantio, correspondendo ao mês de outubro. A avaliação dos teores relativos de clorofila foi realizada entre as 08:00 e 10:00 h, com um medidor de clorofila (ClorofiLOG, CF 1030, Falker Automação Agrícola, Brasil), em folhas expandidas do terço superior da planta, em pontos situados no terço médio da folha. Mensurou-se uma folha por planta (duas leituras por folha, uma em cada lado da nervura central), a cerca de 1,0 cm de uma das margens da lâmina foliar. O teor relativo de clorofila foi expresso em Índice de Clorofila Falker (ICF), o qual é calculado considerando a combinação dos comprimentos de onda de luz analisados.

A determinação da fluorescência da clorofila *a* ocorreu usando um fluorímetro portátil de luz modulada (Junior-Pam Chlorophyll Fluorometer Walz), em folhas completamente expandidas ligadas à planta, em dias ensolarados, entre as 08:00 e 10:30 h. Selecionaram-se folhas sadias do terço superior da planta, as quais estiveram envoltas em papel alumínio durante 30 minutos, para adaptação ao escuro. Posteriormente, foram realizadas as medições de fluorescência, obtendo-se os valores de fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m) e rendimento quântico máximo do fotossistema II (F_v/F_m). Após obtenção, os dados foram transferidos para um computador por meio do programa computacional Wincontrol. Os atributos fisiológicos não foram determinados em mudas de *P. rigida* devido ao reduzido tamanho dos seus folíolos, impossibilitando o contato adequado dos aparelhos com a lâmina foliar.

Para as espécies *I. vera* e *S. terebintifolius*, também foram coletadas variáveis referentes ao ambiente sob as copas dessas plantas. Mediu-se a umidade do solo de acordo com os tratamentos na porção abaixo da copa das mudas, com auxílio de um sensor de umidade de solo (ML3 ThetaProbe) acoplado a um display (HH2 Delta-T), o qual forneceu resultados imediatos do conteúdo de umidade (m^3m^{-3}). Verificou-se também a luminosidade em três pontos situados sob a copa das mudas (LC), a uma distância de 30 cm do caule, utilizando-se um par de luxímetros digitais (Mlm1011 Minipa) com medidas simultâneas em cada ponto e a céu aberto.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram verificados quanto às pressuposições de normalidade da distribuição dos erros e homogeneidade da variância, respectivamente, pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett ($p>0,05$), por meio do suplemento Action. Aqueles que não apresentaram normalidade e/ou homogeneidade de variância foram transformados por Box-Cox.

Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando constatada diferença entre os tratamentos pelo teste F, efetuou-se a comparação de médias pelo teste t de Student ($p<0,05$). Para essas análises utilizou-se o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

4 CAPÍTULO I – TIPO DE RECIPIENTE NA PRODUÇÃO DE MUDAS E O USO DE *MULCHING* NO PLANTIO INFLUENCIAM O CRESCIMENTO DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM ÁREA ANTROPIZADA?

RESUMO

O padrão das mudas utilizadas para restauração de áreas antropizadas em regiões de clima subtropical, ainda depende de definições claras. De forma semelhante, muitos tratamentos culturais necessitam de indicativos, pois as espécies respondem de forma diferenciada a sua aplicação. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a sobrevivência e o crescimento inicial de mudas de *Casearia sylvestris*, *Handroanthus heptaphyllus* e *Parapiptadenia rigida*, em área antropizada, de acordo com o recipiente utilizado na produção das mudas em viveiro e do uso de *mulching* no plantio. O experimento foi conduzido em esquema fatorial (2x2), considerando tipos de recipientes utilizados na produção das mudas (saco plástico e tubete) e presença ou ausência de *mulching* no entorno das mudas no plantio. As mudas foram plantadas em outubro de 2013, em delineamento blocos ao acaso, com cinco repetições. Aos 24 meses após o plantio verificou-se a sobrevivência das mudas, além dos atributos morfológicos e fisiológicos. Quanto à sobrevivência, as três espécies obtiveram médias semelhantes entre os tratamentos, apresentando taxas de 72,5; 85,0 e 80,0%, respectivamente. Verificou-se ainda efeito positivo do uso de saco plástico para os atributos incremento em altura (IncH) e em diâmetro (IncDC), área da copa (AC) e massa seca da parte aérea (MSPA) para as mudas de *C. sylvestris* e *H. heptaphyllus*, enquanto para *P. rigida*, o uso do saco plástico foi superior ao tubete quanto à AC e MSPA. A presença de *mulching* no plantio favoreceu os atributos IncH, IncDC, AC e MSPA de *H. heptaphyllus*, bem como a AC e a MSPA de *C. sylvestris*, no entanto, teve efeito negativo sobre o IncH de mudas de *P. rigida*. Quanto aos parâmetros fisiológicos, não foi observada diferença entre os tratamentos testados, obtendo-se médias gerais de 29,59 e 8,54 índice de clorofila Falker (ICF) de para clorofilas *a* (Cl_a) e *b* (Cl_b), respectivamente, 193,35 de fluorescência inicial (F_o), 408,6 de fluorescência máxima (F_m) e 0,485 de rendimento quântico máximo do fotossistema II (F_v/F_m) para mudas de *C. sylvestris*; 24,30 e 5,95 ICF de Cl_a e Cl_b, respectivamente, 192,15 de F_o, 496,25 de F_m e 0,606 de F_v/F_m para *H. heptaphyllus*. Indica-se que mudas de *C. sylvestris*, *H. heptaphyllus* e *P. rigida*, destinadas ao plantio em área antropizada, sejam produzidas no viveiro em recipiente do tipo saco plástico de 1,5 L visando maior crescimento e cobertura da área no campo, em relação ao tubete de 180 cm³. Aliado a isso, no plantio de *C. sylvestris* e *H. heptaphyllus* deve-se utilizar o *mulching* para favorecer seu crescimento.

Palavras-chave: *Casearia sylvestris*. *Handroanthus heptaphyllus*. *Parapiptadenia rigida*. Espécie florestal. Sobrevivência a campo.

DOES TYPE OF CONTAINER IN THE PRODUCTION OF SEEDLINGS AND USE OF MULCHING IN PLANTATION INFLUENCE ON THE GROWTH OF TREE SPECIES IN ANTHROPIZED AREA?

ABSTRACT

The pattern of seedlings used for restoration of anthropized areas in subtropical climate regions still depends on clear definitions. Similarly, many cultural treatments need indicative, as the species respond differently to their application. Thus, the objective of this study was to verify the survival and initial growth of *Casearia sylvestris*, *Handroanthus heptaphyllus* and *Parapiptadenia rigida* seedlings in anthropized area, according to container used in nursery seedlings production and use of mulching on planting. The experiment was conducted in a factorial scheme (2x2), considering the types of containers used in the production of the seedlings (plastic bag and tube) and the presence or absence of mulching around the planting seedlings. The seedlings were planted in October 2013, in a randomized block design, with five replications. At 24 months after planting the survival of the seedlings was verified, besides the morphological and physiological attributes. Regarding survival, the three species obtained similar averages among treatments, presenting rates of 72.5; 85.0 and 80.0%, respectively. There was also positive effect of the use of plastic bag for the attributes increase in height (IncH) and in diameter (IncDC), crown area (AC) and shoot dry mass (MSPA) for the seedlings of *C. sylvestris* and *H. heptaphyllus*, whereas for *P. rigida*, the use of the plastic bag was higher than the tube for AC and MSPA. The presence of mulching on the planting favored the attributes IncH, IncDC, AC and MSPA of *H. heptaphyllus*, as well as AC and MSPA of *C. sylvestris*, however, had a negative effect on the IncH of *P. rigida* seedlings. Regarding the physiological parameters, no difference was observed between treatments tested, were obtained general averages of 29.59 and 8.54 Falker chlorophyll index (ICF) for chlorophyll *a* (C_{la}) and *b* (C_{lb}), respectively, 193.35 for initial fluorescence (F_o), 408.6 of maximum fluorescence (F_m) and 0.485 of maximum quantum yield of photosystem II (F_v/F_m) for *C. sylvestris* seedlings; 24.30 and 5.95 ICF of C_{la} and C_{lb}, respectively, 192.15 of F_o, 496.25 of F_m and 0.606 F_v/F_m for *H. heptaphyllus*. *C. sylvestris*, *H. heptaphyllus* and *P. rigida* seedlings, destined to restoration plantations in anthropized area, are expected to be produced in the nursery in a 1.5 L plastic bag type container, aiming at greater growth and coverage of the area in the field, in relation to the 180 cm³ tube. In addition, in *C. sylvestris* and *H. heptaphyllus* planting, mulching should be used to promote its growth.

Keywords: *Casearia sylvestris*. *Handroanthus heptaphyllus*. *Parapiptadenia rigida*. Forest specie. Survival on the field.

4.1 INTRODUÇÃO

A demanda intensa por recursos naturais, aliada à expansão agrícola, pecuária e à urbanização, ocasionou o desmatamento de grandes áreas de florestas naturais no Brasil, implicando redução da biodiversidade e de recursos outrora abundantes (FERRAZ; ENGEL,

2011). Entre 2010 e 2015, o Brasil foi o país que registrou maior perda anual de área florestal (FAO, 2016), configurando um cenário preocupante.

Atualmente, porém, percebe-se o aumento da conscientização voltada à conservação ambiental e manejo sustentável, em escala global. Em relação a esse fato, dados da FAO (2016) revelam que grandes áreas estão sendo designadas para a conservação da biodiversidade e, ao mesmo tempo, fornecendo produtos e serviços florestais, de forma sustentável. No entanto, ainda existem muitos locais que se encontram alterados ou degradados, necessitando de intervenção, para que retornem a exercer funcionalidade no ambiente.

Na última década, o reflorestamento de áreas alteradas pela ação do homem tem atraído a atenção de políticas públicas voltadas ao restabelecimento dos serviços ecossistêmicos, retomando a sua fisionomia e função (DE PAULA et al., 2016). Muitos são os métodos utilizados para a restauração e recuperação de áreas antropizadas, sendo que a escolha pelo mais adequado depende do nível de alteração do ambiente, da capacidade de regeneração natural, dos recursos financeiros disponíveis, além de outros fatores (CHAZDON, 2008).

Entre os métodos utilizados para a restauração de áreas estão: o uso de semeadura direta (DOUST; ERSKINE; LAMB, 2008; SILVA et al., 2015), a condução da regeneração natural (SOUZA et al., 2012; ASCOLI et al., 2013) e o plantio de mudas arbóreas nativas, sendo o último um dos mais tradicionais. O plantio de mudas pode aumentar as chances de estabelecimento da vegetação arbórea no local a ser restaurado, quando comparado aos demais métodos, tendo em vista que mudas com parte aérea e radicular já formadas estão mais aptas a sobrepor os fatores adversos, como matocompetição e herbivoria, comumente encontrados em ambientes antropizados (RODRIGUES, 2013).

Segundo José, Davide e Oliveira (2005), nos plantios em áreas alteradas têm-se optado pela utilização de mudas produzidas em sacos plásticos de grande volume. Isso porque, dessa forma, as mudas podem ser expedidas do viveiro com maior tamanho, favorecendo sua sobrevivência e crescimento inicial no campo. Todavia, ressalta-se que o uso desse recipiente apresenta desvantagens, como a possibilidade de enovelamento do sistema radicular (LUNA; LANDIS; DUMROESE, 2009), demanda por elevada quantidade de substrato e dificuldade no transporte devido ao peso (GOMES; PAIVA, 2011).

Por outro lado, pode-se fazer uso de recipientes do tipo tubete de polipropileno, os quais possuem estrias internas que conduzem o sistema radicular e melhoram a qualidade das mudas, reduzem o consumo de substrato e facilitam o processo produtivo (GONÇALVES et al., 2005), no entanto, podem restringir o crescimento das plantas pelo tamanho reduzido. Portanto, ao se utilizar tubetes, deve-se optar por aqueles que apresentam volume adequado ao tempo de

produção da muda, sendo assim uma alternativa de produção de mudas de qualidade, conforme demonstrado em diversas pesquisas (BONFIM et al., 2009; ABREU et al., 2015; AIMI et al., 2016).

Destaca-se, entretanto, que embora se utilize mudas produzidas com insumos adequados, o sucesso do plantio também está relacionado às técnicas de manejo adotadas após essa etapa, tendo em vista que o estabelecimento de mudas no campo é uma fase crítica para uma restauração bem sucedida (CAMPOE et al., 2014). Dentre os tratos culturais que podem auxiliar na sobrevivência das mudas está o uso de *mulching* (cobertura morta) no seu entorno ou em área total, após o plantio, visando reduzir a temperatura superficial e a incidência de plantas daninhas, bem como manter a umidade (MULUMBA; LAL, 2008; IRSHAD et al., 2016) e reduzir a erosão do solo (JÓRDAN; ZAVALA; GIL, 2010).

Apesar de muitas pesquisas terem sido realizadas para avaliar fatores que afetam o crescimento e o estabelecimento de espécies arbóreas, comumente esses estudos não são realizados em ambientes alterados pela ação humana, cujas condições hostis, como solo compactado, baixa regeneração natural e presença de espécies invasoras, limitam o desenvolvimento das mudas (LAMBERT; HARPER; ROBINSON, 2010). Assim, é importante a definição de características silviculturais inerentes às espécies arbóreas, a fim de predizer seu potencial de uso em projetos de restauração. Diante do exposto, o objetivo desse estudo foi avaliar a sobrevivência e o crescimento inicial de mudas de *Casearia sylvestris*, *Handroanthus heptaphyllus* e *Parapiptadenia rigida*, em área antropizada, de acordo com o recipiente utilizado na produção das mudas em viveiro e do uso de *mulching* no plantio. Acredita-se que as maiores taxas de sobrevivência e crescimento das mudas sejam verificadas naquelas produzidas em sacos plásticos, aliado ao uso do *mulching*.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta seção está descrita no item “3 Material e Métodos”, o qual foi elaborado de forma conjunta para as espécies descritas nos capítulos 1 e 2.

4.3 RESULTADOS

A sobrevivência das mudas, avaliada aos 24 meses após o plantio, não apresentou influência dos tratamentos utilizados ($p>0,05$), para as três espécies. Verificou-se sobrevivência

geral de 72,5% para as mudas de *C. sylvestris*, 85,0% para *H. heptaphyllus* e 80,0% para *P. rigida*.

Em relação ao incremento das mudas em altura e diâmetro do coleto (IncH e IncDC), verificou-se diferença significativa entre os níveis do fator recipiente em mudas de *C. sylvestris*, as quais apresentaram valores superiores de IncH e IncDC quando utilizado saco plástico (53,15 cm e 13,58 mm, respectivamente) (Tabela 3), além disso, a variável H/DC não obteve diferença entre os tratamentos, com média geral de 4,21 cm mm⁻¹.

Para *H. heptaphyllus*, a análise estatística indicou diferença em ambos os fatores isolados (recipiente e *mulching*), sendo que para o recipiente, as mudas oriundas de saco plástico apresentaram maior IncH e IncDC (131,02 cm e 22,66 mm, respectivamente) e menor H/DC (5,15 cm mm⁻¹) do que aquelas produzidas em tubetes de polipropileno (107,98 cm; 16,49 mm e 5,80 cm mm⁻¹, respectivamente). Em relação ao fator *mulching*, as mudas obtiveram incremento superior em H e DC quando houve a presença da cobertura morta no seu entorno (127,69 cm e 21,22 mm, respectivamente) (Tabela 3).

Verificou-se ainda que, para as mudas de *P. rigida*, diferente das espécies anteriormente citadas, o recipiente não demonstrou influência sobre o incremento tanto em H quanto em DC. No entanto, houve diferença significativa entre os níveis do fator *mulching* para a variável IncH, sendo verificado maior incremento (138,65 cm) em mudas com ausência de cobertura morta no plantio. A variável H/DC apresentou interação entre os fatores testados, com menor valor nas mudas oriundas de saco plástico e na presença de *mulching* (Tabela 4).

Tabela 3 - Incremento em altura (IncH), incremento em diâmetro do coleto (IncDC) e relação altura e diâmetro do coleto (H/DC) de mudas de *C. sylvestris*, *H. heptaphyllus* e *P. rigida* aos 24 meses após o plantio a campo, sob diferentes tratamentos

Fatores	<i>C. sylvestris</i>		<i>H. heptaphyllus</i>		<i>P. rigida</i>	
Recipiente	IncH (cm)	IncDC (mm)	IncH (cm)	IncDC (mm)	H/DC (cm mm ⁻¹)	IncH (cm)
Saco plástico	53,16 a*	13,58 a	131,02 a	22,66 a	5,15 b	119,94 ^{ns}
Tubete	29,85 b	8,40 b	107,98 b	16,49 b	5,80 a	128,34
Mulching	IncH (cm)	IncDC (mm)	IncH (cm)	IncDC (mm)	H/DC (cm mm ⁻¹)	IncH (cm)
Presença de <i>mulching</i>	45,43 ^{ns}	11,52 ^{ns}	127,69 a	21,22 a	5,45 ^{ns}	109,65 b
Ausência de <i>mulching</i>	37,57	10,46	111,31 b	17,94 b	5,49	138,65 a
CV1(%)	13,24	17,77	9,46	11,95	5,91	33,00
CV2(%)	23,73	15,66	12,40	7,42	9,36	13,84

*Médias seguidas por letras minúscula diferentes na coluna diferem entre si pelo teste *t* ($p < 0,05$). ns – não-significativo. CV1: Coeficiente de variação da parcela. CV2: Coeficiente de variação da subparcela.

Fonte: A autora (2017).

Tabela 4 - Relação altura e diâmetro do coleto (H/DC) (cm mm⁻¹) de mudas de *P. rigida*, aos 24 meses após o plantio a campo, sob diferentes tratamentos

Fatores	Presença de <i>mulching</i>	Ausência de <i>mulching</i>
Saco plástico	7,41 Ba*	8,74 Aa
Tubete	7,66 Aa	7,76 Aa
CV1(%)	10,56	
CV2(%)	6,65	

*Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha e minúscula na coluna diferem entre si pelo teste *t* ($p < 0,05$). CV1: Coeficiente de variação da parcela. CV2: Coeficiente de variação da subparcela.

Fonte: A autora (2017).

As mudas de *C. sylvestris* e de *H. heptaphyllus* demonstraram comportamento semelhante quanto às variáveis área da copa (AC) e massa seca da parte aérea (MSPA), com diferença significativa entre ambos os fatores testados, porém sem interação. Para as duas espécies, em relação ao fator recipiente, os maiores valores de AC e MSPA foram encontrados em mudas transplantadas para saco plástico, com médias de 0,219 m² de AC e 90,97 g de MSPA em *C. sylvestris* e 0,935 m² de AC e 308,20 g de MSPA em *H. heptaphyllus* (Tabela 5). Além disso, verificou-se efeito positivo para a presença da cobertura morta, com valores superiores de 0,197 m² de AC e 80,10 g de MSPA em *C. sylvestris* e 0,786 m² de AC e 252,00 g de MSPA em *H. heptaphyllus*.

Para *P. rigida*, houve diferença apenas entre os tipos de recipiente, sendo que as mudas provenientes de saco plástico apresentaram médias superiores, tanto em AC (1,971 m²) quanto em MSPA (581,10 g), àquelas produzidas e mantidas em tubetes (1,214 m² de AC e 305,80 g de MSPA).

Tabela 5 - Área da copa (AC) e massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de *C. sylvestris*, *H. heptaphyllus* e *P. rigida*, aos 24 meses após o plantio a campo, sob diferentes tratamentos

Fatores	<i>C. sylvestris</i>		<i>H. heptaphyllus</i>		<i>P. rigida</i>	
	AC (m ²)	MSPA (g)	AC (m ²)	MSPA (g)	AC (m ²)	MSPA (g)
Saco plástico	0,219 a*	80,97 a	0,935 a	308,20 a	1,971 a	581,10 a
Tubete	0,125 b	55,60 b	0,393 b	118,20 b	1,214 b	305,80 b
<i>Mulching</i>	AC (m ²)	MSPA (g)	AC (m ²)	MSPA (g)	AC (m ²)	MSPA (g)
	Presença	0,197 a	80,10 a	0,786 a	252,00 a	1,5458 ^{ns}
Ausência	0,147 b	56,47 b	0,542 b	174,40 b	1,6383	455,2
CV1(%)	20,29	20,22	23,88	14,59	35,33	25,92
CV2(%)	14,68	24,45	21,27	11,00	16,86	14,77

*Médias seguidas por letras minúscula diferentes na coluna diferem entre si pelo teste *t* ($p < 0,05$). ns – não-significativo. CV1: Coeficiente de variação da parcela. CV2: Coeficiente de variação da subparcela.

Fonte: A autora (2017).

Em relação aos atributos fisiológicos, verificou-se que não houve diferença entre os tratamentos testados, tanto para *C. sylvestris* quanto para *H. heptaphyllus*. Em mudas de *C. sylvestris*, as médias gerais dos atributos foram: 29,59 e 8,54 ICF de Cla e Clb, respectivamente, 193,35 de Fo, 408,6 de Fm e 0,485 de Fv/Fm. Por outro lado, as mudas de *H. heptaphyllus* obtiveram médias gerais de 24,30 e 5,95 ICF de Cla e Clb, respectivamente, 192,15 de Fo, 496,25 de Fm e 0,606 de Fv/Fm.

4.4 DISCUSSÃO

Entre as espécies testadas, verificou-se menor taxa de sobrevivência para mudas de *C. sylvestris* (72,5%). Embora seja considerada pioneira (LORENZI, 2008), essa taxa de mortalidade demonstra menor resistência da espécie para tolerar os fatores limitantes que ocorreram na área de plantio, como matocompetição, solo compactado e com baixo teor de matéria orgânica, entre outros. Esse fato foi corroborado pelo reduzido incremento das mudas, tanto em H quanto em DC (Tabela 3), tornando-as mais suscetíveis à competição com plantas

daninhas. Isso sugere a necessidade de maiores cuidados na condução do plantio em áreas antropizadas ao se utilizar *C. sylvestris*. Por outro lado, as taxas de sobrevivência de *H. heptaphyllus* (85%) e *P. rigida* (80%) demonstraram maior adaptabilidade às condições de plantio, apesar de essas também terem sido influenciadas pelos fatores adversos, principalmente, a competição com plantas daninhas.

O sucesso da restauração florestal por meio do plantio de mudas depende do conhecimento sobre o comportamento das espécies arbóreas utilizadas, com relação à sobrevivência e crescimento diante de condições adversas (MARTINEZ-GARZA; BONGERS; POORTER, 2013). Schievenin et al. (2012) relatam que a taxa de sobrevivência das mudas permite inferir a respeito da manutenção necessária, bem como se as espécies utilizadas e tratamentos culturais estão adequados para as condições da área.

No presente estudo, a análise da sobrevivência demonstrou a particularidade de cada espécie em tolerar as adversidades existentes no local de plantio. Nesse caso, destaca-se que a área do experimento apresentava-se fortemente impactada pela ação antrópica, com solo altamente compactado em alguns locais, o qual dificultou inclusive a abertura de covas e o plantio e, possivelmente, restringiu o desenvolvimento radicular das mudas. A ausência de indivíduos com porte arbóreo também favoreceu o desenvolvimento de plantas daninhas, as quais predominavam na área de plantio e competiam com as mudas por água, luz e nutrientes.

Marcuzzo, Araujo e Gasparin (2015), ao conduzirem um plantio de restauração realizado em área próxima ao presente estudo, verificaram que as espécies testadas apresentaram sobrevivência variando de 68,3 a 88,5%, aos 24 meses após o plantio, corroborando os resultados aqui encontrados. Conforme Silva et al. (2016), plantios com sobrevivência acima de 79,1%, no Bioma Mata Atlântica, podem ser considerados satisfatórios e salientam ainda que a mortalidade é característica inerente a cada espécie e local onde ocorre o plantio.

Outros estudos também confirmam que a sobrevivência é dependente da espécie utilizada e da sua capacidade de adaptação às condições oferecidas pelo meio. Martinez-Garza, Bongers e Poorter (2013), ao avaliarem o comportamento de 24 espécies arbóreas plantadas em área de restauração, em pastagens abandonadas do México, verificaram que a sobrevivência variou muito entre as espécies (de 9 a 96%), sendo que as maiores taxas foram observadas para as pioneiras.

Segundo Bellotto et al. (2009), plantios de restauração que apresentem percentual de mortalidade acima de 10% demandam ações de imediata correção, as quais podem ser realizadas por meio do replantio de mudas, o que torna o projeto mais oneroso. No entanto, os

mesmos autores ressaltam que esse valor deve ser adaptado para a realidade de cada local. No presente estudo, deve-se considerar a dificuldade das plantas em se estabelecerem, tendo vista que o histórico de ocupação da área, por meio de construções habitacionais e pastagem, ocasionou alta compactação do solo e ocorrência de gramíneas invasoras (*Brachiaria* spp.). Diante disso, considera-se que a sobrevivência obtida para essas três espécies foi satisfatória.

Os resultados encontrados no presente estudo, bem como naqueles citados anteriormente, reforçam a necessidade de escolher criteriosamente as espécies que serão utilizadas, o que é possível, conforme Lacerda e Figueiredo (2009), por meio do conhecimento prévio do comportamento de cada espécie a campo, selecionando aquelas que apresentem alta sobrevivência. Além disso, é necessário adotar um manejo mais intensivo (controle de plantas daninhas e formigas cortadeiras, adubação, entre outros) para aquelas espécies que apresentarem menor sobrevivência, sendo possível evitar gastos desnecessários com replantio.

Além disso, deve-se considerar que o período de estabelecimento das mudas a campo é um momento crítico para que a restauração seja bem sucedida, sendo necessário intensificar os cuidados com o plantio nos primeiros meses, favorecendo a sobrevivência (CAMPOE et al., 2014). Esse fato foi evidenciado no presente estudo, em que houve necessidade de monitoramento constante ao longo do primeiro ano, tendo em vista que as plantas daninhas presentes na área apresentavam desenvolvimento intenso nos primeiros meses após plantio das mudas, que corresponderam a um período com elevadas temperaturas e precipitação constante (Figura 4). Nessa fase as mudas ainda estavam se estabelecendo, portanto, além das práticas silviculturais visando diminuir a matocompetição, também foi necessária maior frequência no controle de formigas cortadeiras, as quais ocorriam a cada 3 meses, aproximadamente.

Os incrementos em altura (IncH) e diâmetro do coleto (IncDC), área da copa (AC) e massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de *C. sylvestris* e *H. heptaphyllus*, além da AC e MSPA de *P. rigida*, foram favorecidos pelo uso do recipiente saco plástico, possivelmente devido ao maior volume de substrato comportado por esse recipiente (Tabelas 3 e 5). O crescimento a campo, para mudas de espécies florestais produzidas em diferentes volumes de recipientes, já foi verificado por outros estudos, sendo que em grande parte deles, o maior volume está associado ao elevado desenvolvimento das mudas, tanto em viveiro quanto a campo, conforme evidenciado por Bonfim et al. (2009), Gasparin et al. (2014) e Novaes et al. (2014).

Esse fato ocorre, pois recipientes com maior volume, os quais comportam mais substrato, são capazes de fornecer maior disponibilidade de água e nutrientes em viveiro, possibilitando melhor formação e desenvolvimento do sistema radicular (LERENA et al.,

2006), assim como disponibilidade de material mais estruturado para crescimento inicial das mudas em área antropizada após o plantio.

Além disso, existe uma tendência de que menores volumes de recipiente, como os tubetes de 180 cm³, podem restringir o crescimento do sistema radicular das mudas (ABREU et al., 2015). Assim, por controlar a quantidade de raízes que a planta pode produzir, o volume do recipiente determina também a altura da parte aérea (RITCHIE et al., 2010), pois as plantas tendem a apresentar um crescimento balanceado entre a parte radicular e aérea (ABREU et al., 2015). Cabe ressaltar, entretanto, que os volumes de 110 cm³ e 180 cm³, aproximadamente, são os mais utilizados para cultivo de mudas de espécies arbóreas em viveiros que utilizam tubetes para a produção.

Pinto et al. (2011) sugerem que o volume do recipiente utilizado influencia menos o comportamento das mudas a campo, quando essas são plantadas em locais adequados. Porém, quando a área de plantio apresenta fatores limitantes à sobrevivência e ao crescimento, como é o caso da maioria das áreas antropizadas, os autores salientam que o volume do recipiente será determinante para que se obtenha sucesso no plantio.

No entanto, de acordo com a espécie, pode ocorrer que o tipo e volume do recipiente utilizado não interfiram no crescimento em altura e diâmetro do coleto das mudas após o plantio, conforme verificado nesse estudo para *P. rigida*. Apesar de algumas pesquisas demonstrarem que mudas dessa espécie apresentaram maior crescimento quando produzidas em recipientes de maior volume, na fase de viveiro (FERRAZ; ENGEL, 2011; GASPARIN et al., 2015), tais pesquisas não consideraram seu desenvolvimento no pós-plantio.

O comportamento verificado nesse estudo para *P. rigida* é característico de espécies de rápido crescimento, geralmente incluídas no grupo das pioneiras, e que apresentam maior rusticidade e capacidade de tolerar locais e condições ambientais menos favoráveis ao desenvolvimento (NUNES et al., 2015). Embora na fase de viveiro o recipiente de maior volume favoreça o crescimento das mudas, há uma tendência de que essa diferença de crescimento diminua gradativamente após o plantio no campo, conforme verificado para mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (ABREU et al., 2015) e de *Schinus terebinthifolius* (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005), as quais apresentam altas taxas de crescimento, assim como *P. rigida*.

Há de se considerar que as mudas de *P. rigida* transplantadas para saco plástico na fase de viveiro demonstraram melhor desempenho em AC e MSPA (Tabela 5), fato que, possivelmente foi favorecido pelo sistema radicular mais desenvolvido, proporcionando a expansão da AC e, conseqüentemente, da MSPA. Esse fato torna-se interessante para plantios

de restauração em fase inicial, onde se busca o rápido recobrimento e sombreamento da área, de modo a diminuir a incidência de plantas daninhas e facilitar o estabelecimento de espécies arbóreas tolerantes à luz (PEREIRA; BOTELHO; DAVIDE, 2015).

Segundo Ritchie et al. (2010), o crescimento das mudas em parte aérea está, geralmente, correlacionado com o número de folhas da planta, sendo uma boa estimativa da sua capacidade fotossintética. Os autores salientam que, em locais de plantio com elevada competição vegetativa, como é o caso do presente estudo, a capacidade de captar e processar a luz solar é determinante para a sobrevivência e crescimento das plantas. Portanto, as mudas com parte aérea mais desenvolvida (maior altura, diâmetro e área fotossintética), têm vantagens sobre mudas menores que tendem a ficar suprimidas por vegetação concorrente (RITCHIE et al., 2010).

Verificou-se ainda que as mudas das três espécies avaliadas apresentaram adequados valores de H/DC, embora tenham variado de acordo com os tratamentos (Tabelas 3 e 4). Essa relação indica o equilíbrio das mudas bem como sua robustez, em que valores menores de H/DC são mais desejáveis (GOMES; PAIVA, 2011). No presente estudo, mudas de *H. heptaphyllus* e *P. rigida* demonstraram menores valores de H/DC quando produzidas em sacos plásticos e na presença de *mulching*, indicando crescimento mais equilibrado entre altura e diâmetro.

Além da influência observada pelo recipiente utilizado, verificou-se que o uso do *mulching* favoreceu o crescimento de mudas de *C. sylvestris* e *H. heptaphyllus*. Isso porque, a cobertura morta além de inibir o crescimento de vegetação concorrente, é capaz de isolar o solo de temperaturas extremas e reduzir a evaporação superficial, mantendo a umidade (LANDIS; DUMROESE; HAASE, 2010b). Os efeitos benéficos do *mulching* sobre o plantio de espécies arbóreas foi evidenciado também por Dostalek et al. (2007), os quais verificaram que o crescimento das mudas foi até três vezes superior àquelas com ausência de cobertura. Além disso, as espécies apresentam comportamentos distintos quanto à presença de *mulching* e que deve-se testar ainda diferentes materiais para cobrir o solo, a fim de determinar aquele que melhor atenda às necessidades da área e das espécies utilizadas (DOSTALEK et al., 2007).

Diferente das demais espécies desse estudo, em mudas de *P. rigida* o uso do *mulching* demonstrou-se desfavorável para os atributos morfológicos, principalmente quanto ao IncH (Tabelas 3 e 5). Esse resultado pode ter sido influenciado pela característica pioneira da espécie, a qual mesmo diante do potencial de crescimento das mudas produzidas em saco plástico, não necessitou investir em crescimento aéreo para sobrepor a matocompetição, que por sua vez, teve o crescimento inibido pelo *mulching*.

Portanto, assim como ocorreu com o recipiente, o uso do *mulching* deve ser considerado para cada espécie individualmente, tendo em vista as diferentes respostas obtidas em cada situação e sua relevância. Nos plantios em áreas antropizadas, principalmente naqueles cujo solo se encontra exposto, o uso desse trato cultural deve ser analisado não apenas sob o ponto de vista do benefício que proporciona ao crescimento das mudas, mas também pela capacidade de proteção física que oferece, tornando-se um método simples de evitar a erosão ocasionada pela água da chuva (PIMENTEL; GUERRA, 2011). Por outro lado, deve-se avaliar a disponibilidade de material a ser utilizado como *mulching*, de modo a viabilizar economicamente o processo.

No presente estudo, os atributos fisiológicos não foram alterados pelos tratamentos utilizados, tanto para *C. sylvestris*, quanto para *H. heptaphyllus*. Isso indica que mesmo as mudas que apresentaram menor crescimento, estavam em condição fisiológica semelhante nos diferentes tratamentos. Dentre os atributos fisiológicos avaliados, destaca-se a relação entre a fluorescência variável com a fluorescência máxima (F_v/F_m), uma medida da eficiência intrínseca ou máxima do fotossistema II (PSII) (ARAÚJO; DEMINICIS, 2009).

Os valores de F_v/F_m para ambas espécies situaram-se abaixo do recomendado (0,75-0,85) por Araújo e Deminicis (2009) o que sugere que as plantas estavam expostas a uma condição de estresse, principalmente *C. sylvestris*, devido ao reduzido valor de F_v/F_m (0,485). Possivelmente esse fato ocorreu pela elevada matocompetição existente no local de plantio, pois quando as plantas são expostas a fatores ambientais restritivos (matocompetição, deficiência nutricional, estresse hídrico), é comum observar quedas no valor desse atributo fisiológico, sendo indicativo de estresse (KRAUSE; WEIS, 1991; BAKER, 2008; ARAÚJO; DEMINICIS, 2009).

Conforme Ritchie et al. (2010), atributos fisiológicos representam um estado momentâneo da planta. Dessa forma, medidas realizadas em uma única ocasião, como foi o caso do presente estudo, podem ter refletido um estado fisiológico inferior ao real, tendo em vista que as plantas têm a capacidade de restabelecer os seus processos fisiológicos ao longo do dia. Portanto, para verificar se o estresse é contínuo, de modo a interferir no crescimento, são necessárias avaliações mais constantes.

4.5 CONCLUSÃO

A sobrevivência das três espécies não foi influenciada pelos tratamentos aplicados. Além disso, buscando o rápido crescimento de *C. sylvestris*, *H. heptaphyllus* e *P. rigida*, em

área antropizada, deve-se utilizar mudas produzidas em recipientes de maior volume, como sacos plásticos de polietileno de 1,5 L. Aliado a isso, para *C. sylvestris* e *H. heptaphyllus*, o uso do *mulching* favorece o crescimento, sendo adequado usá-lo sempre que estiver disponível na área de plantio.

5 CAPÍTULO II – SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE *Inga vera* WILL. E *Schinus terebinthifolius* RADDI EM ÁREA ANTROPIZADA NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

RESUMO

O mercado consumidor de espécies nativas tem aumentado, tendo em vista sua demanda para restauração de áreas antropizadas, para isso, o silvicultor busca mudas de qualidade, aliado a tratamentos culturais que favoreçam seu crescimento após o plantio. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a sobrevivência e o crescimento inicial de mudas de *Inga vera* e *Schinus terebinthifolius*, em área antropizada, de acordo com o recipiente utilizado na produção das mudas em viveiro e do uso de *mulching* no plantio. O experimento foi conduzido em esquema fatorial (2x2), considerando tipos de recipientes utilizados na produção das mudas (saco plástico e tubete) e presença ou ausência de *mulching* no entorno das mudas no plantio. As mudas foram plantadas em outubro de 2013, em delineamento blocos ao acaso, com cinco repetições. Aos 24 meses após o plantio verificou-se a sobrevivência das mudas, bem como os atributos morfológicos e fisiológicos. Quanto à sobrevivência, *I. vera* apresentou maior média para mudas produzidas em saco plástico (86,7%), enquanto *S. terebinthifolius* não demonstrou diferença entre os tratamentos analisados, com média geral de 81,7% de sobrevivência. Os atributos morfológicos incremento em altura (IncH) e em diâmetro do coleto (IncDC), área da copa (AC) e massa seca da parte aérea (MSPA) foram favorecidos pelo uso do saco plástico em mudas de *I. vera*, verificando-se ainda, menor luminosidade e maior umidade do solo sob a copa dessas mudas. Para *S. terebinthifolius*, o recipiente saco plástico favoreceu somente o IncH, igualando-se às mudas produzidas em tubetes nas demais variáveis. O uso do *mulching* não foi eficaz para auxiliar no crescimento de ambas espécies e os atributos fisiológicos mostraram-se semelhantes para todos os tratamentos testados. Tendo em vista o comportamento silvicultural de ambas as espécies, pode-se afirmar que as mesmas apresentam funções de espécies *framework*. Aliado a isso, visando elevada sobrevivência e rápido crescimento das plantas em área antropizada, recomenda-se a produção de mudas de *I. vera* em sacos plásticos de 1,5 L, por outro lado, mudas de *S. terebinthifolius* podem ser produzidas em tubetes de 180 cm³, tendo em vista que seu comportamento a campo independe do volume de recipiente. O uso do *mulching* como trato cultural, para ambas as espécies, deve ser investigado em estudos futuros, testando-se maior quantidade/volume de cobertura morta, não apenas no entorno, mas em toda a área de plantio.

Palavras-chave: Saco plástico. Tubete. Ingá-banana. Aroeira-vermelha. *Mulching*.

SURVIVAL AND INITIAL GROWTH OF *Inga vera* WILL. E *Schinus terebinthifolius* RADDI IN ANTROPIZED AREA IN THE CENTRAL REGION OF RIO GRANDE DO SUL

ABSTRACT

The consumer market of native species has increased, due to their demand for restoration of altered areas, for this, the forester seeks quality seedlings, allied to cultural treatments that favor

their growth after planting. Thus, the objective of this study was to verify the survival and initial growth of *Inga vera* and *Schinus terebinthifolius* seedlings in anthropized area, according to container used in nursery seedlings production and use of mulching on planting. The experiment was conducted in a factorial scheme (2x2), considering the types of containers used in the production of the seedlings (plastic bag and tube) and the presence or absence of mulching around the planting seedlings. The seedlings were planted in October 2013, in a randomized block design, with five replications. At 24 months after planting the survival of the seedlings was verified, besides the morphological and physiological attributes. Regarding survival, *I. vera* showed a higher average for seedlings produced in a plastic bag (86.7%), while *S. terebinthifolius* showed no difference between treatments, with an overall survival rate of 81.7%. The morphological attributes increase in height (IncH) and stem diameter (IncDC), crown area (AC) and shoot dry mass (MSPA) were favored by the use of the plastic bag in seedlings of *I. vera*, besides lower luminosity and greater humidity of the soil under the canopy of these seedlings. For *S. terebinthifolius*, the plastic bag recipient favored only the IncH, being equal to the seedlings produced in tubes in the other variables. The use of mulching was not effective to aid in the growth of both species and the physiological attributes were similar for all treatments tested. Considering the silvicultural behavior of both species, it can be affirmed that they have functions of framework species. In addition, for high survival and rapid growth of the plants in an altered area, it is recommended to produce *I. vera* seedlings in 1.5 L plastic bags, on the other hand, *S. terebinthifolius* seedlings can be produced in tubes Of 180 cm³, considering that its field behavior is independent of the container volume. The use of mulching as a cultural treatment for both species should be investigated in future studies, and a greater quantity/volume of mulch should be investigated, not only in the surrounding area, but throughout the plantation area.

Keywords: Plastic bag. Tube. Ingá-banana. Aroeira-vermelha. *Mulching*.

5.1 INTRODUÇÃO

A preocupação mundial com relação à qualidade ambiental tem se mostrado cada vez mais frequente, fazendo com que ocorra um aumento na demanda de serviços e produtos florestais, como por exemplo, na produção de mudas para reflorestamento, arborização, dentre outros (LELES et al., 2006). Além disso, o mercado consumidor de mudas florestais ganhou ênfase para fins de restauração, tendo em vista que o plantio de espécies arbóreas nativas contribui para iniciar ou acelerar a retomada da funcionalidade em ambientes alterados, sendo, portanto, testado em diversas pesquisas (SANTOS JR.; GONÇALVES; FELDPAUSCH, 2006; CAMPOE et al., 2014; FERREZ et al., 2015; BERTACCHI et al., 2016).

Essa demanda por mudas arbóreas nativas gerou a necessidade de estudos que otimizem o processo produtivo, a baixo custo e com qualidade morfológica e fisiológica capazes de atender aos objetivos dos plantios, sendo que a qualidade das mudas apresenta importante

influência no desempenho a campo (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005; LELES et al., 2011; GROSSNICKLE, 2012).

Com relação à produção em viveiro, destaca-se a importância do uso de recipiente adequado, que favoreça o crescimento das mudas, aliado ao baixo custo, tendo em vista que esse é dos insumos mais determinantes na qualidade das plantas (AKPO et al., 2014). Recipientes de maior volume são propícios ao desenvolvimento de mudas maiores, as quais possuem elevada chance de sobrevivência, o que é fundamental na restauração de áreas alteradas devido à antropização. Por outro lado, recipientes maiores implicam alto custo no processo produtivo, devido a aspectos como maior espaço ocupado no viveiro, mão de obra e custos no transporte e plantio (FERRAZ; ENGEL, 2011).

Comumente, espécies florestais nativas são produzidas em pequenos viveiros, em que alguns utilizam a tecnologia de recipientes reutilizáveis, enquanto muitos produzem em saco plástico de maior volume, o qual permite maior flexibilidade no cronograma de expedição, pois as mudas podem permanecer por mais tempo no viveiro. Além disso, deve-se adequar o substrato ao recipiente utilizado, buscando manter a qualidade das mudas. Para recipientes reutilizáveis e de menor volume, como os tubetes, o substrato geralmente é do tipo orgânico, devendo apresentar menor densidade para melhorar a drenagem, assim como possibilitar a formação de um agregado de raiz e substrato, facilitando a sua retirada do recipiente. No caso dos sacos de polietileno, geralmente com maior volume, é comum o uso de materiais com maior densidade, como terra de subsolo (GONÇALVES et al., 2005).

A manutenção e os tratamentos silviculturais aplicados após o plantio também são determinantes para que esse tenha sucesso (GROSSNICKLE, 2012), tendo em vista que a fase de estabelecimento de mudas no campo é uma das mais críticas (CAMPOE et al., 2014). A redução do estresse na área de plantio durante as etapas iniciais, principalmente nos dois primeiros anos, é capaz de aumentar as chances de sobrevivência, crescimento e desenvolvimento das mudas devido ao maior potencial de acesso aos recursos disponíveis, como água, luz e nutrientes (CAMPOE et al., 2014).

Uma prática que pode contribuir para o estabelecimento das mudas em áreas antropizadas é o uso de *mulching* (cobertura morta). Esse é utilizado em plantios no entorno das mudas, visando o controle de plantas daninhas, além da manutenção da umidade do solo, pois reduz a evaporação, podendo ainda contribuir para o crescimento das mudas (SCHETTINI; VOX; DE LUCIA, 2007; NI et al., 2016).

Destaca-se também que, visando alcançar uma restauração mais rápida e completa, é importante identificar espécies arbóreas que apresentem funcionalidade no ambiente. Tais

espécies, chamadas de *framework*, possuem atributos favoráveis para determinada condição ambiental, acelerando a reestruturação da comunidade vegetal e desencadeando processos ecológicos fundamentais para o funcionamento do ecossistema (PILON; DURIGAN, 2013). Conforme Pakkad et al. (2003), essas espécies são selecionadas por sua elevada sobrevivência, rápido crescimento, por serem atrativas à fauna silvestre dispersora de sementes e facilmente propagadas em viveiros, dessa forma, possibilitam a rápida restauração da biodiversidade em ambientes alterados (ELLIOTT; KUARAKSA, 2008). De acordo com Kageyama e Gandara (2005), tais espécies podem ainda ser utilizadas como fonte de renda, por meio do manejo sustentável, a partir de produtos e subprodutos florestais.

Espécies como *I. vera* e *S. terebinthifolius* tornam-se interessantes para uso em áreas antropizadas, pois além de apresentarem características que as sugerem como *framework*, também podem ser utilizadas para gerar renda em pequenas propriedades rurais. *I. vera* apresenta potencial como fonte de recurso medicinal, apícola e produto bioquímico (UBESSI-MACARINI; NEGRELLE; DE SOUZA, 2011) e *S. terebinthifolius* é amplamente utilizada nas indústrias alimentícia e de bebidas, pelo consumo de seus frutos (pimenta-rosa), os quais são comercializados tanto no mercado nacional quanto internacional (LENZI; ORTH, 2004), além de possuir madeira adequada para lenha e carvão (CARVALHO, 2003).

Nesse sentido, torna-se fundamental identificar características silviculturais de espécies arbóreas, de modo a inferir sobre seu potencial de uso em projetos de restauração, o qual será confirmado com estudos posteriores, por meio de indicadores ecológicos. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a sobrevivência e o crescimento inicial de mudas de *I. vera* e *S. terebinthifolius*, em área antropizada, de acordo com o recipiente utilizado na produção das mudas em viveiro e do uso de *mulching* após o plantio.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta seção está descrita no item “3 Material e Métodos”, o qual foi elaborado de forma conjunta para as espécies descritas nos capítulos 1 e 2.

5.3 RESULTADOS

Aos 24 meses após o plantio a campo, a análise estatística indicou que mudas de *I. vera* apresentaram elevada sobrevivência quando provenientes de saco plástico (86,7%), em relação às mantidas em tubete até o plantio (63,3%), porém sem diferença significativa ($p > 0,05$).

para o fator *mulching* (Tabela 6). A espécie *S. terebinthifolius* apresentou comportamento diferente, com valores de sobrevivência semelhantes entre todos os tratamentos, com média geral de 81,7%.

Tabela 6 - Sobrevivência de mudas de *I. vera* aos 24 meses após o plantio a campo, sob diferentes tratamentos

Recipiente	Sobrevivência (%)
Saco plástico	86,67 a*
Tubete	63,33 b
CV1(%)	19,88
CV2(%)	15,71

*Médias seguidas por letras minúscula diferentes na coluna diferem entre si pelo teste *t* ($p < 0,05$). ns – não-significativo. CV1: Coeficiente de variação da parcela. CV2: Coeficiente de variação da subparcela.

Fonte: A autora (2017).

Quanto às variáveis de crescimento, verificou-se que, para *I. vera*, houve efeito significativo do tipo de recipiente para as variáveis incremento em altura (IncH), incremento em diâmetro do coleto (IncDC), área da copa (AC) e massa seca da parte aérea (MSPA). Para essas variáveis, os valores superiores foram encontrados naquelas mudas transplantadas para saco plástico durante a produção em viveiro, obtendo médias de 179,78 cm de IncH; 50,14 mm de IncDC; 6,905 m² de AC; e 2360,60 g de MSPA (Tabela 7). Para MSPA de *I. vera*, houve diferença também entre os níveis do fator *mulching*, em que as mudas apresentaram maior média na presença de cobertura morta (1.603,60 g). A variável H/DC apresentou médias semelhantes entre os tratamentos (5,10 cm mm⁻¹).

Com relação à *S. terebinthifolius*, a análise estatística indicou diferença significativa ($p > 0,05$) apenas para o IncH das mudas, entre os recipientes. Para IncH, o maior valor verificado foi em mudas provenientes de saco plástico (201,46 cm), sendo superior àquelas oriundas de tubetes (166,88 cm) (Tabela 7). As demais variáveis de crescimento não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos testados, com médias gerais de 37,86 mm de IncDC; 5,79 cm mm⁻¹ de H/DC; 3,25 m³ de AC; e 1061,45 g de MSPA.

Tabela 7 - Incremento em altura (IncH), incremento em diâmetro do coleto (IncDC), relação altura e diâmetro do coleto (H/DC), área da copa (AC), massa seca da parte aérea (MSPA) e luminosidade sob a copa (LC) de mudas de *I. vera* e *S. terebinthifolius*, aos 24 meses após o plantio a campo, sob diferentes tratamentos

Fatores	<i>I. vera</i>						<i>S. terebinthifolius</i>
	IncH (cm)	IncDC (mm)	H/DC (cm mm ⁻¹)	AC (m ²)	MSPA (g)	LC (%)	IncH (cm)
Recipiente							
Saco plástico	179,78 a*	50,14 a	4,78 ns	6,905 a	2.360,60 a	15,75 a	201,46 a
Tubete	143,96 b	32,17 b	5,43	2,568 b	503,50 b	34,05 b	166,88 b
Mulching	IncH (cm)	IncDC (mm)	H/DC (cm mm ⁻¹)	AC (m ²)	MSPA (g)	LC (lux)	IncH (cm)
Presença	164,94 ^{ns}	42,71 ns	5,07 ns	4,730 ns	1.603,60 a	24,05 ns	189,65 ns
Ausência	158,79	39,60	5,13	4,743	1.260,50 b	25,75	178,68
CV1(%)	15,38	15,11	1,14	16,85	5,25	1,34	12,80
CV2(%)	11,18	11,76	0,57	16,71	3,53	1,31	7,35

*Médias seguidas por letras minúscula diferentes na coluna diferem entre si pelo teste *t* ($p < 0,05$). ns – não-significativo. CV1: Coeficiente de variação da parcela. CV2: Coeficiente de variação da subparcela.

Fonte: A autora (2017).

A análise dos atributos fisiológicos das mudas de *I. vera* e *S. terebinthifolius* mostrou que não houve diferença entre os tratamentos testados ($p < 0,05$). Para *I. vera*, as médias gerais das variáveis fisiológicas foram: 35,72 ICF de Cla; 15,56 ICF de Clb; 233,35 de F_o; 778,85 de F_m; e 0,694 de F_v/F_m. Por outro lado, as mudas de *S. terebinthifolius* apresentaram médias gerais de 32,69 e 11,92 ICF de Cla e Clb, respectivamente; 250,85 de F_o; 844,7 de F_m e 0,704 de F_v/F_m.

Quanto às variáveis obtidas no ambiente sob as copas, houve comportamento distinto para *I. vera*, a variável umidade do solo apresentou interação entre os fatores estudados (Tabela 8), sendo que o maior valor verificado foi sob mudas oriundas de saco plástico, com presença de *mulching* no plantio (0,104 m³ m⁻³). A variável luminosidade sob a copa (LC) apresentou diferença entre os níveis do fator recipiente, havendo maior passagem de luz sob a copa das mudas provenientes de tubetes (34,05%) (Tabela 7). Para *S. terebinthifolius*, a análise indicou semelhança entre todos os tratamentos, para ambas as variáveis. Em relação à umidade do solo, a média geral foi de 0,129 m³ m⁻³, e para a luminosidade sob a copa obteve-se 19,78%. Salienta-se que no momento das avaliações, em ambas as espécies, a luminosidade a pleno sol se manteve em torno de 95.551 lux, a qual correspondeu a 100% de luminosidade.

Tabela 8 - Umidade do solo ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$) sob a copa de mudas de *I. vera*, aos 24 meses após o plantio a campo, sob diferentes tratamentos

Fatores	Presença de <i>mulching</i>	Ausência de <i>mulching</i>
Saco plástico	0,104 Aa*	0,087 Ba
Tubete	0,069 Ab	0,067 Aa
CV1(%)		27,17
CV2(%)		8,22

*Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha e minúscula na coluna diferem entre si pelo teste *t* ($p < 0,05$). CV1: Coeficiente de variação da parcela. CV2: Coeficiente de variação da subparcela.
Fonte: A autora (2017).

5.4 DISCUSSÃO

Mudas de *I. vera* necessitam de maior volume de recipiente (sacos plásticos de 1,5 L) durante sua produção em viveiro, o que proporciona elevada sobrevivência, IncH, IncDC, AC e MSPA (Tabela 7), quando comparadas àquelas produzidas em menores volumes (tubete de 180 cm^3). Isso porque a escolha do tipo de recipiente utilizado na produção das mudas influencia a quantidade de recursos que estarão disponíveis para as mesmas (LUNA; LANDIS; DUMROESE, 2009), considerando o espaço para expansão de raízes, o qual estimula o rápido estabelecimento das mudas, e, conseqüentemente, ocupação do ambiente de plantio.

Ao se utilizar recipientes de volumes mais elevados, como os sacos plásticos de 1,5 L, as plantas possuem maior disponibilidade de substrato, nutrientes e água, o que favorece o desenvolvimento do sistema radicular. Conforme Close et al. (2010), mudas produzidas em recipientes de maior volume podem apresentar elevada relação raiz/parte aérea e maior biomassa, fatores que podem ser determinantes para a sobrevivência e crescimento a campo. Os autores ainda ressaltam que o maior acúmulo de biomassa representa as reservas de carboidratos totais disponíveis, os quais serão utilizados para promover o rápido estabelecimento logo após o plantio.

Os fatores que influenciam o estabelecimento e o crescimento de mudas de espécies florestais em um plantio, principalmente quando se trata de áreas de restauração, são numerosos e de difícil controle ou previsão (LAMBERT; HARPER; ROBINSON, 2010). No entanto, os autores ressaltam que dois dos fatores, os quais podem ser controlados e que influenciarão no sucesso do plantio, são o tamanho e a qualidade das mudas utilizadas, que estão diretamente relacionados à escolha do recipiente usado na produção.

A seleção de um recipiente adequado para produção de mudas, geralmente, se dá em função da análise de atributos de crescimento e da qualidade das mudas no viveiro, além do

custo, ignorando-se o principal objetivo, que é a resposta dessas mudas em plantio no campo (ABREU et al., 2015). De maneira geral, opta-se pela escolha de recipientes menores, visando diminuir os gastos com produção, pela redução de substrato e também com transporte. No entanto, recipientes com volume menor que o adequado podem comprometer a qualidade das mudas e seu desempenho após o plantio (AKPO et al., 2014). Portanto, os benefícios oferecidos pela escolha de recipientes maiores podem compensar o seu custo, como por exemplo, ao se obter alta sobrevivência e crescimento no campo (LUNA; LANDIS; DUMROESE, 2009; POORTER et al., 2012; MARIOTTI et al., 2015).

Segundo Luna, Landis e Dumroese (2009), deve-se optar pela produção de mudas de espécies arbóreas em recipientes de maior volume sempre que seu destino final for plantios com elevada competição vegetativa. Isso ocorre porque o uso de recipientes maiores tende a favorecer o crescimento das mudas em altura, diâmetro do coleto e biomassa, e dessa forma, tornando-as mais eficientes na captação de recursos, como luz, água e nutrientes, contribuindo para sua sobrevivência e crescimento, mesmo sob condições adversas, conforme confirmado no presente estudo.

Além disso, foi evidente a eficiência da cobertura da área pela copa das mudas de *I. vera* provenientes de sacos plásticos, por meio da elevada interceptação luminosa e umidade do solo. Esse efeito é importante, tendo em vista que há grande dificuldade no estabelecimento de espécies arbóreas nativas em áreas com alta incidência de plantas daninhas, sendo necessária a adoção de medidas que modifiquem o local, tornando-o menos apto à incidência dessas (EWING, 2002).

Dentre as medidas adotadas, a ampla cobertura da área pelas copas proporciona o sombreamento, podendo diminuir a ocupação da superfície por plantas daninhas e favorecer o estabelecimento de espécies arbóreas de estágios sucessionais mais avançados (IGNÁCIO; ATTANASIO; TONIATO, 2007). Além disso, o aumento da umidade no solo torna o ambiente favorável para que novas espécies sejam introduzidas na área, tendo em vista que a umidade é um fator determinante para a sobrevivência e crescimento das mudas, por facilitar a expansão radicular (GROSSNICKLE 2005). Ressalta-se ainda, que mudas com elevada altura e área da copa ampla são capazes de gerar maiores taxas de deposição de serapilheira no solo, contribuindo para o acúmulo de matéria orgânica e nutrientes na sua camada superficial (BRUN et al., 2013).

O rápido recobrimento da área, evidenciado nesse estudo para as mudas de *I. vera*, é também uma das funções de projetos baseados no *framework*, os quais muitas vezes utilizam espécies arbóreas exóticas em plantios de restauração, buscando o suprimento de tal função.

Isso ocorre devido ao desconhecimento em relação ao comportamento das espécies nativas, tornando-se necessário que mais estudos como esse sejam feitos, buscando identificar aquelas nativas, cujas características de crescimento possibilitam sua utilização como *framework*.

Ao testar o uso de mudas de *Inga edulis* Mart. para melhorar as condições de um solo degradado, Lojka et al. (2012) concluíram que o plantio dessa espécie apresenta potencial para reduzir a incidência de gramíneas invasoras e melhorar a fertilidade do solo. Dessa forma, além de melhorar as condições ambientais com fins ecológicos, sugere-se que o uso de mudas de *I. vera* que apresentam rápido crescimento pode também contribuir para o restabelecimento de solos alterados ou degradados pela ação humana, tornando-os novamente aptos ao cultivo e ao desenvolvimento de atividades agrícolas de baixo impacto, tendo essa espécie alto potencial para *framework*.

Com relação à *S. terebinthifolius*, verificou-se que a sobrevivência foi semelhante entre os tratamentos (81,7%). Essa foi próxima àquela relatada por Marcuzzo, Araujo e Gasparin (2015) (75%), no plantio de restauração localizado em área adjacente à do presente estudo. Apesar da comprovada rusticidade da espécie, a qual cresce e se desenvolve facilmente mesmo em locais impróprios (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005), verificou-se, nesse estudo, que as plantas são suscetíveis ao ataque de formigas cortadeiras, apesar do uso de iscas granuladas, fato que ocasionou a morte de algumas mudas. Portanto, em projetos de restauração que utilizam essa espécie, é necessário cuidado com a presença de formigas na área.

O presente estudo mostrou ainda que, em mudas de *S. terebinthifolius*, houve efeito do recipiente apenas sobre o IncH, com a maior média correspondendo às mudas de saco plástico (Tabela 7). Embora tenha sido constatada diferença significativa para essa variável entre os recipientes, pode-se considerar que, de uma maneira geral, o crescimento a campo das mudas produzidas em tubete também foi satisfatório, tendo em vista que os demais atributos (IncDC, H/DC, AC, MSPA, unidade do solo e luminosidade sob a copa) foram semelhantes entre os tratamentos.

Os resultados obtidos estão de acordo com José, Davide e Oliveira (2005) os quais não evidenciaram diferença entre os tipos de recipientes utilizados na produção de mudas dessa espécie, após 250 dias de plantio em área alterada pela mineração, comprovando a alta adaptabilidade da espécie em ambientes adversos, independente do recipiente utilizado na sua produção.

A possibilidade de produzir mudas de *S. terebinthifolius* em recipientes de menor volume (tubetes de 180 cm³), como evidenciada no presente estudo, diminui os custos de plantios que incluem o uso dessa espécie. Isso porque a muda de tubete, por demandar menor

quantidade de substrato e adubação, tem seu valor menor do que aquela produzida em sacos plásticos (FERRAZ; ENGEL, 2011). Além disso, o plantio dessas mudas pode ser feito de maneira mecanizada ou semi-mecanizada, pois o torrão, em geral, encontra-se bem agregado, resultando na atividade mais rápida, fácil e economicamente viável, possibilitando a revegetação de grandes áreas por meio do plantio de mudas (BRUEL; MARQUES; BRITZ, 2010).

Ressalta-se ainda que *I. vera* e *S. terebinthifolius* apresentaram alguns indivíduos em frutificação, logo no segundo ano após o plantio. Considerando que esses frutos são atrativos à avifauna, seu uso em áreas antropizadas mostra outra funcionalidade dessas espécies, que favorece o aumento da riqueza na fauna local, facilitando o início do processo de restauração.

Evidenciou-se também que o uso do *mulching* não demonstrou o efeito esperado sobre o crescimento das mudas de ambas as espécies. Apenas para *I. vera* verificou-se MSPA e umidade do solo superior naquelas parcelas com presença de *mulching*, enquanto os demais atributos foram semelhantes, independente do seu uso (Tabelas 7 e 8). Possivelmente, o *mulching* foi pouco eficaz sobre essas espécies, pois as mesmas demonstraram crescimento muito rápido, sendo, portanto, pouco afetadas pela vegetação concorrente, mesmo naquelas parcelas com ausência de cobertura morta. Além disso, verificou-se adequada pluviosidade ao longo dos primeiros meses após o plantio (Figura 4), fato que pode ter contribuído para o estabelecimento das mudas a campo, independente do uso de cobertura morta para aumentar a umidade do solo.

Os resultados encontrados no presente estudo estão de acordo com aqueles evidenciados por Blanco-García et al. (2011), em que o uso do *mulching* foi testado no plantio de *Pinus montezumae*, *Pinus pseudostrobus* e *Abies religiosa*. Os autores relatam que não houve efeito do *mulching* sobre a sobrevivência e crescimento de nenhuma das espécies e ressaltam que a resposta das plantas ao uso da cobertura morta está relacionada ao tipo de solo presente na área e à estação do ano em que se realizou o estudo, sendo importante obter informações prévias inerentes ao local em que se deseja utilizar esse trato cultural.

Segundo Löf et al. (2012) a aplicação de cobertura morta em área de plantio está pouco difundida no âmbito silvicultural, sendo empregada principalmente para culturas agrícolas. Portanto, mais estudos devem ser realizados verificando o efeito do *mulching* em diferentes espécies arbóreas e locais de plantio, tendo em vista que seu uso de forma adequada pode também tornar-se uma das maneiras mais econômicas para reduzir os danos causados pela ação erosiva decorrente das chuvas em solos descobertos (PIMENTEL; GUERRA, 2011).

As diferenças encontradas em relação aos atributos morfológicos, para ambas as espécies, não foram expressadas nos atributos fisiológicos, os quais demonstraram-se semelhantes dentro dos tratamentos. De acordo com os resultados obtidos nesse estudo, embora alguns tratamentos apresentaram-se superiores morfológicamente, é possível inferir que todas as mudas estavam submetidas à condição fisiológica semelhante, tanto para *I. vera* quanto para *S. terebinthifolius* e que os tratamentos utilizados não foram causadores de estresse às plantas.

Com relação ao atributo F_v/F_m , destaca-se que ambas as espécies apresentaram valor (0,694 para *I. vera* e 0,704 para *S. terebinthifolius*) abaixo do recomendado, tendo em vista que em condições ambientais adequadas, esse atributo situa-se entre 0,75 e 0,85, porém há uma diminuição desse valor quando as plantas são expostas a fatores estressantes, como matocompetição, deficiência hídrica e nutricional (BAKER, 2008; ARAÚJO; DEMINICIS, 2009). No entanto, deve-se considerar que, em estudos realizados em áreas de clima subtropical, é comum observar valores de F_v/F_m inferiores ao considerado ideal, ou próximos ao limite inferior (0,75), conforme evidenciado por Turchetto et al. (2016).

Dessa forma, tendo em vista que o local de plantio do presente estudo apresentava condições adversas às mudas e que, mesmo assim, as duas espécies demonstraram crescimento satisfatório, pode-se considerar que os valores obtidos são adequados para a situação local.

5.5 CONCLUSÃO

As espécies *I. vera* e *S. terebinthifolius* apresentam potencial para serem utilizadas em projetos de restauração em áreas antropizadas, tendo em vista seu comportamento silvicultural, o que as confirma como espécies *framework*.

Preferencialmente, mudas de *I. vera* devem ser produzidas em recipientes de maior volume (sacos plásticos de 1,5 L), visando maior sobrevivência e crescimento a campo. Mudas de *S. terebinthifolius* podem ser produzidas em tubetes de 180 cm³, pois esses conferem adequada sobrevivência e crescimento das mudas a campo, aliado à economia no processo produtivo.

O uso do *mulching* no entorno das mudas não foi eficaz para favorecer a sobrevivência e crescimento de ambas as espécies, sendo recomendado que novas pesquisas sejam feitas para avaliar seu efeito, quando utilizado em maiores quantidades ou em área total.

A determinação e utilização de espécies que apresentam rápido estabelecimento e crescimento, como aquelas estudadas aqui, pode ser uma estratégia para acelerar o processo de revegetação de áreas antropizadas e facilitar o desenvolvimento de novos indivíduos arbóreos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies testadas apresentaram potencial de sobrevivência e crescimento em diferentes níveis e respostas em relação aos tratamentos, os quais devem ser considerados quando essas forem utilizadas em programas de restauração em áreas antropizadas.

Casearia sylvestris foi a espécie que demonstrou maior susceptibilidade às adversidades do meio, com menor sobrevivência dentre as testadas, bem como crescimento menos expressivo, necessitando de maiores cuidados quando utilizada em projetos de restauração. *Handroanthus heptaphyllus* e *Parapiptadenia rigida* demonstraram sobrevivência e crescimento satisfatório, apresentando adaptabilidade às condições ambientais presentes na área, demonstrando alto potencial de uso em plantios em locais antropizados.

As espécies *Inga vera* e *Schinus terebinthifolius* destacaram-se pelo rápido crescimento e ampla área da copa, fato que as torna importantes na fase inicial dos projetos de restauração, quando há necessidade de recobrimento da área, visando erradicar gramíneas invasoras e favorecer o estabelecimento de espécies tolerantes à sombra, enquadrando-se como espécies *framework*.

O recipiente influenciou o desenvolvimento de algumas espécies, mesmo 24 meses após o plantio, sendo, portanto, um importante fator a ser analisado para outras espécies comumente utilizadas nesses projetos.

Tendo em vista que as espécies apresentaram comportamento distinto em relação ao uso do *mulching*, são necessárias mais pesquisas que busquem aprimorar o uso desse trato cultural, voltado aos plantios de espécies arbóreas.

Ressalta-se que o presente estudo buscou avaliar as características silviculturais dessas espécies, e dessa forma, inferir sobre seu potencial de uso em projetos de restauração. No entanto, a eficiência dessas em restaurar áreas alteradas pela ação antrópica deverá ser verificada em estudos e projetos posteriores, por meio de indicadores usados na restauração ecológica, como: identificação de indivíduos regenerantes, chuva de sementes, cobertura do solo, dentre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. H. M. de. et al. Produção de mudas e crescimento inicial em campo de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em diferentes recipientes. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 45, n.1, p. 141–150, jan./mar. 2015.
- AIMI, S. C. et al. Volumen de contenedores y dosis de fertilizante de liberación controlada en el crecimiento de plantas de *Cabralea canjerana* producidas en vivero. **Bosque**, Valdivia, Chile, v. 37, n. 2, p. 401-407, maio/ago. 2016.
- AJALA, M. C. et al. Efeito do volume do recipiente na produção de mudas e no crescimento inicial de *Jatropha curcas* L. no Oeste Paranaense. **Semina**, Londrina, PR; v. 33, n. 6, p. 2039-2046, nov./dez. 2012.
- AKPO, E. et al. Growth dynamics of tree nursery seedlings: The case of oil palm. **Scientia Horticulturae**, v. 175, n. 1, p. 251–257, ago. 2014.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p.711–728, 2013.
- ASCOLI, D. et al. Post-fire restoration of beech stands in the Southern Alps by natural regeneration. **Ecological Engineering**, v. 54, p. 210-217, maio, 2013.
- ARAÚJO, S. A. C.; DEMINICIS, B. B. Fotoinibição da Fotossíntese. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 4, p. 463-472, 2009.
- BACKES, P.; IRGANG, P. **Árvores do Sul: Guia de identificação e interesse ecológico**. Porto Alegre: ed. Paisagem do Sul. 2002, 325 p.
- BACKES, P.; IRGANG, P. **Árvores do Sul: Guia de identificação e interesse ecológico**. Porto Alegre: ed. Paisagem do Sul. 2009, 332 p.
- BAKER, N. R. Chlorophyll Fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, n.1, p. 89-113, 2008.
- BELLOTTO, A. 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. 2010, cap. 3, 129-146.
- BENDAOUD, H. et al. Chemical composition and anticancer and antioxidant activities of *Schinus Molle* L. and *Schinus terebinthifolius* Raddi berries essential oils. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 6, p. 466–472, ago. 2010.
- BERTACCHI, M. I. et al. Establishment of tree seedlings in the understory of restoration plantations: natural regeneration and enrichment plantings. **Restoration Ecology**, v. 24, n. 1, p. 100–108, jan. 2016.

BLANCO-GARCÍA, A.; LINDIG-CISNEROS, R. Incorporating Restoration in Sustainable Forestry Management: Using Pine-Bark Mulch to Improve Native Species Establishment on Tephra Deposits. **Restoration Ecology**, v. 13, n. 4, p. 703–709, dez. 2005.

BLANCO-GARCÍA, A. et al. Nurse-plant and mulching effects on three conifer species in a Mexican temperate forest. **Ecological Engineering**, v. 37, p. 994–998, jun. 2011.

BONA, C. Efeito do solo contaminado com óleo diesel na estrutura da raiz e da folha de plântulas de *Sebastiania commersoniana* (Euphorbiaceae) e *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae). **Acta Botanica Brasílica**, v. 25, n. 2, p. 277-285, 2011.

BONFIM, A. A. et al. Avaliação morfológica de mudas de madeira-nova (*Pterogyne nitens* Tull.) produzidas em tubetes e sacos plásticos e de seu desempenho no campo. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 1, p. 33-40, jan./mar. 2009.

BOTELHO, S. A. et al. Restauração de matas ciliares. In: DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares**. Lavras, MG: Editora UFLA, 2015, cap.9, p. 433-475.

BRANCALION, P. H. S. et al. A silvicultura de espécies nativas para viabilização econômica da restauração florestal na mata atlântica. In: MARTINS, S. V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa, MG: Ed. UFV. 2013, cap. 7, p. 212-239.

BRUEL, B. O.; MARQUES, M. C. M.; BRITZ, R. M. Survival and growth of tree species under two direct seedling planting systems. **Restoration Ecology**, v. 18, n. 4, p. 414–417, jul. 2010.

BRUN, E. J. et al. Crescimento e acúmulo de serapilheira em plantios homogêneos de *Luehea divaricata* Mart. e *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan no Sudoeste do Paraná. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, RS, v.1, n.3, p.125-132, set./dez., 2013.

CALLEGARO, R. M. et al. Potencial de três plantações florestais homogêneas como facilitadoras da regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 41, n. 99, p. 331-341, set. 2013.

CAMPOE, O.; STAPE, J. L.; MENDES, J. C. T. Can intensive management accelerate the restoration of Brazil's Atlantic forests? **Forest Ecology and Management**, v. 259, p. 1808–1814, 2010.

CAMPOE, O. C. et al. Atlantic forest tree species responses to silvicultural practices in a degraded pasture restoration plantation: From leaf physiology to survival and initial growth. **Forest Ecology and Management**, v. 313, p. 233–242, 2014.

CAMPOS, W. H.; MARTINS, S. V. Natural regeneration stratum as an indicator of restoration in area of environmental compensation for mining limestone, municipality of Barroso, MG, Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.40, n.2, p.189-196, 2016.

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

- CARNEVALI, N. H. de S. et al. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas implantadas em pastagem degradada. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 46, n. 2, p. 277-286, abr./jun. 2016.
- CARRILLI, A. L.; FARIA, L. G.; MACEDO, R. O. Prospecção de frutos de espécies nativas de interesse forrageiro: análises bromatológicas. **MEMORIAS DEL V CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGROECOLOGÍA**, 2015, 6 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. v.1, Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2003. 1039 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras** v.2. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2006, 627 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Cafezeiro-do-Mato - *Casearia sylvestris***. Circular Técnica 138, Colombo, PR: Embrapa Florestas, Novembro, 2007.
- CHALKER-SCOTT, L. Impact of mulches on landscape plants and the environment – a review. **Journal of Environmental Horticulture**, Washington, D.C, v. 25, n. 4, p. 239 – 249, dez. 2007.
- CHAZDON, R. L. Beyond Deforestation: Restoring Forests and Ecosystem Services on Degraded Lands. **Science**, v. 320, p. 1458-1460, 2008.
- CIECKO, L. A. **Effects of mulch, irrigation, and irrigation gel on the establishment of conifer seedlings at Seattle forest restoration sites**. 2009. 71 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - University of Washington, Washington, D.C., 2009.
- CLOSE, D. C. et al. Influences of seedling size, container type and mammal browsing on the establishment of *Eucalyptus globules* in plantation forestry. **New Forests**, Springer, Netherlands, v. 39, p. 105-115, jan. 2010.
- COSTA, T. G. Qualidade da madeira de cinco espécies de ocorrência no cerrado para produção de carvão vegetal. **Cerne**, Lavras, MG, v. 20, n. 1, p. 37-46, jan./mar. 2014.
- CQFS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os estados do RS e SC**. 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2004. 394 p.
- DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. **A Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras, MG: UFLA. 1 ed., 2008. Cap. 2. P. 83-124.
- DAVIDE, A. C. et al. Fatores que afetam a qualidade de mudas destinadas aos projetos de restauração de ecossistemas florestais. In: DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares**. Lavras, MG: UFLA, 2015. cap.5, p. 181-274.
- DE PAULA, R. C. et al. The restoration of termite diversity in different reforested forests. **Agroforest Systems**, v. 90, p. 395–404, 2016.

- DOSTALEK, J. et al. Forest stand restoration in the agricultural landscape: The effect of different methods of planting establishment. **Ecological engineering**, v. 29, p. 77–86, 2007.
- DOUST, S. J.; ERSKINE, P. D.; LAMB, D. Restoring rainforest species by direct seeding: Tree seedling establishment and growth performance on degraded land in the wet tropics of Australia. **Forest Ecology and Management**, v. 256, n. 5, p. 1178–1188, 2008.
- DURIGAN, G. Restauração da cobertura vegetal em região de domínio do Cerrado. In: GALVÃO, A. P. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa florestas, 2005, cap.6, p. 103-118.
- ELLIOTT, S.; KUARAKSA, C. Producing framework tree species for restoring forest ecosystems in northern Thailand. **Small-scale Forestry**. v. 7, n. 3, p. 403-415.
- ESTEVEZ, I. et al. Gastric antiulcer and anti-inflammatory activities of the essential oil from *Casearia sylvestris* Sw. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 101, p. 191–196, 2005.
- EWING, K. Effects of initial site treatments on early growth and three-year survival of Idaho Fescue. **Restoration Ecology**, v.10, n. 2, p. 282–288, jun. 2002.
- FAO - Food and Agriculture of United Nations. **Global forest resources assessment 2015: How are the world's forests changing?** Rome, 2 ed., 2016. 54 p.
- FEREZ, A. P. C. et al. Silvicultural opportunities for increasing carbon stock in restoration of Atlantic forests in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 350, p. 40–45, 2015.
- FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. VAR. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Sandl.) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.413-423, maio/jun. 2011.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, P. M. P. et al. Folk uses and pharmacological properties of *Casearia sylvestris*: a medicinal review. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n. 4, p. 1373-1384, 2011.
- FONSECA, C. E. L. da. et al. Recuperação da vegetação de matas de galeria: estudos de caso no Distrito Federal e entorno. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. da.; SOUSA-SILVA, J. C. **Cerrado: Caracterização e recuperação de Matas de galeria**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados. 2001, cap. 22, p. 815-870.
- FOLETO, E. M.; LEITE, M. B. Perspectivas do pagamento por serviços ambientais e exemplos de caso no Brasil. **Revista de estudos ambientais** (Online), v.13, n. 1, p. 6-17, jan./jun. 2011.
- GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H. F.; BEZERRA, C. L. E. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, SP, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.

GASPARIN, E. et al. Substrates for germination and physiological quality of storage seeds of *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Journal of Seed Science**, Londrina, PR, v. 35, n. 1, p.77-85, 2013.

GASPARIN, E. et al. Influência do substrato e do volume de recipiente na qualidade das mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. em viveiro e no campo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 24, n. 3, p. 553-563, jul.-set., 2014.

GASPARIN, E. et al. Controlled release fertilizer and container volumes in the production of *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan seedlings. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 37, n.4, p. 473-481, 2015.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GOMES, J. M. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. R. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.27, n.2, p.113-127, 2003.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa, MG: UFV, 2011. 116 p.

GOMES, L. J. et al. **Pensando a biodiversidade: aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi.)**. São Cristóvão, SE: Editora UFS. 2013, 372 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. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. p. 309-350.

GREENLY, K. M.; RAKOW, D. A. The effect of wood mulch type and depth on weed and tree growth and certain soil parameters. **Journal of Arboriculture**, v. 21, n. 5, p. 225-232, 1995.

GRINGS, M.; BRACK, P. *Handroanthus heptaphyllus* – Ipê-roxo. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A; REIS, A. **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial Plantas para o Futuro** - Região Sul. Brasília – DF, 2011. p. 461-464.

GROSSNICKLE, S. C. Importance of root growth in overcoming planting stress. **New Forests**, Springer, Netherlands, v. 30, p. 273–294, 2005.

GROSSNICKLE, S. C. Why seedlings survive: influence of plant attributes. **New Forests**, Springer, Netherlands, v. 43, p. 711–738, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012, 271 p.

IGNÁCIO, E. D.; ATTANASIO, C. M.; TONIATO, M. T. Z. Monitoramento de plantios de restauração de florestas ciliares: microbacia do Ribeirão São João, Mineiros do Tietê, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 137-148, dez. 2007.

IRSHAD, M. et al. *Jatropha curcas* leaves mulch effect on seedling emergence and growth of maize (*Zea mays*). **Sains Malaysiana**, v. 45, n. 7, p. 1013–1018, jul. 2016.

ITAQUI, J. **Quarta colônia: inventários técnicos**. Santa Maria: Ed. Condesus Quarta Colônia, 2002, 256 p.

JESUS, S. V.; MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazônica**, Manaus, AM, v. 38, n. 4, p. 815 – 818, 2008.

JÓRDAN, A.; ZAVALA, L. M.; GIL, J. Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain. **Catena**, Spain, v. 81, n 1, p. 77-85, abr. 2010

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, MG, v. 11, n. 2, p. 187-196, abr./jun, 2005.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Resultados do programa de restauração com espécies arbóreas nativas do convênio ESALQ/USP e CESP. In: GALVÃO, M. P, A.; PORFÍRIO-DASILVA, V. **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa florestas, 2005, cap. 3, p. 47-58.

KAWALETZ, H. et al. Pot experiments with woody species – a review. **Forestry**, v. 87, p. 482–491, mai. 2014.

KRAUSE, G. H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. **Annual Review Plant Physiology. Plant Molecular Biology**, v.42, p.313-349, jun. 1991.

LACERDA, D. M. A.; FIGUEIREDO, P. S. Restauração de matas ciliares do rio Mearim no município de Barra do Corda- MA: seleção de espécies e comparação de metodologias de reflorestamento. **Acta Amazonica**, v. 39, n.2, p. 295–304, 2009.

LAMB, D.; GILMOUR, D. **Rehabilitation and restoration of degraded forests**. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and WWF, 2003, 122 p.

LAMBERT, B. B.; HARPER, S. J.; ROBINSON, S. D. Effect of Container Size at Time of Planting on Tree Growth Rates for Baldcypress [*Taxodium distichum* (L.) Rich], Red Maple (*Acer rubrum* L.), and Longleaf Pine (*Pinus palustris* Mill.). **Arboriculture & Urban Forestry**, v. 36, n. 2, p. 93–99, mar. 2010.

LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L. The Target Plant Concept. In: _____. **Seedling Processing, Storage, and Outplanting**. v. 7, Washington, DC: U.S. Department of Agriculture Forest Service. 2010a (Agric. Handbk. 674), cap. 1, p. 03-15.

LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L. Outplanting. In: _____. **Seedling Processing, Storage, and Outplanting**. v. 7, Washington, DC: U.S. Department of Agriculture Forest Service, 2010b (Agric. Handbk. 674), cap. 6, p. 154-194.

LENZI, M.; ORTH, A. I. Caracterização funcional do sistema reprodutivo da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), em Florianópolis-SC, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 26, n. 2, p. 198-201, ago. 2004.

LELES, P. S. S. et al. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica, RJ, v.13, n.1, p. 69-78, jan. 2006.

LELES, P. S. S. et al. Crescimento de espécies arbóreas sob diferentes espaçamentos em plantio de recomposição florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 231-239, jun. 2011.

LERENA, S. D. et al. Container characteristics influence *Pinus pinea* seedling development in the nursery and field. **Forest Ecology and Management**. v. 221, p. 63–71, jan. 2006.

LOJKA, B. et al. Use of the amazonian tree species *Inga edulis* for soil regeneration and weed control. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 24, n. 1, p. 89–101, jan. 2012.

LÖF, M. et al. Mechanical site preparation for forest restoration. **New Forests**, v. 43, p. 825–848, abr. 2012.

LONDE, V.; DE SOUSA, H. C.; KOZOVITS, A. R. Assessment of a 5-year-old rehabilitated riparian forest: is it already sustainable? **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.39, n.4, p.603-610, jul./ago. 2015.

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

LUNA, T.; LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K. Containers. In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. D. (Ed.). **Nursery manual for native plants: a guide for tribal nurseries**. Nursery management. Agriculture Handbook 730. Washington. D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 2009. v. 1, p. 95-111.

MAGINNIS, S.; JACKSON, W. **Restoring forest landscapes: Forest landscape restoration aims to re-establish ecological integrity and enhance human well-being in degraded forest landscapes**. IUCN - The World Conservation Union, 6 p. 2005. Disponível em: <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/tools/tooldetail/en/c/344010/>. Acesso: 13/12/2016.

MARCUZZO, S. B. **Métodos e espécies potenciais à restauração de áreas degradadas no Parque Estadual Quarta Colônia, RS**. 2012, 155 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2012.

MARCUZZO, S. B.; ARAUJO, 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, PR, v. 45, n. 1, p. 129-140, jan./mar. 2015.

MARIOTTI, B. et al. Can the use of large, alternative nursery containers aid in field establishment of *Juglans regia* and *Quercus robur* seedlings? **New Forests**, v. 46, p. 773–794, 2015.

MARQUETE, R.; VAZ, A. M. S. F. O gênero *Casearia* no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, RJ, v. 58, n. 4, p. 705-738, 2007.

MARTINEZ-GARZA, C.; BONGERS, F.; POORTER, L. Are functional traits good predictors of species performance in restoration plantings in tropical abandoned pastures? **Forest Ecology and Management**, v. 303, p. 35–45, 2013.

MARTINS, S. V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2013, 293 p.

MATTSSON, A. Predicting field performance using seedling quality assessment. **New Forests**, v. 13, p. 223–248, maio 1996.

MAXWELL, K.; JOHNSON, G. N. Chlorophyll fluorescence – a practical guide. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, UK, v. 51, n. 345, p. 659-668, abr. 2000.

MULUMBA, L. N.; LAL, R. Mulching effects on selected soil physical properties. **Soil & Tillage Research**, v. 98, p. 106–111, jan. 2008.

NI, X. et al. Effects of Mulching on Soil Properties and Growth of Tea Olive (*Osmanthus fragrans*). **Plos One**, v. 11, n.8, 11 p, ago. 2016.

NISHIDA, S. M.; NAIDE, S. S.; PAGNIN, D. **Plantas que atraem aves e outros bichos**. São Paulo: Cultura Acadêmica- Editora UNESP, 2014, 99 p.

NOVAES, A. B. de. et al. Qualidade de mudas de nim-indiano produzidas em diferentes recipientes e seu desempenho no campo. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, p. 101-110, jan./mar. 2014.

NUNES, Y. R. F. Sobrevivência e crescimento de sete espécies arbóreas nativas em uma área degradada de floresta estacional decidual, norte de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 39, n. 5, 2015.

PAKKAD, G. et al. Selecting seed trees for a forest restoration program: a case study using *Spondias axillaris* Roxb. (Anacardiaceae). **Forest Ecology and Management**, v. 182, 363–370, 2003.

PEDRON, F. A.; DALMOLIN, R. S. D. Solos da região do rebordo do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul. In: **A Floresta Estacional Subtropical: Caracterização e ecologia no rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria: [s.n.], 2011, cap. 3, p.33-51.

PEREIRA, I. M.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Restauração de ecossistemas: bases ecológicas e silviculturais. In: DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares**. Lavras: Editora UFLA. 2015, cap.8, p. 369-432.

PILON, N. A. L.; DURIGAN, G. Critérios para indicação de espécies prioritárias para a restauração da vegetação de cerrado. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 99, p. 389-399, set. 2013.

- PIMENTEL, J. V. F.; GUERRA, H. O. C. Irrigação, matéria orgânica e cobertura morta na produção de mudas de cumaru (*Amburana cearensis*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.15, n.9, p.896–902, 2011.
- PINTO, J. R. et al. Establishment and growth of container seedlings for reforestation: A function of stocktype and edaphic conditions. **Forest Ecology and Management**, v. 261, p. 1876–1884, jun. 2011.
- POORTER, H. et al. Pot size matters: A meta-analysis of the effects of rooting volume on plant growth. **Functional Plant Biology**, v. 39, p. 839–850, jun. 2012.
- POTT, A.; SILVA, J. S. V.; GOMES, E. L. Características da Bacia Hidrográfica do Rio Ivinhema. **Revista GeoPantanal**, Corumbá/MS, v. 9, n. 16, p. 109-124, jan./jun. 2014.
- RAPPAPORT, D.; MONTAGNINI, F. Tree species growth under a rubber (*Hevea brasiliensis*) plantation: native restoration via enrichment planting in southern Bahia, Brazil. **New Forests**, Springer, Netherlands, v. 45, p. 715–732, set. 2014.
- RESENDE, L. A. et al. Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas em diferentes modelos de plantio na recuperação de área degradada por disposição de resíduos sólidos urbanos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.39, n.1, p.147-157, jan./fev. 2015.
- RICHARDSON, A. D.; DUGAN, S. P.; BERLYN, G. P. An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. **New Phytologist**, v. 153 p. 185–194, jan. 2002.
- RITCHIE, G. A. et al. Assessing plant quality. In: LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L. **Seedling Processing, Storage, and Outplanting**. v. 7, Washington, DC: U.S. Department of Agriculture Forest Service, 2010, cap.2, p 19-81.
- RODE, R. et al. Grupos florísticos e espécies discriminantes em povoamento de *Araucaria angustifolia* e uma Floresta Ombrófila Mista. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.2, p.319-327, mar./abr. 2011.
- RODRIGUES, E. Restauração biológica. In:_____. **Ecologia da restauração**. Londrina: Ed. Planta. 2013, cap. 4, p. 153-213.
- SALLA, L.; RODRIGUES, J. C.; MARENCO, R. A. Teores de clorofila em árvores tropicais determinados com o SPAD-502. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 159-161, jul. 2007.
- SANTOS JR, U. M.; GONÇALVES, J. F. C.; FELDPAUSCH, T. R. Growth, leaf nutrient concentration and photosynthetic nutrient use efficiency in tropical tree species planted in degraded areas in central Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 226, p. 299–309, maio 2006.
- SCHETTINI, E.; VOX, G.; DE LUCIA, B. Effects of the radiometric properties of innovative biodegradable mulching materials on snapdragon cultivation. **Scientia Horticulturae**, v. 112, n. 4, p. 456–46, maio 2007.

SCHIEVENIN, D. F. et al. Monitoramento de indicadores de uma área de restauração florestal em Sorocaba-SP. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 19, n. 1, p. 95-108, fev. 2012.

SER - Society for Ecological Restoration, Science and Policy Working Group. **The SER primer on ecological restoration**, 2004, 17 p.

SILVA, R. F. et al. Comportamento de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong cultivadas em solo contaminado com cobre. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 21, n. 1, p. 103-110, jan./mar. 2011.

SILVA, K. A. de. et al. Semeadura direta com transposição de serapilheira como metodologia de restauração ecológica. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.39, n.5, p. 811-820, set./out. 2015.

SILVA, K. A. de. et al. Restauração florestal de uma mina de bauxita: avaliação do desenvolvimento das espécies arbóreas plantadas. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 3, p. 309-319, jul./set. 2016.

SOMAVILLA, A; SÜHS, R. B.; KÖHLER, A entomofauna associated to the floration of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) in the Rio Grande do Sul state, Brazil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 956-965, nov./dez. 2010.

SOUZA, L. M. Potencial da regeneração natural como método de restauração do entorno de nascente perturbada. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 4, p. 565-576, out./dez. 2012.

TOLEDO FILHO, D. V. de; BERTONI, J. E. de A. Plantio de espécies nativas consorciadas com leguminosas em solo de cerrado. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 27-36, 2001.

TONETTO, T. S. **Tecnologia de sementes e desenvolvimento de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* (Mart.) Mattos sob diferentes formas de manejo no viveiro e no campo**. 2014. 137 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) -Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2014.

TORRETTA, J. P.; CERINO, M. C. Biología reproductiva de tres especies simpátricas de Bignoniaceae en Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, **Córdoba**, v. 48, n. 1, 73-89, jan./mai. 2013.

TURCHETTO, F. et al. Can transplantation of forest seedlings be a strategy to enrich seedling production in plant nurseries? **Forest Ecology and Management**, v 375, p. 96–104, 2016.

UBESSI-MACARINI, C.; NEGRELLE, R. R. B.; SOUZA, M. C. Produtos florestais não-madeiráveis e respectivo potencial de exploração sustentável, associados à remanescente florestal ripário do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 33, n. 4, p. 451-462, 2011.

UDDLING, J. et al. Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings. **Photosynthesis Research** v. 91, n. 1, p. 37–46, jan. 2007.

VALENCIA, V. et al. The role of coffee agroforestry in the conservation of tree diversity and community composition of native forests in a Biosphere Reserve. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 189, n. 1, p. 154–163, maio 2014.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de eucalipto por sementes. In:_____. **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas. 2010, cap. 1, p. 13-47.

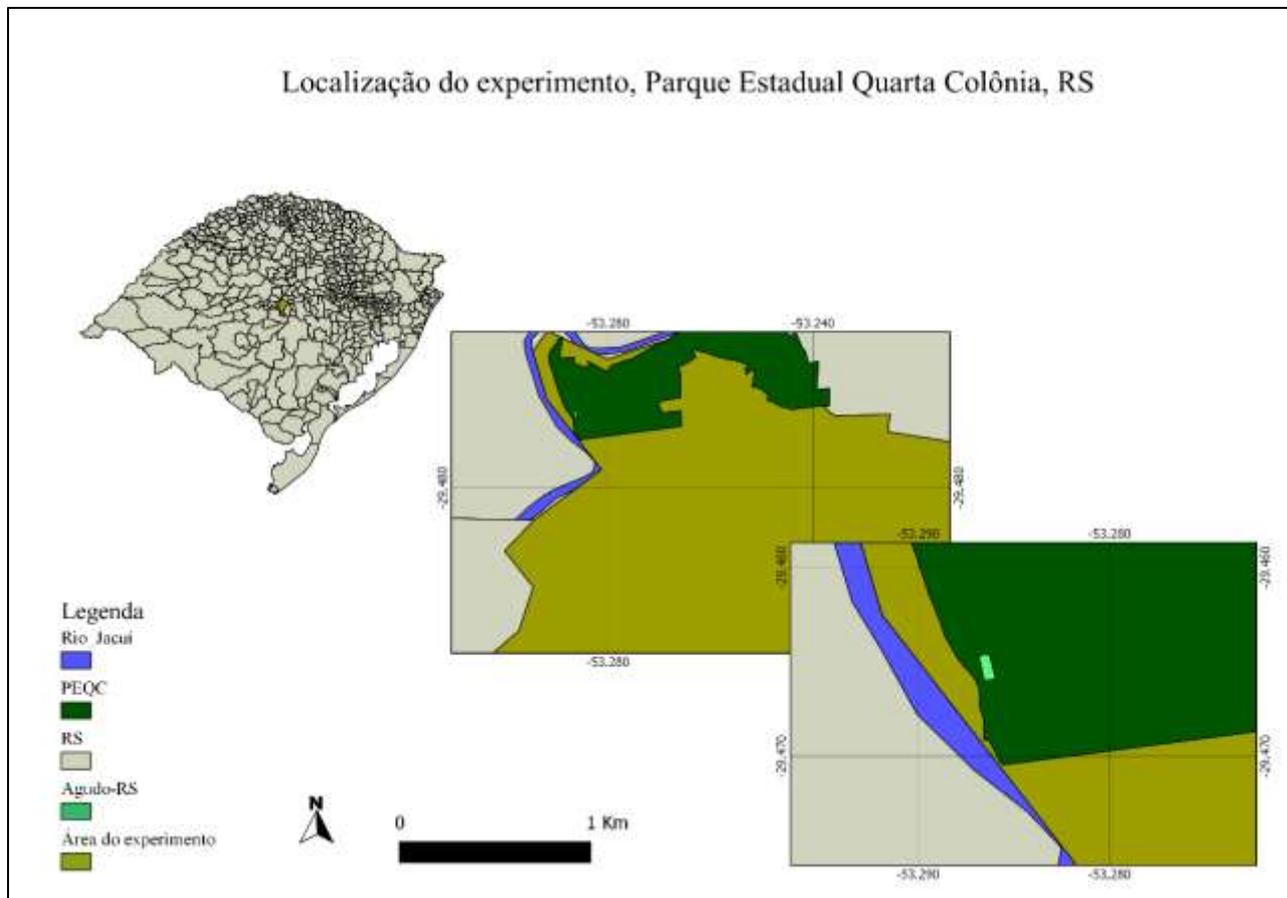
WILLIAMS, D. A. et al. Colonization patterns of the invasive Brazilian peppertree, *Schinus terebinthifolius*, in Florida. **Heredity**, v. 98, p. 284–293, jan. 2007.

WINK, C. et al. Parâmetros da copa e a sua relação com o diâmetro e altura das árvores de eucalipto em diferentes idades. **Scientia Forestales**, Piracicaba, v. 40, n. 93, p. 057-067, mar. 2012.

ZRIBI, W. et al. Efficiency of inorganic and organic mulching materials for soil evaporation control. **Soil & Tillage Research**, v. 148, p. 40–45, maio 2015.

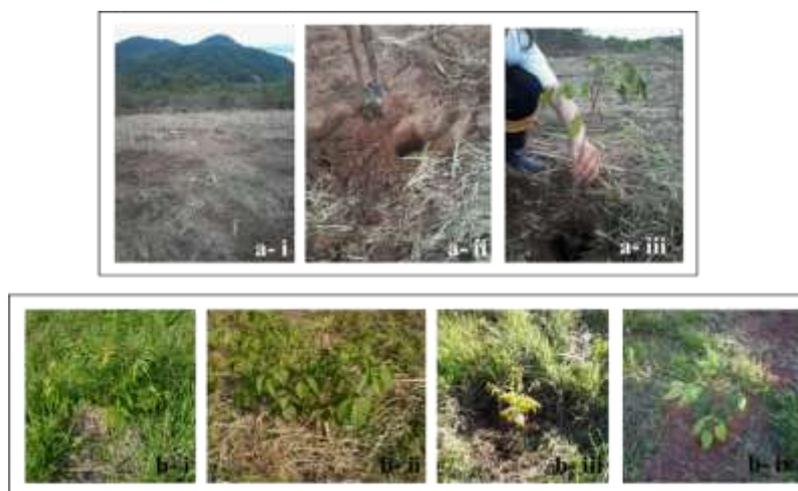
APÊNDICES

APÊNDICE A - Mapa de localização do experimento, em área pertencente ao Parque Estadual Quarta Colônia (PEQC), RS



Fonte: A autora (2017).

APÊNDICE B - Área do experimento após roçada para plantio (a-i); abertura de covas com cavadeira manual (a-ii); plantio das mudas (a-iii); mudas com *mulching* no entorno (b-i, b-ii); mudas sem *mulching* no entorno (b-iii, b-iv)



Fonte: A autora (2017)

APÊNDICE C - Área do experimento: mudas de *Schinus terebinthifolius* (12 meses após o plantio) (i); mudas de *Parapiptadenia rigida* (24 meses após o plantio) (ii ao fundo); mudas de *Casearia sylvestris* (12 meses após o plantio) (iii); mudas de *Handroanthus heptaphyllus* (24 meses após o plantio) (iv); mudas de *Inga vera* (24 meses após o plantio) (v); *Inga vera* em floração (vi)



Fonte: A autora (2017).

APÊNDICE D - Resultado da Análise de Variância (Quadrados médios) das mudas de *Casearia sylvestris* para os atributos sobrevivência aos 24 meses após o plantio (Sob24), incremento em altura (IncH), incremento em diâmetro do coleto (IncDC), relação altura e diâmetro do coleto (H/DC), área da copa (AC), massa seca da parte aérea (MSPA), índice de clorofila *a* (Cla), índice de clorofila *b* (Clb), fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m) e rendimento quântico máximo (F_v/F_m)

FV	GL	Quadrados médios										
		Sob24	IncH	IncDC	H/DC	AC	MSPA	Cla	Clb	F _o **	F _m **	F _v /F _m
Bloco	4	159,4400	204,0208	7,0331	0,4305	0,0015	372,4370	32,3208	0,0415	41,7862	12,6120	0,0088
Recipiente	1	13,7780 ^{ns}	2716,3140*	134,0580*	0,0627 ^{ns}	0,0440*	3218,1840*	17,2980 ^{ns}	0,0249 ^{ns}	60,2132 ^{ns}	6,8757 ^{ns}	<0,0001 ^{ns}
erro1	4	186,8355	30,1767	3,8130	0,0900	0,0012	190,5470	22,0093	0,0595	38,4892	12,7375	0,0159
<i>Mulching</i>	1	346,1120 ^{ns}	308,8980 ^{ns}	5,5546 ^{ns}	0,2000 ^{ns}	0,012*	2791,8840*	32,7680 ^{ns}	0,1073 ^{ns}	0,0696 ^{ns}	1,7753 ^{ns}	0,0106 ^{ns}
Recipiente x <i>Mulching</i>	1	13,7780 ^{ns}	218,0641 ^{ns}	7,2722 ^{ns}	0,0583 ^{ns}	0,0020 ^{ns}	1159,7645 ^{ns}	1,3520 ^{ns}	0,0251 ^{ns}	34,5691 ^{ns}	0,9212 ^{ns}	0,0439 ^{ns}
erro2	8	562,5838	97,0155	2,9637	0,0953	0,0006	278,6370	13,4675	0,0274	19,4488	4,5534	0,0221
CV1 (%)	-	18,85	13,24	17,77	7,12	20,29	20,22	15,85	15,56	26,54	23,75	26,03
CV2 (%)	-	32,72	23,73	15,66	7,33	14,68	24,45	12,4	10,57	18,87	14,2	37,55
Média Geral	-	72,5	41,5	10,99	4,21	0,17	68,28	29,59	8,54	193,35	408,60	0,4848

FV – fonte de variação; GL – graus de liberdade; * F significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade; CV1: Coeficiente de variação da parcela e CV2: Coeficiente de variação da subparcela; **dados transformados por Box-Cox.

Fonte: A autora (2017).

APÊNDICE E - Resultado da Análise de Variância (Quadrados médios) das mudas de *Handroanthus heptaphyllus* para os atributos sobrevivência aos 24 meses após o plantio (Sob24), incremento em altura (IncH), incremento em diâmetro do coleto (IncDC), relação altura e diâmetro do coleto (H/DC), área da copa (AC), massa seca da parte aérea (MSPA), índice de clorofila *a* (C*la*), índice de clorofila *b* (C*lb*), fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m) e rendimento quântico máximo (F_v/F_m)

FV	GL	Quadrados médios										
		Sob24	IncH	IncDC	H/DC	AC	MSPA**	C <i>la</i>	C <i>lb</i> **	F _o **	F _m **	F _v /F _m
Bloco	4	645,7917	404,6935	21,5212	0,3963	0,0059	5,6302	30,6555	0,0058	0,0147	0,4412	0,0101
Recipiente	1	55,5111 ^{ns}	2653,5170*	190,4062*	2,0995*	1,4691*	88,4100*	1,6245 ^{ns}	0,0009 ^{ns}	0,0085 ^{ns}	0,1084 ^{ns}	0,0028 ^{ns}
erro1	4	298,5389	127,9333	5,4785	0,1045	0,0251	2,9471	4,9420	0,0018	0,0040	0,1629	0,0038
<i>Mulching</i>	1	222,3111 ^{ns}	1340,7030*	53,6281*	0,0065 ^{ns}	0,2980*	8,9110*	18,2405 ^{ns}	0,0021 ^{ns}	0,0031 ^{ns}	0,2435 ^{ns}	0,0047 ^{ns}
Recipiente x <i>Mulching</i>	1	<0,0001 ^{ns}	4,0410 ^{ns}	0,1232 ^{ns}	0,0304 ^{ns}	0,0480 ^{ns}	5,0300 ^{ns}	2,5205 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,0009 ^{ns}	0,0778 ^{ns}	0,0276 ^{ns}
erro2	8	249,9958	219,6092	2,1125	0,2624	0,0200	1,6744	6,3893	0,0009	0,0059	0,7400	0,0127
CV1 (%)	-	20,33	9,46	11,95	5,91	23,88	14,59	9,15	5,38	2,55	6,60	10,15
CV2 (%)	-	18,60	12,40	7,42	9,36	21,27	11,00	10,40	3,79	3,11	4,97	18,56
Média Geral	-	85,0	119,5	19,58	5,47	0,66	213,20	24,30	5,95	192,15	496,25	0,606

FV – fonte de variação; GL – graus de liberdade; * F significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade; CV1: Coeficiente de variação da parcela e CV2: Coeficiente de variação da subparcela; **dados transformados por Box-Cox.

Fonte: A autora (2017).

APÊNDICE F - Resultado da Análise de Variância (Quadrados médios) das mudas de *Inga vera* para os atributos sobrevivência aos 24 meses após o plantio (Sob24), incremento em altura (IncH), incremento em diâmetro do coleto (IncDC), relação altura e diâmetro do coleto (H/DC), área da copa (AC), massa seca da parte aérea (MSPA), índice de clorofila *a* (Cl_a), índice de clorofila *b* (Cl_b), fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m), rendimento quântico máximo (F_v/F_m), umidade do solo (US) e luminosidade sob a copa (LC)

FV	GL	Quadrados médios												
		Sob24	IncH	IncDC	H/DC**	AC	MSPA**	Cl _a	Cl _b **	F _o **	F _m **	F _v /F _m	US	LC**
Bloco	4	277,7222	358,0987	10,6810	<0,0001	0,9522	0,1163	33,9340	0,2831	0,3020	4745,9957	0,0048	0,0009	0,0157
Recipiente	1	2721,9111*	6413,5710*	1614,4240*	<0,0001 ^{ns}	94,0480*	11,8180*	6,9620 ^{ns}	0,1407 ^{ns}	0,0094 ^{ns}	2207,6741 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,0037 ^{ns}	2,9614*
erro1	4	222,2028	619,9252	38,6818	<0,0001	0,6367	0,1327	5,5480	0,1056	0,2022	3816,5076	0,0035	0,0005	0,0178
<i>Mulching</i>	1	<0,0001 ^{ns}	189,2970 ^{ns}	48,7032 ^{ns}	<0,0001 ^{ns}	0,0008 ^{ns}	0,4980*	0,2420 ^{ns}	0,1110 ^{ns}	0,2664 ^{ns}	1609,9949 ^{ns}	0,0020 ^{ns}	0,0004*	0,0282 ^{ns}
Recipiente x <i>Mulching</i>	1	<0,0001 ^{ns}	25,3350 ^{ns}	50,0228 ^{ns}	<0,0001 ^{ns}	0,4590 ^{ns}	0,1381 ^{ns}	1,1520 ^{ns}	0,0298 ^{ns}	0,2232 ^{ns}	266,6435 ^{ns}	0,0180 ^{ns}	0,0003*	0,0032 ^{ns}
erro2	8	138,8820	327,6646	23,4319	<0,0001	0,6266	0,0600	5,3060	0,0826	0,1374	1955,2905	0,0083	<0,0001	0,0172
CV1 (%)	-	19,88	15,38	15,11	1,14	16,85	5,250	6,59	12,12	8,4	35,35	8,58	27,17	1,34
CV2 (%)	-	15,71	11,18	11,76	0,57	16,71	3,530	6,45	10,72	6,92	25,23	13,16	8,22	1,31
Média Geral	-	75,0	161,9	41,16	5,10	4,7365	1432,05	35,72	15,56	233,25	778,85	0,694	0,082	23790,94

FV – fonte de variação; GL – graus de liberdade; * F significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade; CV1: Coeficiente de variação da parcela e CV2: Coeficiente de variação da subparcela; **dados transformados por Box-Cox.

Fonte: A autora (2017).

APÊNDICE G - Resultado da Análise de Variância (Quadrados médios) das mudas de *Parapiptadenia rigida* para os atributos sobrevivência aos 24 meses após o plantio (Sob24), incremento em altura (IncH), incremento em diâmetro do coleto (IncDC), relação altura e diâmetro do coleto (H/DC), área da copa (AC), massa seca da parte aérea (MSPA)

FV	GL	Quadrados médios					
		Sob24	IncH	IncDC	H/DC	AC	MSPA**
Bloco	4	325,8208	1046,3899	7,6936	0,8251	0,0923	212,4977
Recipiente	1	221,7780 ^{ns}	351,9605 ^{ns}	6,5666 ^{ns}	0,6771 ^{ns}	2,8648*	2348,8114*
erro1	4	325,7368	1678,3724	13,4193	0,6947	0,3164	211,8587
<i>Mulching</i>	1	221,7780 ^{ns}	4210,2216*	13,4152 ^{ns}	2,5633*	0,0428 ^{ns}	34,0083 ^{ns}
Recipiente x <i>Mulching</i>	1	221,7780 ^{ns}	313,1570 ^{ns}	1,2400 ^{ns}	1,9344*	<0,000 ^{ns}	23,2417 ^{ns}
erro2	8	256,6393	295,2122	5,9044	0,2759	0,0720	68,8484
CV1 (%)	-	22,56	33,00	24,15	10,56	35,33	25,92
CV2 (%)	-	20,02	13,84	16,02	6,65	16,86	14,77
Média Geral	-	80,0	124,1	15,17	7,89	1,59	443,45

FV – fonte de variação; GL – graus de liberdade; * F significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade; CV1: Coeficiente de variação da parcela e CV2: Coeficiente de variação da subparcela; **dados transformados por Box-Cox.

Fonte: A autora (2017).

APÊNDICE H - Resultado da Análise de Variância (Quadrados médios) de para *Schinus terebinthifolius* os atributos sobrevivência aos 24 meses após o plantio (Sob24), incremento em altura (IncH), incremento em diâmetro do coleto (IncDC), relação altura e diâmetro do coleto (H/DC), área da copa (AC), massa seca da parte aérea (MSPA), índice de clorofila *a* (Cl_a), índice de clorofila *b* (Cl_b), fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m) e rendimento quântico máximo (F_v/F_m)

FV	GL	Quadrados médios												
		Sob24	IncH	IncDC	H/DC	AC	MSPA	Cl _a	Cl _b **	F _o **	F _m **	F _v /F _m	US	LC
Bloco	4	680,53	868,11	100,24	0,85	1,42	33071,55	13,43	<0,01	0,17	860,62	<0,01	<0,01	101454136,51
Recipiente	1	500,10 ^{ns}	5979,91*	81,68 ^{ns}	1,44 ^{ns}	1,34 ^{ns}	150858,45 ^{ns}	4,41 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	4,93 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	96142,68 ^{ns}
erro1	4	638,85	556,03	35,95	0,38	0,73	74535,45	8,13	<0,01	0,14	838,24	<0,01	<0,01	2003787,15
<i>Mulching</i>	1	499,90 ^{ns}	601,37 ^{ns}	17,00 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,26 ^{ns}	25561,25 ^{ns}	0,72 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	1519,67 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	2043733,42 ^{ns}
Recipiente x <i>Mulching</i>	1	499,90 ^{ns}	456,10 ^{ns}	2,90 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,03 ^{ns}	34031,25 ^{ns}	12,48 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}	663,50 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	<0,01 ^{ns}	10100937,48 ^{ns}
erro2	8	187,52	183,40	37,41	0,85	0,3173	54017,7500	21,35	<0,01	0,05	304,82	<0,01	<0,01	9928339,28
CV1 (%)	-	30,95	12,80	15,84	10,66	26,29	25,65	8,72	3,84	6,85	20,28	7,95	28,48	7,49
CV2 (%)	-	16,77	7,35	16,15	15,96	17,32	21,83	14,14	5,46	4,38	12,23	7,91	8,90	16,67
Média Geral	-	81,7	184,2	37,87	5,79	3,25	1064,45	32,69	11,92	250,85	844,70	0,704	0,129	18906,99

FV – fonte de variação; GL – graus de liberdade; * F significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade; CV1: Coeficiente de variação da parcela e CV2: Coeficiente de variação da subparcela; **dados transformados por Box-Cox.
Fonte: A autora (2017).