

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

**Janderson de Oliveira Silva**

**INFLUÊNCIA DA LUMINOSIDADE NA MORFOMETRIA FOLIAR E  
ESTRUTURA ARBÓREA DE *Pilocarpus pennatifolius* Lem.**

Santa Maria, RS  
2019

Janderson de Oliveira Silva

**INFLUÊNCIA DA LUMINOSIDADE NA MORFOMETRIA FOLIAR E ESTRUTURA  
ARBÓREA DE *Pilocarpus pennatifolius* Lem.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Florestal**.

Orientador: Prof. Dr. Frederico Dimas Fleig

Santa Maria, RS  
2019

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

de Oliveira Silva, Janderson  
INFLUÊNCIA DA LUMINOSIDADE NA MORFOMETRIA FOLIAR E  
ESTRUTURA ARBÓREA DE *Pilocarpus pennatifolius* Lem. /  
Janderson de Oliveira Silva.- 2019.  
49 p.; 30 cm

Orientador: Frederico Dimas Fleig  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós  
Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2019

1. Jaborandi 2. Pilocarpina 3. Área Foliar I. Dimas  
Fleig, Frederico II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

---

©2019

Todos os direitos autorais reservados a **Janderson de Oliveira Silva**. A reprodução de partes ou todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrita do autor.

Endereço: Rua Caravelas, N° 235, Bairro Promissão II, Paragominas, PA, Brasil

CEP: 68.628-360

E-mail: janderson\_o.silva@hotmail.com

---

Janderson de Oliveira Silva

**INFLUÊNCIA DA LUMINOSIDADE NA MORFOMETRIA FOLIAR E ESTRUTURA  
ARBÓREA DE *Pilocarpus pennatifolius* Lem.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Florestal**.

**Aprovada em 22 de fevereiro de 2019:**

---

**Frederico Dimas Fleig, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Jorge Antonio de Farias, Dr. (UFSM)**

---

**André Felipe Hess, Dr. (UDESC)**

Santa Maria, RS  
2019

## AGRADECIMENTOS

“Primeiramente **DEUS**, ele que é o único e suficiente para todas as coisas em nossas vidas. Sem a direção **DELE** não teria conseguido passar por mais esta etapa em minha vida, me dando saúde e força para superar as adversidades em todos os momentos e certamente dará ao longo de minha trajetória nesta terra”.

Aos meus pais James Alves da Silva e Jucineide de Oliveira Silva, pela amizade incondicional e aos ensinamentos de uma conduta exemplar e caráter repassados até o presente momento. Ensinando amar a DEUS acima de todas as coisas.

A minha namorada Camila Tayná Silva Aguiar, por ser tão compreensiva nestes momentos em que me mantive ausente, além de suas consideráveis sugestões e apoio incondicional nesta trajetória construída.

Aos meus irmãos de sangue Jhemeson Oliveira, Jackline Oliveira, Thiago Oliveira e Thalita Oliveira por serem meus melhores amigos.

Aos meus amigos irmãos Luciana Francez, Fábio Batista, Camila Severiano, Pábulo Gomes, Luciane Gorski, Noé Hofiço, Isabela Galves e Mário Sasaki por todo acolhimento e suporte nas lutas e alegrias.

Ao meu orientador e tutor nesta trajetória de pós-graduação Dr. Frederico Dimas Fleig por contribuir no ensino não só acadêmico, como também de vida, além da confiança em acreditar no desenvolvimento desta pesquisa, e sem dúvidas, por contribuir ao máximo para a conclusão da mesma.

Aos senhores Ivo Fumagalli Michelin e Ivo júnior Michelin pela contribuição para o desenvolvimento da pesquisa, nos concedendo a área e todo acolhimento logístico.

A minha colega Karina Lanzarin que contribuiu substancialmente desde o início ao término das coletas de dados, sem seu apoio não conseguiria.

A meus grandes amigos(a) Elisiane Alba, Mateus Schuh e Rodrigo Mendes por não medirem esforços em contribuir em muitos dos meus momentos de insegurança.

A todos meus amigos criados nestes dois anos de curso em especial Ane, Angela, Augusto, Badin, Camila, Fernanda, Gian, Jaqueline, José, Juliana, Júnior, Lorena, Luana, Luciana, Leka, Marina, Mariangela, Nadia, Tatiane, Talita, Tásilla e Vanessa.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela bolsa disponibilizada.

## EPÍGRAFE

Porque para mim tenho por certo que os sofrimentos do tempo presente não podem ser comparados com a glória a ser revelada em nós.

Bíblia Sagrada.

Romanos 8.18

Muitos homens devem a grandeza da sua vida aos obstáculos que tiveram que vencer.

C. H. Spurgeon

Não deixe aquilo que é urgente tomar o lugar daquilo que é importante em sua vida.

C. H. Spurgeon

## RESUMO

### INFLUÊNCIA DA LUMINOSIDADE NA MORFOMETRIA FOLIAR E ESTRUTURA ARBÓREA DE *Pilocarpus pennatifolius* Lem.

AUTOR: Janderson de Oliveira Silva  
ORIENTADOR: Frederico Dimas Fleig

As florestas tropicais com a sua diversidade vegetal apresentam uma estrutura vertical estratificada pela demanda de luz das diferentes espécies. Nos níveis inferiores ocorrem muitas espécies com potencial de fornecer produtos não madeireiros, principalmente folhas. As utilizações sustentadas destes recursos florestais pressupõem o conhecimento das exigências de determinada espécie por luz ou de sua plasticidade morfológica e foliar moldada pela densidade de árvores e qualidade do sítio. Visando o manejo para produção de folhas três amostras de 100 m<sup>2</sup> foram avaliadas em pequenas populações puras de *Pilocarpus pennatifolius* Lem. (Jaborandi) ocorrentes no sub-bosque de dossel dominado por folhosas em formação florestal natural na Serra Geral no Rio Grande do Sul no município de Pinhal Grande. As árvores foram observadas quanto a morfometria foliar e pesos em diferentes condições de densidade, classe de altura das árvores, luminosidade e acúmulo de serapilheira e matéria orgânica do solo. Nas amostras mais densas a luminosidade é significativamente menor e o acúmulo de serapilheira e matéria orgânica no solo são maiores. As variáveis morfométricas das folhas resultaram em correlações positivas e significativas para área foliar, peso verde e peso seco, como também, diferença entre médias da espessura foliar entre as amostras. A morfometria foliar diferiu significativamente na comparação entre as amostras na classe das árvores mais altas. O peso seco, variável de maior interesse, apresentou pequenas diferenças entre as classes de altura das árvores como entre amostras, apresentando, significativamente, menor peso somente na mais alta da amostra com maior luminosidade, indicando que a produção pode ser obtida de populações de sub-bosque em densidades variadas.

**Palavras-chave:** Jaborandi. Pilocarpina. Área Foliar.

## ABSTRACT

### INFLUENCE OF LUMINOSITY IN FOLIAR MORPHOMETRY AND ARBORAL STRUCTURE OF *Pilocarpus pennatifolius* Lem.

AUTHOR: Janderson de Oliveira Silva

ADVISER: Frederico Dimas Fleig

Tropical forests with their plant diversity have a vertical structure stratified by the light demand of the different species. At lower levels occur many species with potential to provide non-wood products, especially leaves. The sustained uses of these forest resources presuppose the knowledge of the requirements of a given species for light or its morphological and foliar plasticity shaped by the density of trees and the quality of the site. Aiming at the management to produce leaves three 100 m<sup>2</sup> samples were evaluated in small pure populations of *Pilocarpus pennatifolius* Lem. (Jaborandi) occurring in the canopy understory dominated by hardwoods in natural forest formation in Serra Geral in Rio Grande do Sul in the municipality of Pinhal Grande. The trees were observed for leaf morphometry and weights in different density conditions, tree height class, luminosity and litter accumulation, and soil organic matter. In the denser samples the luminosity is significantly lower and the accumulation of litter and organic matter in the soil are higher. The leaf morphometric variables resulted in positive and significant correlations for leaf area, green weight and dry weight, as well as differences between averages of leaf thickness between the samples. Leaf morphometry differed significantly in the comparison between the samples in the class of the highest trees. The dry weight, variable of greater interest, presented small differences between tree height classes as between samples, presenting, significantly, lower weight only in the highest of the sample with greater luminosity, indicating that the production can be obtained from populations of sub-wood in varied densities.

**Keywords:** Jaborandi. Pilocarpine. Leaf Area.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Cronossequência dos registros do gênero <i>Pilocarpus</i> .....	16
Figura 2 - Anos de publicação de artigos de acordo com o Web of Science para <i>Pilocarpus pennatifolius</i> . ....	19
Figura 3 - Localização da área de estudo em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS. ....	21
Figura 4 - Croqui dos pontos de captação de luz e coletas de solos dentro da parcela de 100 m <sup>2</sup> , em populações puras de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> . ....	23
Figura 5 - Coleta de solos com trado de rosca, para obtenção da profundidade de serapilheira e matéria orgânica nas parcelas amostradas em ocorrência de populações puras de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> . ....	23
Figura 6 - Classes de altura das árvores de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> , selecionadas para coleta de folhas, localizada em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS. ....	24
Figura 7 - - Utilização de podão para coleta de folhas de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> , localizada em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS. ....	25
Figura 8 - Mensuração do comprimento e espessura foliar de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> . ....	26
Figura 9 - Imagem da área foliar de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> obtidas em Scanner modelo HP Scanjet G2410. ....	26
Figura 10 - Interações aplicadas as variáveis morfométricas de folhas de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS. ....	28
Figura 11 - Ilustração da arquitetura de copa em diferentes classes de altura das árvores de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS. ....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características do ambiente nas diferentes amostras de população puras de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> em uma floresta da Formação Serra Geral no Rio Grande do Sul. ....	29
Tabela 2 - Correlação de Person para variáveis morfométricas das folhas de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS. ....	31
Tabela 3 – Valores médios e desvios entre amostras, alturas e posição de folhas na copa para as variáveis morfométricas de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS. ....	33
Tabela 4 – Valores médios entre as diferentes classes de árvores e amostras para as variáveis morfométricas das folhas de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS. ....	36

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 - Análise descritiva da área, comprimento e espessura foliar nas amostras, classe de árvores e posição de coleta das folhas na copa das árvores de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS.	44
Anexo 2– Análise descritiva do peso verde e seco nas amostras, classe de árvores e posição de coleta das folhas na copa das árvores de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS. ....	45
Anexo 3 - Análise descritiva da distribuição dos valores por classe de árvores nas amostras, observação da área, comprimento e espessura das folhas das árvores de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS. ....	46
Anexo 4 - Análise descritiva da distribuição dos valores por classe de árvores nas amostras, observação do peso verde e seco das folhas das árvores de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS.	47
Anexo 5 - Análise descritiva da distribuição dos valores por classe de árvores nas amostras, observação da área, comprimento e espessura das folhas das árvores de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS. ....	48
Anexo 6 - Análise descritiva da distribuição dos valores por classe de árvores nas amostras, observação do peso verde e seco das folhas das árvores de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS.	49

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação (1).....	27
------------------	----

## LISTA DE ABREVIATURAS

AF	Área Foliar
CF	Comprimento Foliar
DAP	Diâmetro Altura do Peito
DME	Medições de Distância
DPI	Dots Per Inch
EF	Espessura Foliar
ha	Hectares
Lux	Unidade de Iluminância
NA	Número de Árvores
PS	Peso Seco
PV	Peso Verde

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 Objetivos .....	15
1.1.1 Objetivo geral .....	15
1.1.2 Objetivos específicos.....	15
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
2.1 Gênero <i>Pilocarpus</i> .....	15
2.2 Morfometria foliar e condicionantes do ambiente. ....	20
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1 Localização da área .....	21
3.2 Obtenção das amostras e mensuração dos dados .....	22
3.3 Processamento dos dados e análise estatística da morfometria foliar .....	27
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
4.1 Densidade de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> e caracterização do ambiente das amostras.....	29
4.2 Morfometria foliar de <i>Pilocarpus pennatifolius</i> .....	30
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>44</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A busca sobre o comportamento de espécies nativas, seu potencial econômico e benefícios ecológicos gerados por meio do manejo adequado de seus recursos, é crescente. Espécies do gênero *Pilocarpus*, são conhecidas como jaborandi, têm sido exploradas, em razão dos inúmeros produtos originados do extrativo foliar, com destaque para as indústrias de cosméticos e fármacos.

Nas décadas de 1960 e 1970 a companhia farmacêutica alemã, Merck, possuía o monopólio na compra de folhas de *Pilocarpus microphyllus* (jaborandi) e produção de pilocarpina no Brasil, sua maior exploração era particularmente nos estados do Maranhão e Pará. Entretanto, no início de 1969, havia a expectativa que o estoque natural de folhas de *Pilocarpus* poderia acabar (SUDEMA, 1970).

A exploração exaustiva de folhas de *Pilocarpus microphyllus*, levou ao decréscimo substancial do estoque natural da espécie, principalmente nos estados do Maranhão e Pará. Infelizmente a legislação florestal vigente (BRASIL, 2009; 2006, PARÁ, 2015), pouco trata sobre os produtos florestais não-madeireiros, colocando em risco diferentes espécies em razão do uso indiscriminado e sem o manejo adequado. Contudo, outros Estados possuem forte ocorrência desse gênero, sendo considerados como promissores na oferta de forma natural de folhas de jaborandi. O Estado do Rio Grande do Sul possui grande ocorrência da espécie *Pilocarpus pennatifolius* Lem. (Rutaceae), considerada fonte de pilocarpina.

A pilocarpina é um dos principais produtos de valor econômico extraído das folhas das espécies do gênero *Pilocarpus*. Desta forma, a medição da área foliar pode ser um importante parâmetro de avaliação visto que os aspectos relativos a morfologia, anatomia e ecofisiologia vegetal, são um forte indicador para compreensão das respostas da planta a diferentes fatores ambientais. Tais respostas auxiliarão o manejo e silvicultura da espécie.

Lulu; Pedro Júnior (2006) observaram que a luminosidade tem papel fundamental para avaliação do crescimento das folhas, podendo ser representado por medidas de área foliar.

Avaliações quanto ao número de árvores por área, fatores ambientais como intensidade de luminosidade e composição do solo, tornam-se importantes para o entendimento de espécies cujo o alvo é obter a domesticação para o manejo e produção. Assim, a hipótese avaliada que diferentes condições de densidade, níveis de luminosidade e composição do solo influenciam tanto no tamanho e peso das folhas de *Pilocarpus pennatifolius* Lem. (Rutaceae) em uma floresta da Formação Serra Geral no Rio Grande do Sul.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo geral

Analisar as características de populações puras de *Pilocarpus pennatifolius* Lem. (Jaborandi) em formações naturais, quanto a morfometria e massa foliar, para manejo e produção de folhas.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- ) Avaliar o comportamento da morfometria e massa foliar quanto ao número de árvores por área, classes de alturas das árvores, posições das folhas na copa e da luminosidade e profundidade do solo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Gênero *Pilocarpus*

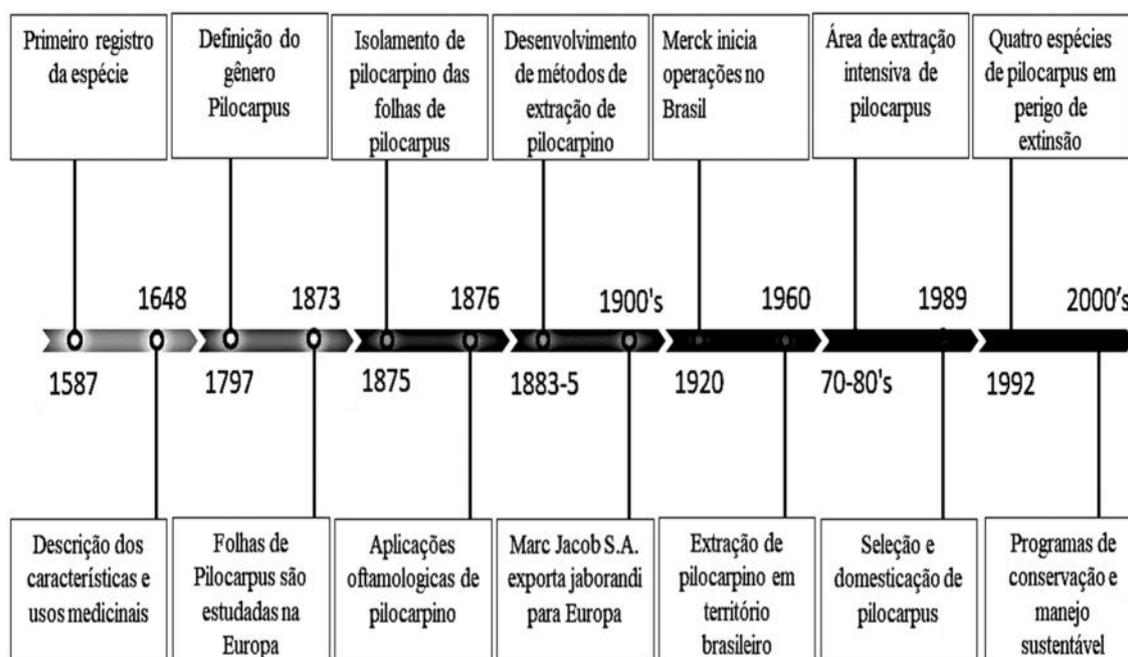
Dentro da família Rutaceae, o gênero *Pilocarpus* abriga diversas espécies que recebem designação geral de Jaborandi. O gênero compõe 13 espécies neotropicais espalhadas em regiões situadas entre os trópicos de câncer e capricórnio. No território brasileiro são encontradas nove espécies (PINHEIRO, 1997; LUCIO, 1999).

O nome do gênero vem do termo grego *pilos* que significa chapéu de feltro e *carpos* que significa fruta (SAWAYA et al., 2011). Jaborandi foi introduzida na medicina ocidental em 1873, quando amostras de folhas foram levadas para Europa. O motivo principal para o físico francês, Syphronio Olympio Cezar Coutinho, ter levado as folhas do jaborandi para Europa, foi o uso pelos índios

brasileiros, que recorriam às folhas para causar transpiração profunda e salivação. As propriedades relativas a área de oftalmologia foram uma descoberta secundária (HOLMSTEDT, WASSEN, SCHULTES, 1979).

As três referências mais antigas ao Jaborandi foram pelo português Soares de Souza em 1587 e por dois autores europeus, Piso em 1648, e Dutchman, e Marcgrave em 1648, alemão (Figura 1) (HOLMSTEDTET al., 1979).

Figura 1 - Cronossequência dos registros do gênero *Pilocarpus*.



Fonte: Adaptado de Caldeira et al. (2017).

A espécie recebe diversos nomes populares em locais de sua ocorrência. No Rio Grande do Sul é conhecida por Cutia, Cutia-branca e Jaborandi (SCHULTZ, 1975). Lorenzi; Matos (2002) atribuíram, ainda, outros nomes populares, tais como Jaborandi-do-paraguai, Jaborandi-do-norte, Pimenta-de-cachorro e Jaborando-manso. Na linguagem dos índios Tupi guarani, o Jaborandi é conhecido com ia-mbor-endi, o que significa “que faz babar”, pois induz a produção de secreções, no caso quando mastigada a salivação (CORRÊA, 1984).

A distribuição de Jaborandi é irregular dentro do Estado do Rio Grande do Sul, podendo ser encontrada em solos úmidos e rochosos, abrangendo regiões de Floresta Ombrófila Densa, Campos Sulinos e Floresta Estacional Decidual

(BANDEIRA et al., 2010). Em conformidade ao Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul, *P. pennatifolius* é uma das espécies mais abundantes na regeneração natural da Floresta Estacional Decidual (UFSM, 2001).

*Pilocarpus pennatifolius* Lem. (Rutaceae) trata-se de um arbusto ou árvore, nativa das regiões sul e sudeste brasileiras, que atinge em média 2-3 m de altura, contudo podendo chegar até 10 m, com DAP (diâmetro a 1,30 m do solo) de 15 a 20 cm, tronco geralmente tortuoso, com algumas ramificações ao longo do fuste. Sua casca externa é áspera, de coloração marrom-escura com casca interna variando de amarelo a amarelada, na parte em contato com o câmbio a madeira é esbranquiçada com odor característico e desagradável (REITZ et al., 1988; CALIL et al., 2008).

O Jaborandi apresenta folhas compostas, imparipenadas, com folíolos coriáceos em média de 8-15 cm de comprimento, oblongo-lanceolados e com ápice emarginado, compostas de 4 a 6 folíolos ou mais, grandes e verde-escuras. As inflorescências, em cachos longos e pendentes, de flores vermelho-escuras, amarelas ou roxas, pequenas, conferem valor ornamental à espécie, em forma de espigas longas, terminais ou axilares. Produz anualmente grandes quantidades de sementes (LORENZI, 2002; CALIL et al., 2008).

Souza et al. (2003), em seu estudo sobre a morfologia e anatomia da flor de *Pilocarpus pennatifolius* Lem. (Rutaceae), relatam observações a respeito de polinizações diurnas e noturnas realizadas durante o período de floração dessa espécie, com presença de mariposas visitando suas flores à noite. Essas evidências associadas às características morfológicas da flor e inflorescência da espécie sugerem que ela possa ser polinizada por esses insetos.

Segundo Souza et al. (2005), o fruto maduro de Jaborandi é descrito como esquizocarpo, com número variável de mericarpos unisseminados, que se abrem no meio do lóculo. O mesocarpo contém cavidades secretoras de óleos essenciais e o endocarpo formado por fibras esclerenquimáticas, são responsáveis pelo fenômeno de autocoria para espécie. Outro fenômeno é de deiscência higroscópico xerocásico, em que o pericarpo se torna seco com a maturidade.

Salles et al. (2004) afirmaram que o gênero *Pilocarpus* contém diversas espécies denominadas jaborandi que possuem folhas contendo alcalóide e pilocarpina, tradicionalmente usado no tratamento do glaucoma. O princípio ativo

denominado pilocarpina, que causa contração da pupila do olho, também aumenta a produção de saliva, assim como produção normal de suor e o movimento peristáltico dos intestinos (REITZ, 1981).

O gênero *Pilocarpus* tem potencial para prospecção de novos alcalóides que podem ser usados em estudos de caminhos biosintéticos de pilocarpina e outros alcalóides, já que as espécies apresentam diferentes níveis de alcalóides (SAWAYA et al., 2011). Outras substâncias químicas além do alcalóide presente nas folhas do Jaborandi podem extraídos, como a Pilosina, Isopilosina, Epiisopiloturina, além de óleos essenciais (WINDHOLZ, 1983).

Atualmente o gênero *Pilocarpus* é o único que possui fontes naturais passíveis de extração industrial de pilocarpina. A pilocarpina tem se mostrado clinicamente eficaz também no tratamento da acne e da queda de cabelo (TANIGUCHI; KITAZAWA, 1994; LORENZI; MATOS, 2002).

Dentre as nove espécies conhecidas na flora brasileira, a *P. microphyllus*, foi a mais estudada, pois apresenta maior concentração de Pilocarpina nas suas folhas. Contudo, todas essas espécies possuem uma vasta distribuição geográfica, que engloba praticamente todo o território nacional, desde o Pará até o Rio Grande do Sul é importante intensificar os esforços para conhecimento das outras espécies (AVANCINI, 2003; PINHEIRO, 2002).

As espécies de maior destaque são *Pilocarpus microphyllus* e *Pilocarpus pennatifolius*, apresentando alta semelhança nas características botânicas (KAASTRA, 1982).

O Jaborandi é uma planta da flora nativa brasileira de grande interesse econômico, pelo seu valor medicinal e cosmético (BANDEIRA et al., 2010). A importância medicinal, econômica e ecológica de espécies nativas brasileiras, bem como o risco de sua extinção pela ação predatória e falta de manejo, tem motivado estudos, visando sua preservação e aproveitamento racional de sua matéria prima (SOUZA et al., 2003). Além destes usos *P. pennatifolius* pode ser empregada em programas de recuperação florestal para enriquecimento de áreas em estágio avançado de sucessão florestal (AVILA et al., 2011).

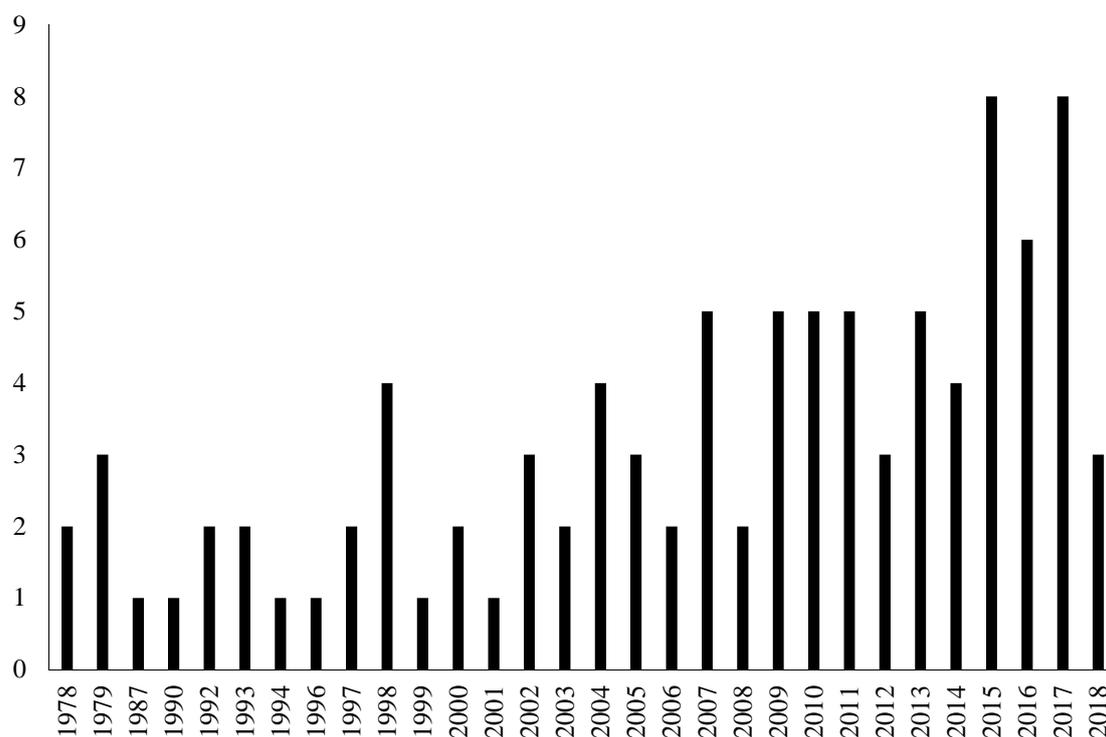
Estudo feito no Estado do Maranhão, realizou um plantio de jaborandi no estrato inferior da floresta na tentativa de reproduzir uma condição em habitat natural para o crescimento da espécie. As comunidades locais poderiam plantar

Jaborandi nos limites de sua reserva. Porém, para indústria não foi interessante em razão de alguns problemas (PINHEIRO, 2002):

- a. O período de colheita aumenta para 10 anos quando comparado ao plantio, 3 anos sob luz direta;
- b. Irrigação é uma atividade impraticável;
- c. Os níveis de pilocarpina nas folhas não podem ser controlados como nos plantios que usam técnicas sofisticadas.

Pesquisando os termos "jaborandi", "*Pilocarpus*" e "*Pilocarpus pennatifolius*", 96 publicações foram encontradas no banco de dados do sistema *Web of Science*. Os primeiros artigos datam de 1978 e três em 2018 (o último dia verificado foi 18 de dezembro de 2018). Os maiores anos de publicação foram 2015 e 2017 (Figura 2).

Figura 2 - Anos de publicação de artigos de acordo com o Web of Science para *Pilocarpus pennatifolius*.



Fonte: (AUTOR, 2019).

## 2.2 Morfometria foliar e condicionantes do ambiente.

De acordo com Monteiro et al. (2005), um indicador de grande importância é a área foliar, utilizada para investigações a respeito da adaptação ecológica, competição intraespecífica e interespecífica e efeitos do manejo, além da capacidade de estimar a produtividade de um ecossistema vegetal, o seu crescimento e desenvolvimento das folhas.

O estudo da morfometria da copa das árvores e suas variáveis permitem entender as relações interdimensionais (ZIMMERMANN et al., 2012), bem como o grau de concorrência das espécies, estabilidade e produção de indivíduos em cada sítio (DURLO; DENARDI, 1998). Desse modo, o conhecimento da morfometria e o acompanhamento da dinâmica das formas de crescimento das árvores torna-se imprescindível para aprimorar as intervenções silviculturais, especialmente com fins econômicos (ROMAN et al., 2009; CONDÉ et al., 2013; COSTA et al., 2016).

A área da copa é uma das variáveis com destaque entre os parâmetros estruturais, uma vez que controla a entrada de luz, proporcionando diferentes níveis de umidade do solo e o do ar (MELO et al., 2007). Neste contexto, a área foliar das árvores está relacionada ao fato de ser um parâmetro indicativo de produtividade, pois o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e a sua conversão em energia química (FAVARIN et al., 2002).

Fatores como a composição de espécies, estado de desenvolvimento, sazonalidade, condições locais e práticas de manejo, influenciam na área foliar (QUEIRÓS, 2013). Assim, a superfície foliar das árvores consiste na base do rendimento potencial da espécie.

A área foliar é um indicador relevante, pois pode ser utilizada para investigar a adaptação ecológica, competição intraespecífica e interespecífica e efeitos do manejo e silvicultura, pode estimar o crescimento e produtividade de um ecossistema vegetal (MONTEIRO et al., 2005).

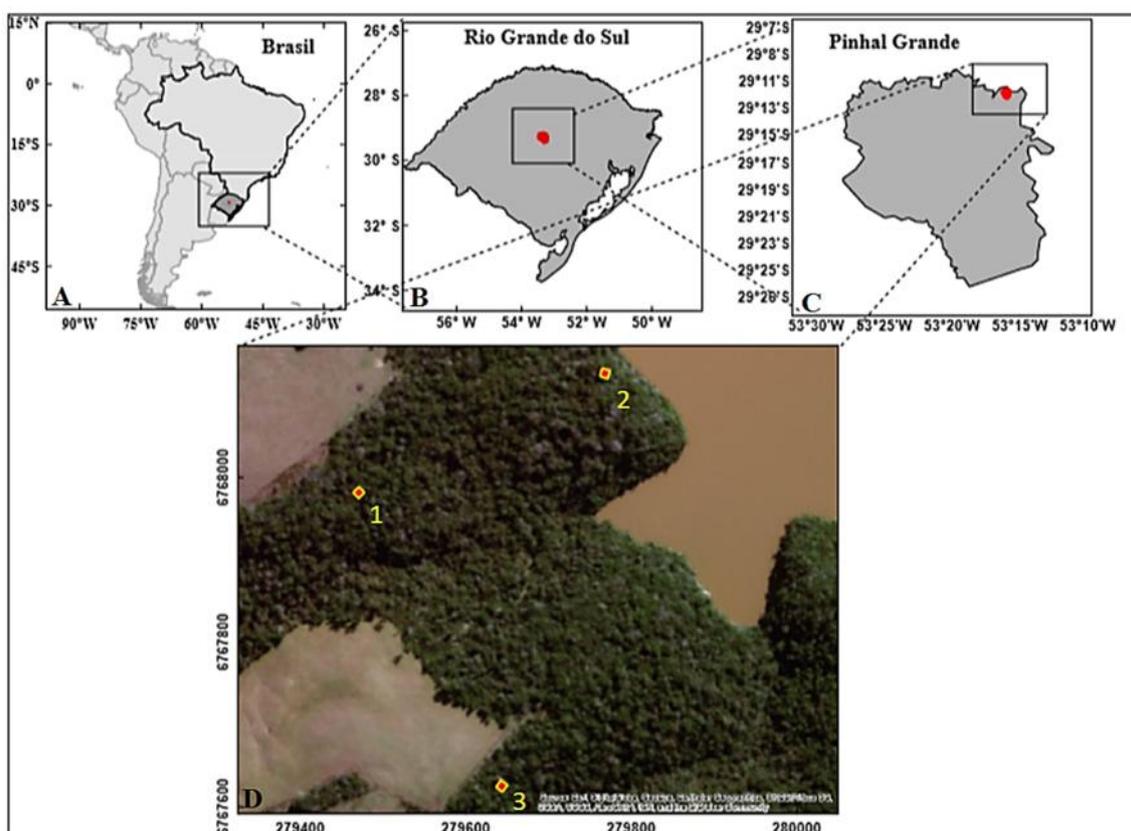
Nesse sentido, as características morfométricas das árvores podem reconstituir o espaço ocupado pelos indivíduos, bem como identificar o grau de concorrência (DURLO; DENARDI, 1998). Entretanto, inexistem estudos dessa temática para a *Pilocarpus pennatifolius*, e que podem contribuir para o manejo, com vistas ao aumento de sua produtividade.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Localização da área

O município de Pinhal Grande (Figura 3 - C) possui uma área de 477,35 km<sup>2</sup> e localiza-se cerca de 320km da capital Porto Alegre. Situa-se na mesorregião Centro Ocidental Rio-grandense entre as coordenadas de 29°21' 00'' de latitude Sul, e 53° 19' 52'' de longitude Oeste (IBGE, 2017).

Figura 3 - Localização da área de estudo em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS.



Legenda: A = Brasil; B= Rio Grande do Sul; C= Pinhal Grande; D = Área da pesquisa; 1 = Amostra 1; 2 = Amostra 2; 3 = Amostra 3.

Fonte: (AUTOR, 2019).

O município de Pinhal Grande é considerado um município do Parque Estadual da Quarta Colônia. O principal acesso ao município pela rodovia RS – 149. Apresenta altitude média de 390 m acima do nível do mar, com declividades médias na porção Norte e Nordeste em torno de 5 a 15%, já na porção Oeste,

Sudoeste e Sul são em torno de 30 a 47 %, podendo ser até maiores que 47% em vários pontos (SOUZA et al., 2014).

Pinhal grande encontra-se na transição entre os biomas Mata Atlântica e Pampa, sendo encontrado resquícios de Araucária na Floresta Estacional Decidual a Floresta Ombrófila Mista (VELOSO et al., 1991).

A vegetação foi marcada pela presença de Araucária, também chamada de pinheiro brasileiro, sendo responsável pela denominação do município de Pinhal Grande. Atualmente, há, apenas, pequenos fragmentos de ocorrência da espécie. Ocorre, também, a presença de gramíneas, característica dos campos, e a mata nativa da Mata Atlântica (SOUZA et al., 2014).

Segundo Schirmer (2012), os principais solos encontrados no município, de acordo com o mapa de solos da Quarta Colônia, são: Latossolo, Argissolo, Cambissolos, Solos Hidromórficos e Neossolo Litólico.

Conforme a classificação de Köppen-Geiger o município apresenta um clima do tipo temperado úmido, na variedade de Clima Subtropical, do tipo “Cfa”, com verão e inverno bem definidos.

### 3.2 Obtenção das amostras e mensuração dos dados

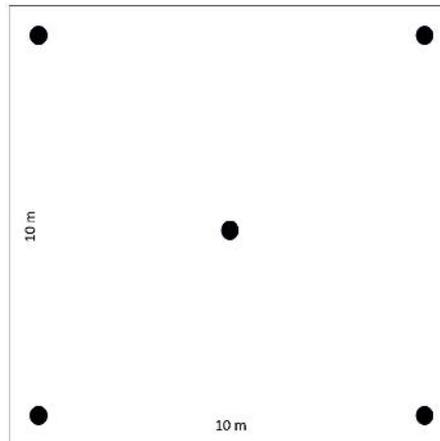
Inicialmente foi realizado um caminhamento por toda área na floresta, a partir da ocorrência de populações puras de *Pilocarpus pennatifolius* realizou instalação intencional de 3 amostras em pontos distintos. Cada amostra foi delimitada com área de 100 m<sup>2</sup> (Figura 3 – D).

Foram contadas para amostra 1 27 árvores, amostra 2 106 árvores e amostra 3 35 árvores. Nestas diferentes densidades foram avaliadas as diferentes condições de luminosidade, camada de serapilheira e matéria orgânica no solo, assim como análise morfométrica das folhas.

A captação da luminosidade foi observada em cinco pontos dentro da parcela para obtenção média e definição da porcentagem, um ponto em cada vértice e um ponto central (Figura 4).

A luminosidade foi absorvida com utilização do aparelho luxímetro (Lux - unidade de iluminância) a 1,30 m do nível do solo, calculada e comparada ao pleno sol (100 % de luminosidade) e definidas as diferentes condições sendo: 25 %, 50 % e 75 % de luminosidade relativo ao pleno sol.

Figura 4 - Croqui dos pontos de captação de luz e coletas de solos dentro da parcela de 100 m<sup>2</sup>, em populações puras de *Pilocarpus pennatifolius*.



Fonte: (AUTOR, 2019).

Os solos foram coletados com mesmo método pontual da obtenção de luminosidade (Figura 4). Assim foi possível obter a média da profundidade de serapilheira com matéria orgânica. O instrumento utilizado foi trado de rosca de 1" (Figura 5).

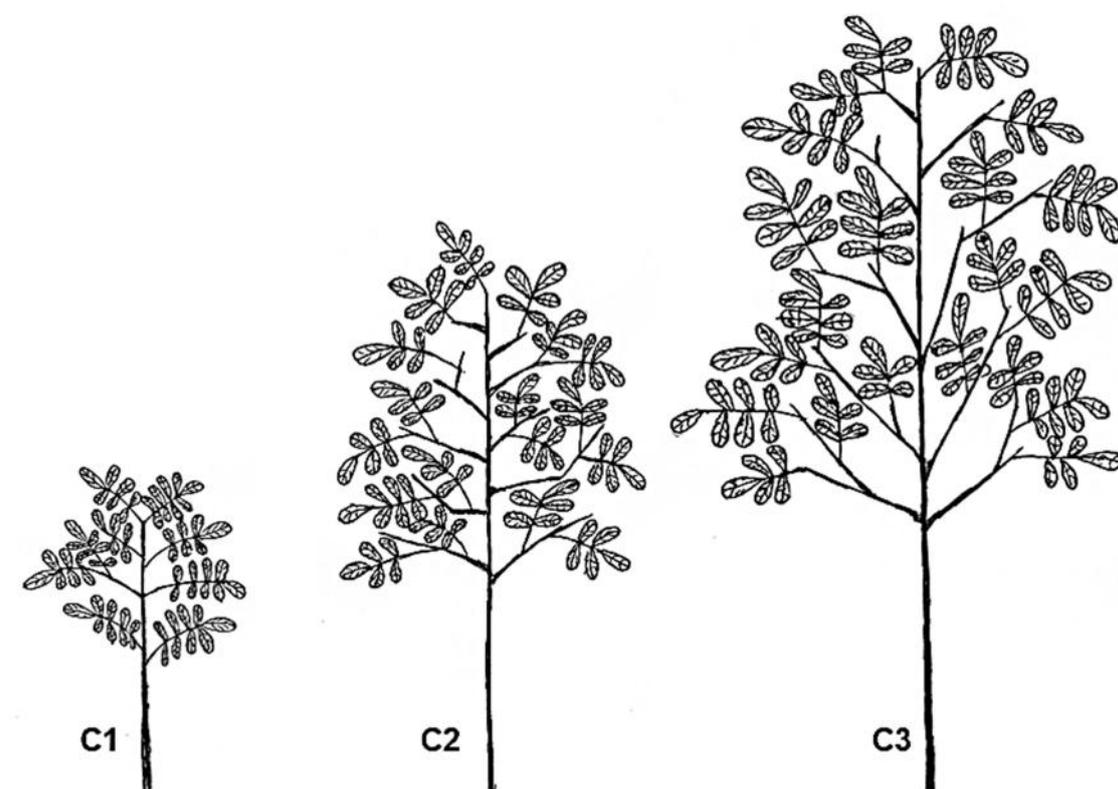
Figura 5 - Coleta de solos com trado de rosca, para obtenção da profundidade de serapilheira e matéria orgânica nas parcelas amostradas em ocorrência de populações puras de *Pilocarpus pennatifolius*.



Fonte: (AUTOR, 2019).

As plantas de cada amostra foram classificadas em três classes, seguindo uma adaptação a classificação de Kraft (1992), considerando três grupos de árvores: Classe 1 (1m – 2m de altura) árvores dominadas; Classe 2 (2.1m – 4m de altura) árvores dominantes; Classe 3 (4.1m – 6m de altura) árvores predominantes (Figura 6).

Figura 6 - Classes de altura das árvores de *Pilocarpus pennatifolius*, selecionadas para coleta de folhas, localizada em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS.



Legenda: C1 = Classe 1 dominadas, árvores com até 2 metros de altura; C2 = Classe 2 dominantes, árvores com até 4 metros de altura; C3 = Classe 3 predominantes, árvores com até 6 metros de altura.

Fonte: (AUTOR, 2019).

Para coleta de folhas foram selecionadas três árvores por classe em cada amostra. Em cada árvore foi selecionada duas folhas, uma na parte inferior e outra na parte superior da copa das árvores, totalizando seis folhas por classe e 18 folhas em cada amostra. Quando necessário nas árvores com maiores alturas, as folhas foram coletadas com auxílio de podão (Figura 7).

Figura 7 - - Utilização de podão para coleta de folhas de *Pilocarpus pennatifolius*, localizada em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS.



Fonte: (AUTOR, 2019).

Após a coleta da amostra, as folhas foram pesadas com balança digital eletrônica (modelo Sf- 400) para obtenção do peso verde (PV).

Em laboratório foi feita a mensuração do comprimento das folhas (CF) com utilização de fita métrica metálica e verificação da espessura dos folíolos com micrometro. A partir da medição de todas as espessuras dos folíolos correspondente a folha foi obtido o valor médio da espessura foliar (EF) (Figura 8).

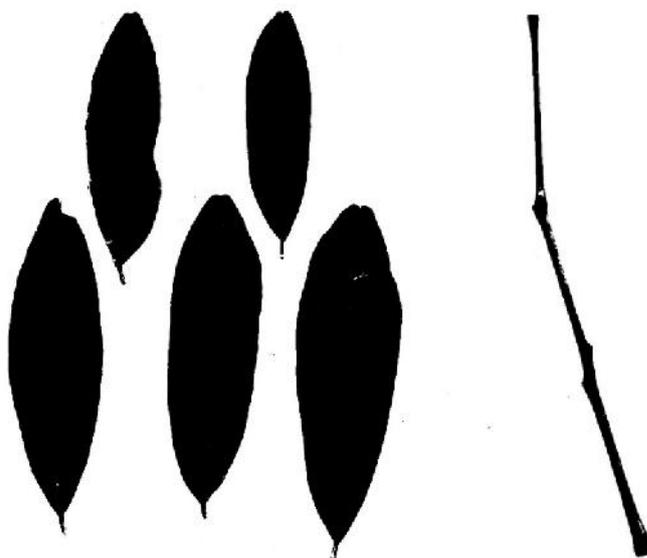
Figura 8 - Mensuração do comprimento e espessura foliar de *Pilocarpus pennatifolius*.



Fonte: (AUTOR, 2019).

Após a mensuração destas variáveis, foram escaneadas todas as folhas com utilização do Scanner (modelo HP Scanjet G2410). Os folíolos foram separados da raque para melhor dispor o material na bandeja do Scanner. As imagens obtidas através do escaneamento foram classificadas em tom de preto e branco (Figura 9).

Figura 9 - Imagem da área foliar de *Pilocarpus pennatifolius* obtidas em Scanner modelo HP Scanjet G2410.



Fonte: (AUTOR, 2019).

A área foliar (AF) foi obtida através das seguintes associações:

- ) Para cada folha coletada foi feito o scanner dos folíolos e raque, gerando assim tons de cores pretas e brancas. Com as imagens foi realizada a quantificação dos pixels relacionados a coloração preta que estão associados ao material foliar;
- ) Através de um aplicativo editor de imagem GIMP 2 realizou-se a contagem da quantidade de pixels de cores pretas;
- ) Como as imagens foram geradas em um tamanho de 200 dpi (dots per inch) que significa “pontos por polegada”, através da seguinte associação matemática foi possível encontrar uma constante onde:

1 polegadas = 2,54 cm, sendo assim (Equação 1)

$$X = \left(\frac{2,5}{d}\right)^2 \quad (1)$$

Em que:

X – área do pixel em cm<sup>2</sup>;  
dpi – pontos por polegada na imagem (200 pontos).

- ) Após obter a constante (X = 0,00016129 cm<sup>2</sup>) foi possível utilizá-la na multiplicação conforme a quantidade de pixels encontrados na imagem de cor preta, assim o valor obtido era correspondente a área foliar em centímetros quadrados.

A última etapa consistiu, na secagem do material coletado em campo em estufa a 80°C por 48 h, seguida de imediata pesagem, com auxílio de balança digital eletrônica (modelo Sf-400), para obtenção do peso seco (PS) das folhas.

### 3.3 Processamento dos dados e análise estatística da morfometria foliar

Na avaliação das variáveis morfométricas (área foliar, comprimento foliar, espessura foliar, peso verde e peso seco), realizou-se correlação de Pearson (r) com a probabilidade de 95%. O coeficiente de correlação de Pearson mede o

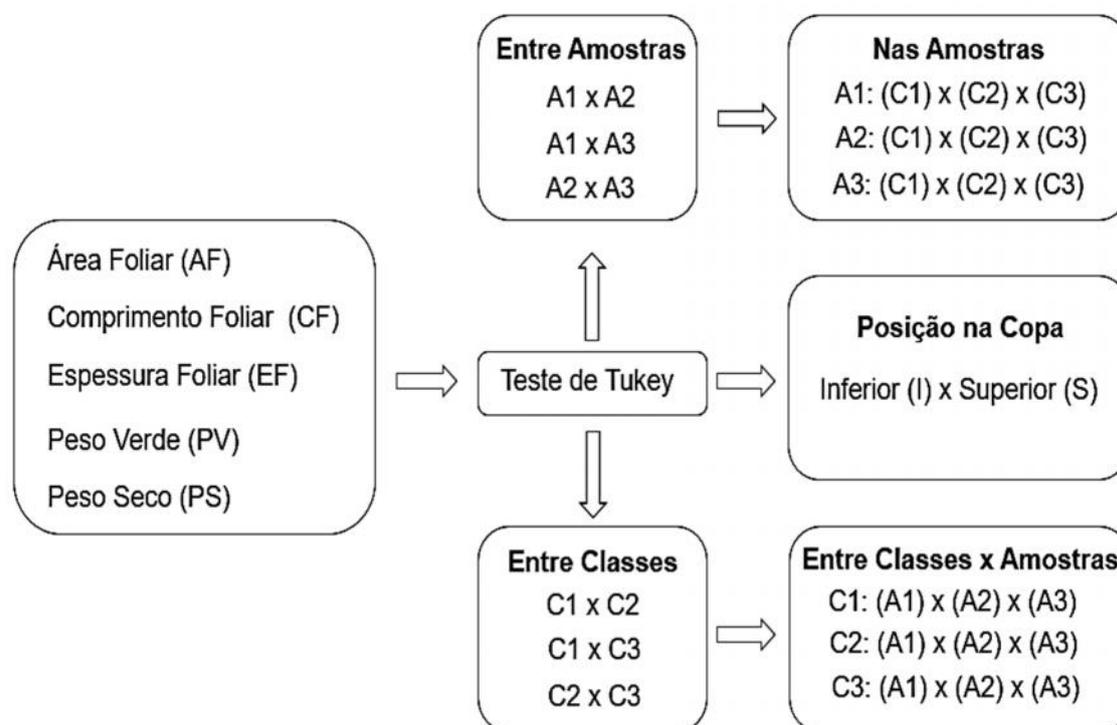
grau da correlação linear entre duas variáveis quantitativas, sendo um índice adimensional com valores situados entre -1,0 e 1,0.

Em que:

- r = 1: Significa uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis;
- r = -1: Significa uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis;
- r = 0: Significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra.

Posteriormente, foi aplicado o teste de Tukey para verificar as possíveis diferenças entre médias e desvios para as variáveis morfométricas das folhas recolhidas das árvores. As comparações foram entre amostras, internamente em cada amostra em diferentes classes de árvores, posição das folhas na copa das árvores, entre classes de árvores e na própria classe de árvores nas diferentes amostras (Figura 10).

Figura 10 - Interações aplicadas as variáveis morfométricas de folhas de *Pilocarpus pennatifolius* em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS.



Legenda: A1= Amostra 1; A2= Amostra 2; A3= Amostra 3; C1 = Classe de árvores com até 2 metros de altura (dominadas); C2 = Classe de árvores com até 4 metros de altura (dominantes); C3 = Classe de árvores com até 6 metros de altura (predominantes).

Fonte: (AUTOR, 2019).

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do Microsoft Excel (2016) e a Linguagem de programação R Studio versão 3.4.4, por meio dos pacotes “Imtest, FactoMineR, ExpDes” (R CORE TEAM, 2018).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Densidade de *Pilocarpus pennatifolius* e caracterização do ambiente das amostras.

Os resultados quanto a quantidade de árvores encontradas em cada amostra em 100 m<sup>2</sup> foram os seguintes: 27 árvores (Amostra 1), 106 árvores (Amostra 2) e 35 árvores (Amostra 3). Estes resultados equivalem em hectares: 2.700 árvores (Amostra 1), 10.600 árvores (Amostra 2) e 3.500 árvores (Amostra 3).

O solo amostrado, ocorre o predomínio de formações de neossolos líticos, com baixa camadas de horizonte A e B e máxima deposição de fragmento rochoso nas camadas inferiores, contudo, essas características permitem alta humidade na camada superficial devido ao acúmulo de serapilheira e matéria orgânica.

Esta humidade dá-se aos quais as populações puras de *Pilocarpus pennatifolius* se encontram nas seguintes condições no meio ambiente, quanto a luminosidade e acúmulo de serapilheira e matéria orgânica (Tabela 1).

Tabela 1 - Características do ambiente nas diferentes amostras de população puras de *Pilocarpus pennatifolius* em uma floresta da Formação Serra Geral no Rio Grande do Sul.

Amostras	Luminosidade ao pleno sol	Acúmulo de serapilheira e matéria orgânica
1	50 %	Baixo
2	25 %	Alto
3	75 %	Baixo

Fonte: (AUTOR, 2019).

Os resultados quanto os diferentes acúmulos de serapilheira no solo são oriundos das diferentes inclinações e altitudes do terreno, pois foi observado que

amostra 2 está no ponto mais baixo, aproximadamente 25 metros de declividade da amostra 1 e 36 metros da amostra 3.

São notáveis que no decorrer das chuvas a declividade acentuada contribui no transporte de matéria orgânica oriundas das quedas das folhas e galhos das árvores. Boa parte do material existente na parte superior são acumulados na parte inferior da floresta que fica a margem do rio (amostra 2).

As diferentes condições dos ambientes resultaram fatores importantes na avaliação da possível domesticação da espécie em sistemas puros. Pois foi observado que ambientes com menor luminosidade e com elevados acúmulos de serapilheira e matéria orgânica são extremamente favoráveis para uma maior quantidade de árvores por área da espécie.

A observação das árvores de *P. pennatifolius* obtém sucesso em sistemas de alta densidade, visto que o principal produto são extração de folhas, esta quantidade de árvores em uma mesma área permite alta formação de brotos ao longo do fuste, por sua vez produzem posterior novos ramos e folhas, além de melhor distribuição em todo fuste da árvore quanto a quantidade de folhas novas, que são ótimas para maiores concentrações de pilocarpina.

Dentro da análise foliar, folhas mais jovens apresentam maior quantidade de Pilocarpina que as folhas mais velhas. Nesta fase a planta constitui de formação de enzimas para o desenvolvimento dos processos de diferenciação nos tecidos, tornando dependente a formação alcalóide (SCHEERER, 2001).

#### 4.2 Morfometria foliar de *Pilocarpus pennatifolius*

As variáveis morfométricas das folhas, área foliar, peso verde, peso seco e comprimento foliar apresentaram correlação positiva entre suas comparações. Com maiores representações e significâncias, respectivamente decrescente entre área foliar peso verde, peso verde peso seco, área foliar peso seco e espessura foliar peso seco (Tabela 2).

A correlação entre área foliar, com peso verde, peso seco e comprimento foliar foram satisfatórias e significativos. Os resultados enfatizaram alta correlação, diante da quantificação do peso verde das folhas, pode se obter uma boa estimativa da área foliar. Diante deste diagnóstico os resultados

caracterizam que a cada 0,92 gramas de folha de *Pilocarpus pennatifolius* equivale a 1cm<sup>2</sup> de área foliar.

Por outro lado, a correlação foi negativa entre espessura foliar com área e comprimento foliar, ou seja, ao aumento da área ou comprimento das folhas de *Pilocarpus pennatifolius* resultam menores espessuras nas folhas.

Com obtenção de folhas finas, este comportamento interfere diretamente no rendimento da produção em peso seco, visto que folhas menos espessas são consideradas mais leves conforme a correlação entre peso seco com espessura foliar. A correlação entre essas duas variáveis se apresentou positiva e significativa, atribuindo que a cada 0,63 mm de espessura é possível obter 1 grama de peso seco (Tabela 2).

Boeger et al. (2006) afirmaram que plantas sob diferentes condições de luz, tendem a apresentar espessura e a área foliar inversamente proporcionais, resposta fisiológica da folha, que em condições de alta luminosidade, diminui a área exposta, mas aumenta a espessura da lâmina.

A correlação do peso seco a espessura foliar, agrega ótimas predições para produção, em virtude que folhas mais grossas passam a produzir um bom material seco. Meziani; Shipley (1999) afirmaram que a espessura pode afetar diretamente a massa seca das folhas, seja pelos tecidos de sustentação, pelo teor de água ou espessura do mesófilo das folhas.

Tabela 2 - Correlação de Person para variáveis morfométricas das folhas de *Pilocarpus pennatifolius* em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS.

Variáveis	AF	PV	PS	CF	EF
AF	1	0,92	0,63	0,5	-0,13
PV	<b>0,0000*</b>	1	0,81	0,43	0,37
PS	<b>0,0000*</b>	<b>0,0000*</b>	1	0,21	0,63
CF	<b>0,0001*</b>	<b>0,0013*</b>	<b>0,1316</b>	1	-0,21
EF	<b>0,3402</b>	<b>0,0059*</b>	<b>0,0000*</b>	<b>0,1289</b>	1

Legenda: AF = Área foliar (cm<sup>2</sup>); PV = Peso verde (g); PS = Peso seco (g); CF = comprimento foliar (cm); EF= Espessura foliar (mm); Valores em negrito corresponde a estatística aplicada; \* = significativo a probabilidade de 95 %.

Fonte: (AUTOR, 2019).

Os resultados da amplitude de dispersão dos valores morfométricos das folhas, nas diferentes amostras, classes e posição na copa são expressos nos Anexo 1 e 2.

A morfometria das folhas não contestou significância quando comparadas nas diferentes posições da copa (Tabela 3). O resultado indica que as folhas da espécie obtêm semelhança de tamanho na copa das árvores, podendo assim ser extraídas de qualquer posição na copa. Contudo, tratando de ergonomia da extração é recomendado extrair folhas nas partes inferiores das copas das árvores. Outra observação, que a extração somente na parte inferior das copas não compromete a sobrevivência das árvores, pois possuem ótima capacidade de formar novos brotos.

As variáveis AF, CF, PV e PS mostraram comportamento semelhantes entre as amostras. Porém, em termos numéricos a espessura foliar (EF) foi superior na amostra 1 e 3 diferindo significativamente da amostra 2 (Tabela 3). Corroborando a respeito do comportamento foliar diante a luminosidade, ou seja, folhas de *Pilocarpus pennatifolius* são mais grossas em ambientes que proporcionam maior entrada de luz.

Castro et al. (1998) comentaram que as estruturas das folhas podem ser fortes indicadores da disponibilidade de luz, e que o acréscimo dos níveis de luz proporciona aumentos na espessura foliar, na massa foliar, na epiderme, no parênquima e no número total de células das folhas.

Taiz; Zeiger (2004) afirmaram que a modificação na estrutura interna das folhas está fortemente associada à captação da luz, visto que obtém aumento do parênquima das folhas.

Os resultados diante as comparações nas diferentes classes das árvores apresentaram significância aos parâmetros das folhas. As árvores da classe 1 apresentaram maiores áreas e comprimento foliar e conseqüentemente maior peso verde. Eminente que apesar dos resultados apresentarem diferença a essas características das folhas, a espessura e peso seco não foram estatisticamente diferentes entre as classes de árvores (Tabela 3).

O comportamento observado as características morfométricas para classe 1 das árvores, são respondidas através da composição de árvores jovens com folhas novas, correspondentes a área e comprimento foliar superiores, com

alto teor de água, porém após secagem a perda do teor de água resulta no equilíbrio na produção em peso seco nas diferentes classes.

Tabela 3 – Valores médios e desvios entre amostras, alturas e posição de folhas na copa para as variáveis morfometrias de *Pilocarpus pennatifolius* em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS.

	AF (cm <sup>2</sup> )	CF (cm)	EF (mm)	PV (g)	PS (g)
A1	291,52 ± 78,79 <sup>a</sup>	19,82 ± 5,05 <sup>a</sup>	0,283 ± 0,031 <sup>a</sup>	10,50 ± 3,38 <sup>a</sup>	3,20 ± 1,42 <sup>a</sup>
A2	259,84 ± 78,85 <sup>a</sup>	19,95 ± 5,78 <sup>a</sup>	0,251 ± 0,035 <sup>b</sup>	8,77 ± 2,41 <sup>a</sup>	2,73 ± 1,03 <sup>a</sup>
A3	238,87 ± 86,90 <sup>a</sup>	19,88 ± 4,40 <sup>a</sup>	0,258 ± 0,036 <sup>ab</sup>	8,50 ± 3,24 <sup>a</sup>	2,74 ± 1,23 <sup>a</sup>
C1	317,38 ± 77,48 <sup>a</sup>	23,66 ± 5,10 <sup>a</sup>	0,249 ± 0,030 <sup>a</sup>	10,83 ± 3,03 <sup>a</sup>	3,09 ± 1,09 <sup>a</sup>
C2	254,56 ± 78,83 <sup>b</sup>	19,00 ± 3,78 <sup>b</sup>	0,274 ± 0,036 <sup>a</sup>	8,77 ± 2,98 <sup>b</sup>	2,70 ± 1,31 <sup>a</sup>
C3	218,28 ± 67,37 <sup>b</sup>	16,98 ± 3,62 <sup>b</sup>	0,269 ± 0,040 <sup>a</sup>	8,16 ± 2,83 <sup>b</sup>	2,88 ± 1,33 <sup>a</sup>
I	259,79 ± 82,63 <sup>a</sup>	19,88 ± 5,36 <sup>a</sup>	0,268 ± 0,035 <sup>a</sup>	9,33 ± 3,25 <sup>a</sup>	3,08 ± 1,32 <sup>a</sup>
S	267,02 ± 84,74 <sup>a</sup>	19,89 ± 4,73 <sup>a</sup>	0,260 ± 0,038 <sup>a</sup>	9,18 ± 3,02 <sup>a</sup>	2,70 ± 1,14 <sup>a</sup>

Legenda: AF = Área foliar; CF = comprimento foliar; EF= Espessura Foliar; PV= Peso Verde; PS= Peso Seco; A1= Amostra 1; A2= Amostra 2; A3 = Amostra 3; C1 = árvores dominadas com até 2 metros de altura; C2 = árvores dominantes com até 4 metros de altura; C3 = árvores predominantes, com até 6 metros de altura; I = Posição inferior na copa; S = Posição superior na copa. **Médias seguidas da mesma letra entre linhas não possuem diferença significativa segundo o Teste de Tukey a 5% de probabilidade.**

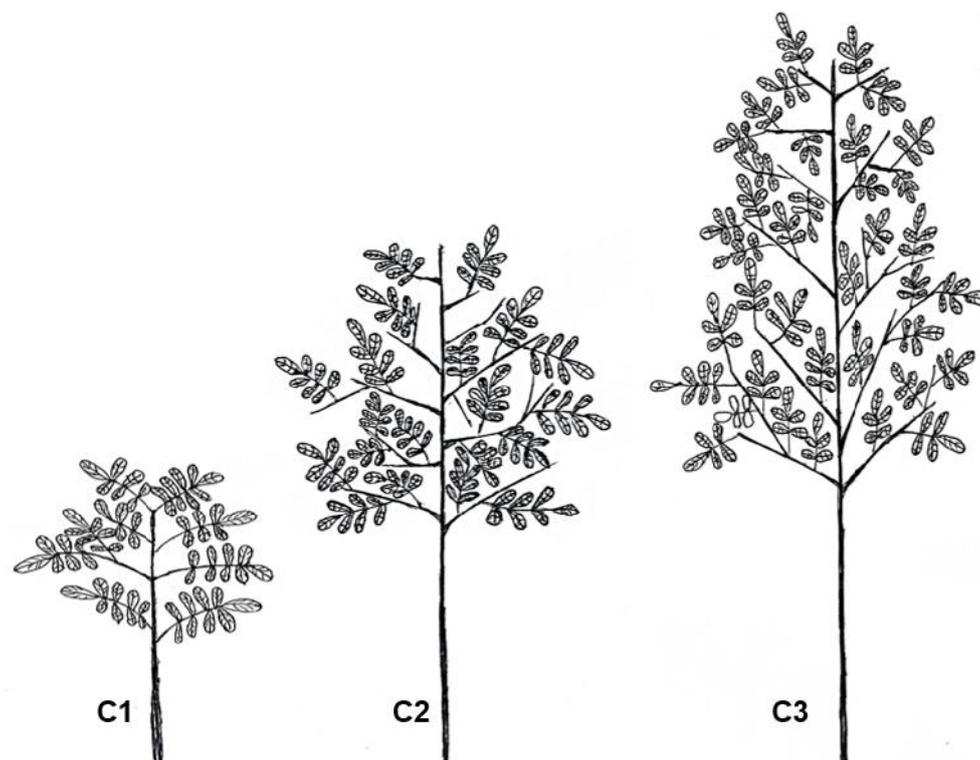
Fonte: (AUTOR, 2019).

Outro resultado observado que as árvores menores da espécie apresentaram maior quantidade de folíolos (sete a nove folíolos). Essa quantidade de folíolos decresce conforme o aumento das alturas das árvores. Em árvores com até seis metros de altura foram verificados no máximo cinco a sete folíolos nas folhas (Figura 11).

A folha tem capacidade de reagir as alterações em seu habitat, de modo a manter a eficácia fotossintética necessária para seu desenvolvimento (PEREIRA, 2000).

Apesar de haver diferença quanto ao tamanho das folhas e quantidade de folíolos para árvores da classe 1, esse fator não interferiu na espessura foliar e peso seco.

Figura 11 - Ilustração da arquitetura de copa em diferentes classes de altura das árvores de *Pilocarpus pennatifoliu* em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS.



Legenda: C1 = árvores dominadas com até 2 metros de altura; C2 = árvores dominantes com até 4 metros de altura; C3 = árvores predominantes com até 6 metros de altura.

Fonte: (AUTOR, 2019).

Os resultados da amplitude de dispersão dos valores morfométricos das folhas, nas diferentes classes para cada amostra são expressos nos Anexo 3 e 4.

Quando as árvores foram observadas separadamente nas amostras verificou-se que a amostra 1 só apresentou diferença na área foliar entre árvores da classe 2, com valores inferiores as demais classes. Para outras variáveis morfométricas não houveram diferenças significativas (Tabela 4, comparação entre médias e desvios em linhas em diferentes classes de árvores). Amostra 1 as árvores estão em condições equivalentes a densidade de 2.700 árvores por hectare e 50% de entrada de luz no ambiente.

Já amostra 2 apresentou diferença na área, comprimento e espessura foliar, as árvores da classe 1 seguem padrões distintos comparado as árvores da classe 3 (Tabela 4, comparação entre médias e desvios em linhas em diferentes classes de árvores).

Este resultado retrata que folhas de árvores da classe 1 são maiores que da classe 3, entretanto, torna-se enfático que a espessura foliar diminui quando se obtém grande medidas das folhas, pois os valores de espessura foliar para árvores da classe 1 na amostra 2 foram inferiores as demais classes.

Uma importante análise ao comportamento morfométrico das árvores da amostra 2, que estas se dispõem em alta densidade, equivalente 10.600 árvores por hectare, os estratos conforme a classificação adotada: árvores dominadas, dominantes e predominantes entre a população da espécie é bem mais condicionada nesta densidade. Sendo assim as folhas das árvores da classe 1 recebem menos condições de luz, pois são dominadas, estão abaixo da copa das demais árvores das classes superiores.

Campos; Uchida (2002) afirmaram que a expansão da folha em ambientes sob menor luminosidade indica uma estratégia da planta de compensar essa menor quantidade de luz recebida, obtendo, assim, um maior aproveitamento nos processos fisiológicos. Dale (1988) retratou que a área foliar das espécies tolerantes à sombra tende a aumentar em condições de baixa disponibilidade de luminosidade. Este comportamento é nítido nas folhas de *P. pennatifolius*.

Amostra 3 as classes de árvores representaram diferença significativa para todas as variáveis morfométricas das folhas (Tabela 4, comparação entre médias e desvios em linhas em diferentes classes de árvores).

A área foliar da amostra 3 seguiu padrão semelhante as amostras 1 e 2, as árvores da classe 1 possuem maior área foliar, assim como maior comprimento das folhas. Contudo, a espessura foliar, peso verde e seco demonstraram maiores valores nas árvores da classe 3 (Tabela 4, comparação entre médias e desvios em linhas em diferentes classes de árvores).

Nesta amostra as árvores estão equivalentes a densidade de 3.500 árvores por hectare, entretanto o maior fator de variação nas condições das folhas é a forte exposição de luz equivalente a 75% nesta amostra.

Sabbi et al. (2010) encontraram o mesmo comportamento para árvores de *Schinus terebinthifolius Raddi* em condições de diferentes luminosidades, área aberta e com formação de capoeira. A espécie adquiriu diminuição da área foliar, atestando tolerância da espécie à condição de maior intensidade luminosa.

Björkman (1981) afirmou que as condições do meio afetam as folhas por ser considerado o órgão vegetal de maior plasticidade, com elevadas capacidade de adaptação de suas estruturas as condições oferecidas.

Tabela 4 – Valores médios entre as diferentes classes de árvores e amostras para as variáveis morfométricas das folhas de *Pilocarpus pennatifolius* em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS.

	Classes	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
AF (cm <sup>2</sup> )	C1	354,909 ± 71,847 <sup>Aa</sup>	327,524 ± 52,921 <sup>Aa</sup>	269,729 ± 88,954 <sup>Aa</sup>
	C2	242,729 ± 74,214 <sup>Ab</sup>	234,717 ± 76,339 <sup>Aa</sup>	286,261 ± 76,528 <sup>Aa</sup>
	C3	276,949 ± 50,072 <sup>Aab</sup>	217,281 ± 63,904 <sup>ABb</sup>	160,623 ± 26,871 <sup>Bb</sup>
CF (cm)	C1	23,183 ± 5,769 <sup>Aa</sup>	23,933 ± 7,013 <sup>Aa</sup>	23,883 ± 2,380 <sup>Aa</sup>
	C2	17,650 ± 4,876 <sup>Aa</sup>	19,866 ± 3,603 <sup>Aab</sup>	19,500 ± 2,932 <sup>Aab</sup>
	C3	18,650 ± 2,989 <sup>Aa</sup>	16,050 ± 3,759 <sup>Bb</sup>	16,266 ± 4,077 <sup>Bb</sup>
EF (mm)	C1	0,269 ± 0,024 <sup>Aa</sup>	0,218 ± 0,017 <sup>Bb</sup>	0,259 ± 0,022 <sup>Aa</sup>
	C2	0,283 ± 0,040 <sup>Aa</sup>	0,258 ± 0,031 <sup>Ba</sup>	0,282 ± 0,036 <sup>Ab</sup>
	C3	0,298 ± 0,027 <sup>Aa</sup>	0,278 ± 0,027 <sup>Aa</sup>	0,233 ± 0,036 <sup>Bb</sup>
PV (g)	C1	12,666 ± 3,204 <sup>Aa</sup>	10,00 ± 1,549 <sup>Aa</sup>	9,833 ± 3,544 <sup>Aa</sup>
	C2	8,666 ± 3,669 <sup>Aa</sup>	7,833 ± 2,562 <sup>Aa</sup>	9,843 ± 2,786 <sup>Aa</sup>
	C3	10,166 ± 2,316 <sup>Aa</sup>	8,500 ± 2,810 <sup>ABa</sup>	5,812 ± 1,602 <sup>Bb</sup>
PS (g)	C1	3,133 ± 1,620 <sup>Aa</sup>	3,000 ± 0,547 <sup>Aa</sup>	3,150 ± 1,059 <sup>Aa</sup>
	C2	2,750 ± 1,520 <sup>Aa</sup>	2,000 ± 1,011 <sup>Aa</sup>	3,350 ± 1,211 <sup>Aa</sup>
	C3	3,733 ± 1,191 <sup>Aa</sup>	3,200 ± 1,147 <sup>Aa</sup>	1,733 ± 0,873 <sup>Bb</sup>

Legenda: AF = Área foliar; CF = comprimento foliar; EF= Espessura Foliar; PV= Peso Verde; PS= Peso Seco; C1 = árvores dominadas com até 2 metros de altura; C2 = árvores dominantes com até 4 metros de altura; C3 = árvores predominantes, com até 6 metros de altura; I = Posição inferior na copa; S = Posição superior na copa. **Médias seguidas de letra minúscula entre linhas não possuem diferença significativa segundo o Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra maiúscula entre colunas não possuem diferença significativa segundo o Teste de Tukey a 5% de probabilidade.**

Fonte: (AUTOR, 2019).

Os resultados da amplitude de dispersão dos valores morfométricos das folhas, nas diferentes amostras para uma mesma classe de árvores são expressos nos Anexo 5 e 6.

Ao comparar as diferentes amostras para mesma classe de árvores foi observado que a classe 1 e 2 obtiveram diferença em espessura foliar, com valores médios e desvios inferiores na amostra 2 das demais amostras. Já a classe 3 de árvores se diferiram em todas as variáveis morfométricas, com valores superiores em todas variáveis na amostra 1 (Tabela 4, comparação entre médias e desvios em colunas na mesma classes de árvores).

Este resultado enfatiza que a menor condição de densidade na amostra 1 (equivalente a 2.700 árvores por hectare) é mais influente sobre as árvores predominantes (classe 3).

Segundo Boeger et al (2006) a densidade não é o único fator ambiental capaz de modificar as características foliares, outros fatores relevantes podem ser considerados como luminosidade, temperatura, características do solo e disponibilidade hídrica, estes podem exercer influência sobre as folhas das árvores.

As condições de luminosidade recebida na copa destas árvores são mais fieis a porcentagem de luz oferecida no ambiente. Tanto que a amostra 3 foi que obteve menores valores para todas as variáveis morfométricas na classe 3, sendo que a condição de luminosidade para esta amostra é de 75 % de entrada de luz.

Os resultados descrevem que *P. pennatifolius* por ser considerada uma espécie de sub-bosque, as características morfológicas para árvores predominantes são mais nítidas quanto as condições do meio, sendo estas tolerantes a alta luminosidade, contudo, a morfometria das folhas é inferior.

Segundo Nobel (1991) folhas com pouca luminosidade podem ter área superficial entorno de 20% a 80% maiores, do que folhas crescidas com maior exposição a luz. O que condiz as condições da amostra 1 e 2.

Com ênfase em melhores produções deve ser observado os padrões das folhas da amostra 1 que estão sobre densidade menor e 50% luminosidade, essas condições favoreceram melhores valores ao peso verde e seco relativo as demais amostras (Tabela 4, comparação entre médias e desvios em colunas na mesma classes de árvores).

## 5 CONCLUSÕES

O solo mais profundo apresentou maior densidade de árvores proporcionando menor luminosidade;

O peso seco apresentou correlação positiva e significativa com a área e a espessura foliar;

Árvores com até 4 metros de altura apresentam folhas maiores e com mais folíolos, mas não divergem das demais em peso seco;

O peso seco é significativamente menor nas árvores maiores mais expostas a luminosidade.

## REFERÊNCIAS

AVANCINI, G. et al. Induction of pilocarpine formation in jaborandi leaves by salicylic acid and methyljasmonate. **Phytochemistry**, v. 63, n. 2, p.171-175, 2003.

AVILA, A. L. et al. Caracterização da vegetação e espécies para recuperação de mata ciliar, Ijuí, RS. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 2, p. 251-260, 2011.

BANDEIRA, A. J.; DEIMLING, L. I.; GEORG-KRAEMER, J. E. Variabilidade genética do jaborandi (*Pilocarpus pennatifolius* Lemaire; Rutaceae) em populações naturais da região noroeste do Rio Grande do Sul. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA**, v.8, p. 43-51, 2010.

BJORKMAN, O. 1981. Responses to different quantum flux densities. In: LANGE O; NOBEL P S; OSMONA CB; ZIEGLER H. (eds.). **Physiological plant ecology**: responses to the physical environment. New York: Springer-Verlang. p. 57-60.

BOEGER, et al. Estrutura foliar de seis espécies do sub-bosque de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista. **Hoehnea**, v. 33, n. 4, p. 521 - 531, 2006.

BRASIL. Instrução Normativa n.º 5 de 11 de dezembro de 2006. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFS's nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, n.º 238, Seção 1, Brasília, DF, 13 de dez. 2006. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/>>. Acesso em: 29 out. 2018.

BRASIL. Resolução do CONAMA n.º 406 de 02 de fevereiro de 2009. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n.º 26, 06 de fev. de 2009, página 100. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 29 out. 2018.

CALDEIRA, C. F. et al. Sustainability of jaborandi in the eastern Brazilian Amazon. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 15 p. 161–171, 2017.

CALIL, A. C.; LEONHARDT, C.; SOUZA, L.S.; SILVA, V.S. Viabilidade de sementes armazenadas de frutos imaturos de jaborandi (*Pilocarpus pennatifolius* Lem. - RUTACEAE). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 63-66, 2008.

CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p.281-288, 2002.

CASTRO E, M.; GAVILANES, M. L.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, D. M.; GAVILANES, T. O.T. Aspectos da anatomia foliar de mudas de *Guarea guidonea* (L.) Sleumer, sob diferentes níveis de sombreamento. **Daphne** 8: 31-35, 1998.

CONDÉ et al. Morfometria de quatro espécies florestais em sistemas agroflorestais no município de Porto Velho, Rondônia. **Revista Agroambiente**, v. 7, n. 1, p. 18-27, 2013.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. Ministério da Agricultura: Rio de Janeiro, v. 2, 1984.

COSTA, E. A.; FINGER, C. A. G.; FLEIG, F. D. Influência da posição social nas relações morfométricas de *Araucaria angustifolia*. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 225-234, 2016.

DALE, J. E. The control of leaf expansion. Annual Review of Plant **Physiology**, v. 39, p. 267-295, 1988.

DURLO, M. A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.8, n.1, p. 55-66, 1998.

FAVARIN, J. L. Equações para a estimativa do Índice de Área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 6, p. 769-773, 2002.

HOLMSTEDT, B. O.; WASSÉN, S. H.; SCHULTES, R. E. Jaborandi: an interdisciplinary appraisal. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 1, p. 3-21, 1979. **Iheringia Série Botânica**, Porto Alegre, v. 65, n. 2, p. 171-181, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **A situação processo**: Censo demográfico. 2017. Disponível em: <[cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=150550.html](http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=150550.html)>. Acesso em: 21 dez. 2018.

KAASTRA, R. C. Flora Neotropica Monograph Number 33: Pilocarpinae (Rutaceae). **Flora Neotropica**, New York Botanical Garden: New York, 1982.

KRAFT, G. Beiträge zur Lehre von den Durchforstungen, Schlagstellungen und Lichtungshieben (1884). In: Die diesjährige Versammlung des Vereins Forstlicher Versuchsanstalten, von WIMMENAUER. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, p. 422-425, 1902.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 384 p.

LORENZI, H.; MATTOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil**: nativas e exóticas. São Paulo: Instituto Plantarum, 2002. p. 424-425.

LUCIO, E. M. R. A. **Estudo químico e farmacológico de alcalóide secundário de *Pilocarpus microphyllus* Stapf.** 1999. 136f. Tese (Doutorado em Farmacologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1999.

LULU, J.; PEDRO JÚNIOR, M. J. Microclima de vinhedos cultivados sob cobertura plástica e a céu aberto. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 14, n. 1, p. 106-115, 2006.

MELO, A. C. G.; MIRANDA, D. L. C.; DURIGAN, G. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p.321-328, 2007.

MEZIANI, D.; SHIPLEY, B. Interacting determinants of specific leaf area in 22 herbaceous species: effects of irradiance and nutrient availability. **Plant, Cell and Environment**, v. 22, p. 447 - 459, 1999.

MONTEIRO, J. E. B. A. et al. Estimação da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 15-24, 2005.

NOBEL, P. S. **Physicochemical and environmental plant physiology.** San Diego: Academic, 1991. 635 p.

PARÁ. Instrução Normativa nº 05 de 10 de setembro de 2015. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS nas florestas nativas exploradas ou não e suas formas de sucessão no Estado do Pará, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Pará**, Belém, PA, n.º 32970, 14 de set. de 2015, páginas 31-42. Disponível em: <<https://www.semas.pa.gov.br>>. Acesso em: 25 jan. 2019.

PEREIRA, J. M. **Caracterização Fisiológica e Agronômica de Diferentes Estratégias Culturais para Minimizar o Stress Estival em *Vitis vinífera* L. na Região Demarcada do Douro.** 2000. 256 f. Tese (Doutorado) - UTAD, Vila Real, 2000.

PINHEIRO, C. U.B. Extrativismo, cultivo e privatização do Jaborandi (*Pilocarpus Microphyllus* Stapf Ex Holm., Rutaceae) no Maranhão, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 2, p.141-150, 2002.

PINHEIRO, C.U.B. Jaborandi (*Pilocarpus* sp., Rutaceae): A Wild Species and Its Rapid Transformation into a Crop. **Economic Botany**, Missouri, v. 51, n. 1, p. 49-58, 1997.

QUEIRÓS, R. J. S. **Estimativa do índice de área foliar em povoamento de Pinheiro Bravo recorrendo a inventário florestal, detecção remota e Sistemas de Informação Geográfica.** 2013. 91f. Dissertação (Mestrado em Gestão ambiental e ordenamento do território) - Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, 2013.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2018. Disponível em: < URL <https://www.R-project.org/>. 2018>. Acesso em: 12 dez. 2018.

REITZ, R. Flora ilustrada catarinense: as plantas gramíneas. **Sellowia**, Itajaí, v.3, p. 24-30, 1981.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia**, Itajaí, v. 34, n. 35, p. 96-99, 1988.

ROMAN, M.; BRESSAN, D. A.; DURLO, M. A. Variáveis morfométricas e relações interdimensionais para *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 14, p. 473-480, 2009.

SABBI, L. B. C.; ÂNGELO, A. C.; BOEGER, M. R. Influência da luminosidade nos aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (*Anacardiaceae*) implantadas em duas áreas com diferentes graus de sucessão, nas margens do Reservatório Iraí, Paraná, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, Porto Alegre, v. 65, n. 2, p. 171-181, 2010.

SALLES, L. A. et al. Pilocarpine accumulation on *Pilocarpus pennatifolius* tissue culture. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 437-439, 2004.

SAWAYA, A. C. H. F. et al. Screening species of *Pilocarpus* (Rutaceae) as sources of pilocarpine and other imidazole alkaloids. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 58, p. 471-480, 2011.

SCHEERER, J. **Untersuchungen zum Einfluss exogener und endogener Faktoren auf den Pilocarpingehalt von *Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Wardleworth unter natürlichen Bedingungen**. 2001. Dissertação - Bayerischen Julius-Maximilians Universität Würzburg, Würzburg, 2001.

SCHULTZ, A. R. **Os nomes científicos e populares das plantas do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Estudos e Ensaio: PUCRS, 1975. 164 p.

SHIRMER, G. J. **Mapeamento Geoambiental dos municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma e Pinhal Grande – RS**. 2012. 168p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

SOUZA et al. Mapeamento da Dinâmica do uso e cobertura da terra no Município de Pinhal Grande- RS. **Anais... XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia**. 2014.

SOUZA, L. A. et al. Morfologia e anatomia da flor de *Pilocarpus pennatifolius* Lem. (Rutaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 175-184, 2003.

SOUZA, A.; MOURÃO, K. S. M.; SOUZA, L. A. Morfologia e anatomia do fruto e da semente em desenvolvimento de *Pilocarpus pennatifolius* Lem. (Rutaceae) **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 4, p.745-754, 2005.

SUDEMA (1970). Superintendência do Desenvolvimento do Maranhão. Novo Zoneamento do Estado do Maranhão. São Luís, MA.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 820 p.

TANIGUCHI, T.; KITAZAWA, Y. A Risk-Benefit Assessment of Drugs Use in the Management of Glaucoma. **Drug safety**, v. 11, n. 1, p.68-74, 1994.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. Departamento de Florestas e Áreas Protegidas. Relatório Final do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul. Santa Maria: 2001. 1CD-ROM.

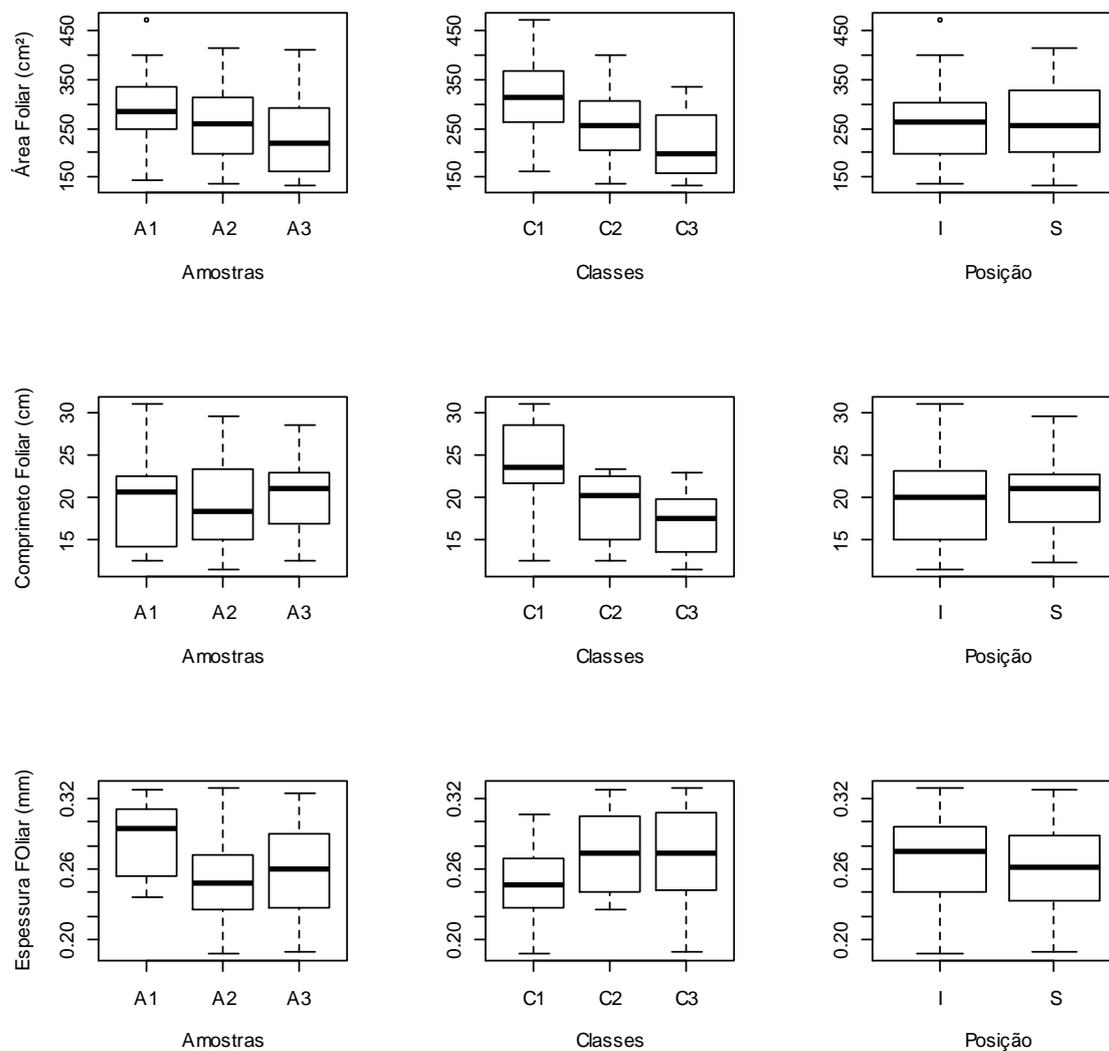
VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124p.

WINDHOLZ, M. **The Merck Index: An Encyclopedia of Chemical, Drugs and Biologicals**. New Jersey, 1983.

ZIMMERMANN et al. Relações morfométricas para árvores dominantes de *Pinus taeda* no estado do Paraná. **Anais...** Simpósio de Pós-Graduação e Ciências Florestais, 7, 2012. Viçosa, MG.

## ANEXOS

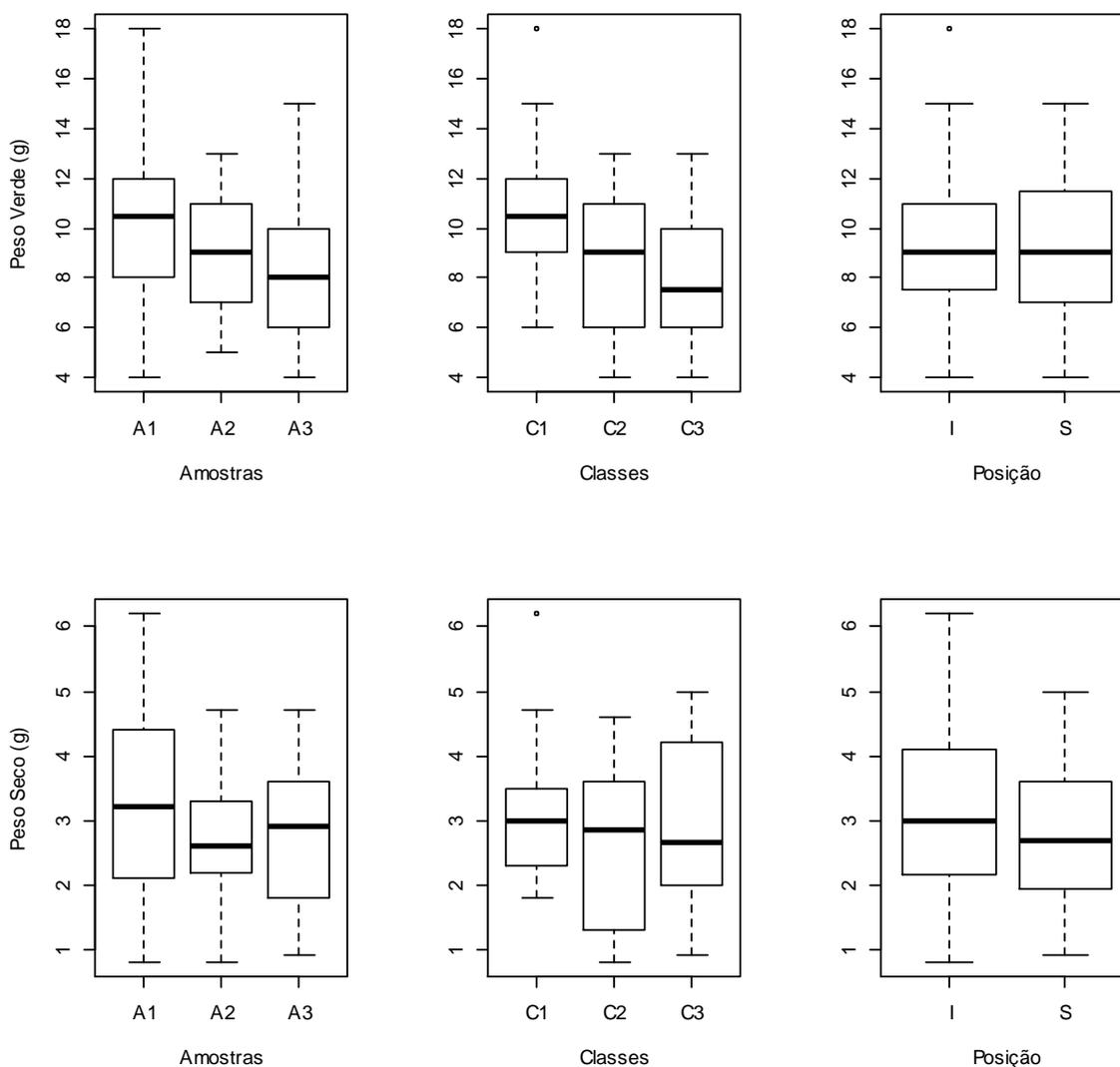
Anexo 1 - Análise descritiva da área, comprimento e espessura foliar nas amostras, classe de árvores e posição de coleta das folhas na copa das árvores de *Pilocarpus pennatifolius* em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS.



Legenda: A1= Amostra 1; A2= Amostra 2; A3 = Amostra 3; C1 = árvores dominadas com até 2 metros de altura; C2 = árvores dominantes com até 4 metros de altura; C3 = árvores pré-dominantes, com até 6 metros de altura; I = Posição inferior na copa; S = Posição superior na copa.

Fonte: (AUTOR, 2019).

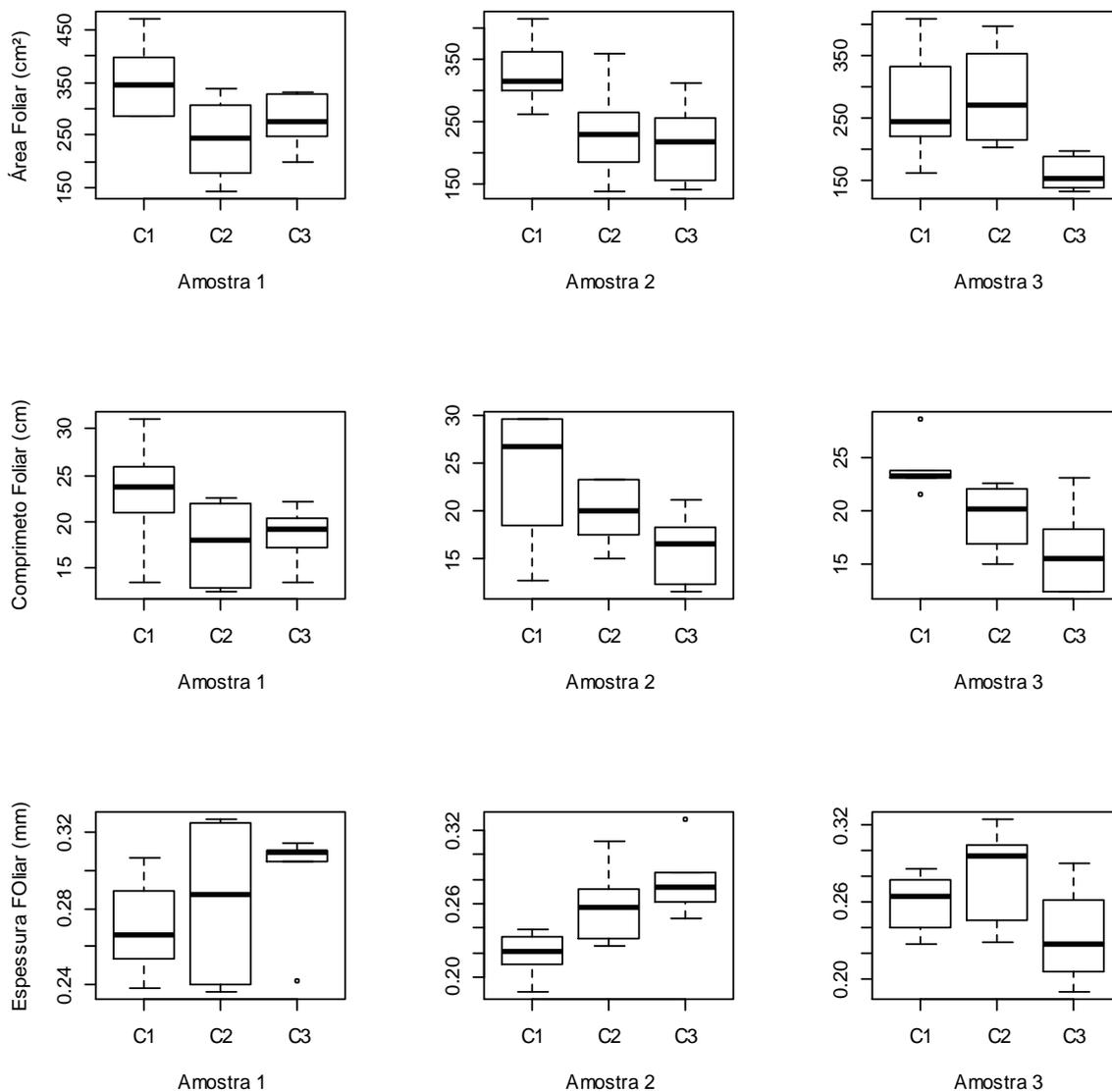
Anexo 2– Análise descritiva do peso verde e seco nas amostras, classe de árvores e posição de coleta das folhas na copa das árvores de *Pilocarpus pennatifolius* em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS.



Legenda: A1= Amostra 1; A2= Amostra 2; A3 = Amostra 3; C1 = árvores dominadas com até 2 metros de altura; C2 = árvores dominantes com até 4 metros de altura; C3 = árvores pré-dominantes, com até 6 metros de altura; I = Posição inferior na copa; S = Posição superior na copa.

Fonte: (AUTOR, 2019).

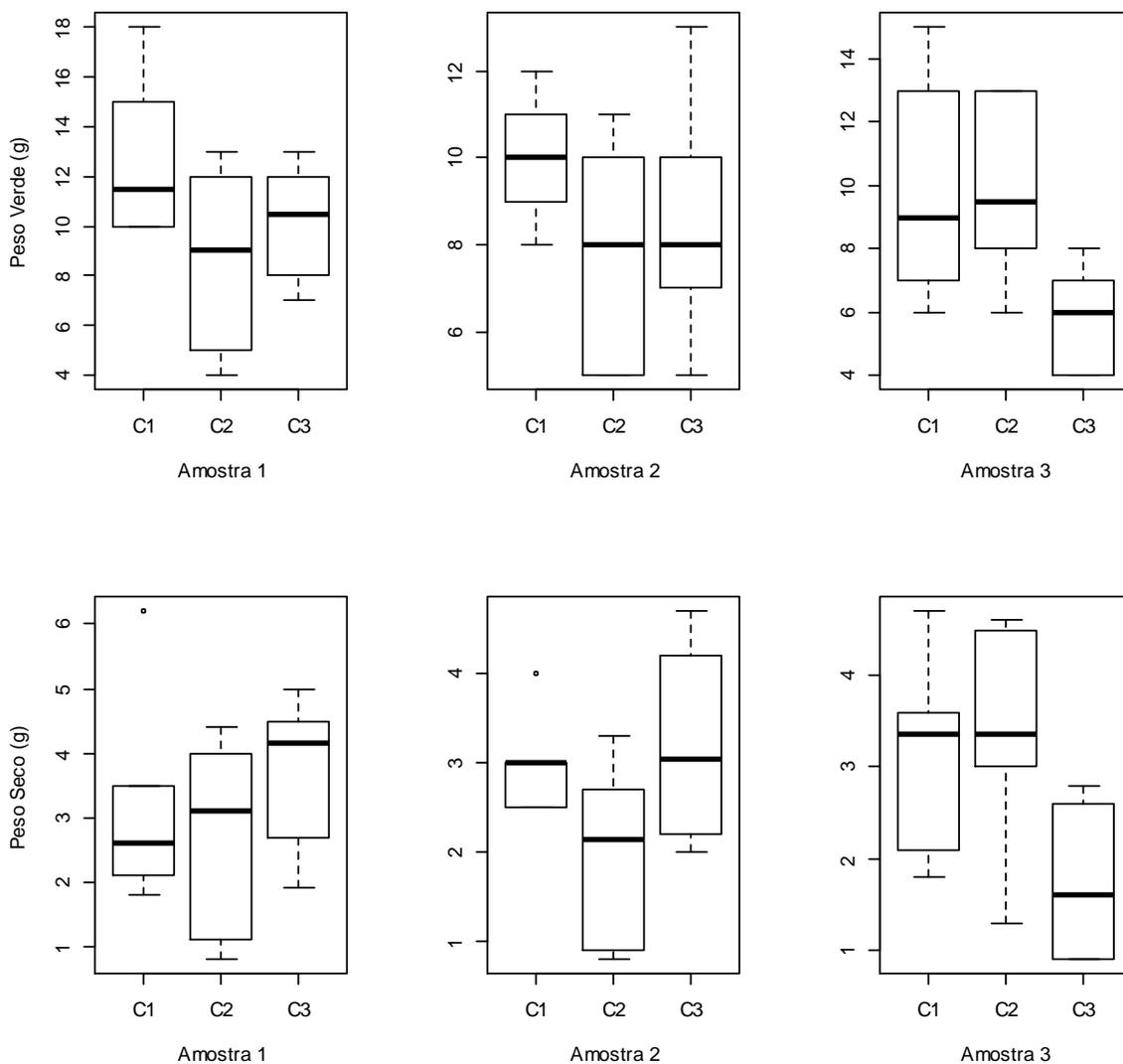
Anexo 3 - Análise descritiva da distribuição dos valores por classe de árvores nas amostras, observação da área, comprimento e espessura das folhas das árvores de *Pilocarpus pennatifolius* em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS.



Legenda: A1= Amostra 1; A2= Amostra 2; A3 = Amostra 3; Classe 1 = árvores dominadas com até 2 metros de altura; Classe 2 = árvores dominantes com até 4 metros de altura; Classe 3 = árvores pré-dominantes, com até 6 metros de altura.

Fonte: (AUTOR, 2019).

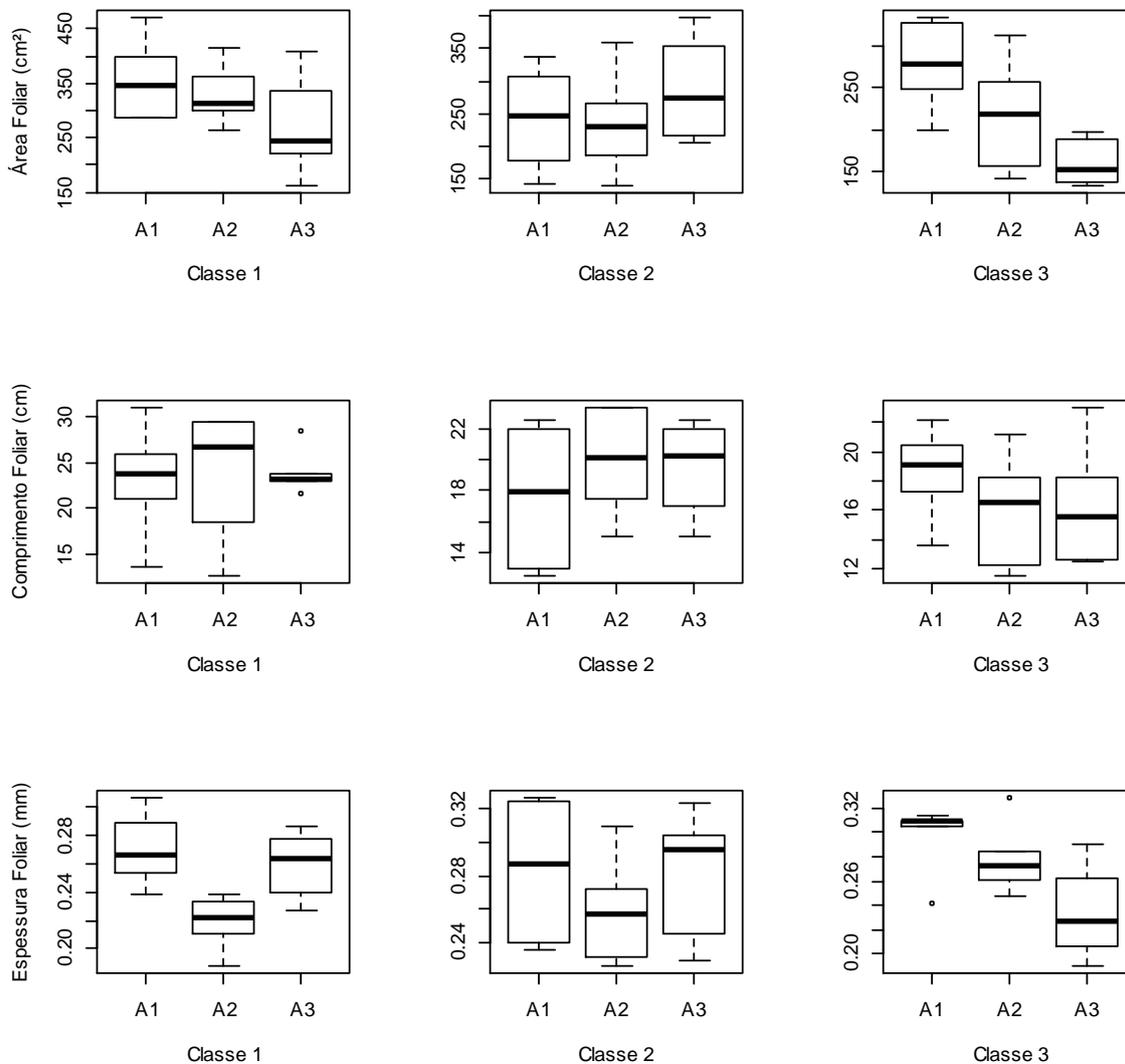
Anexo 4 - Análise descritiva da distribuição dos valores por classe de árvores nas amostras, observação do peso verde e seco das folhas das árvores de *Pilocarpus pennatifolius* em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS.



Legenda: A1= Amostra 1; A2= Amostra 2; A3 = Amostra 3; Classe 1 = árvores dominadas com até 2 metros de altura; Classe 2 = árvores dominantes com até 4 metros de altura; Classe 3 = árvores pré-dominantes, com até 6 metros de altura.

Fonte: (AUTOR, 2019).

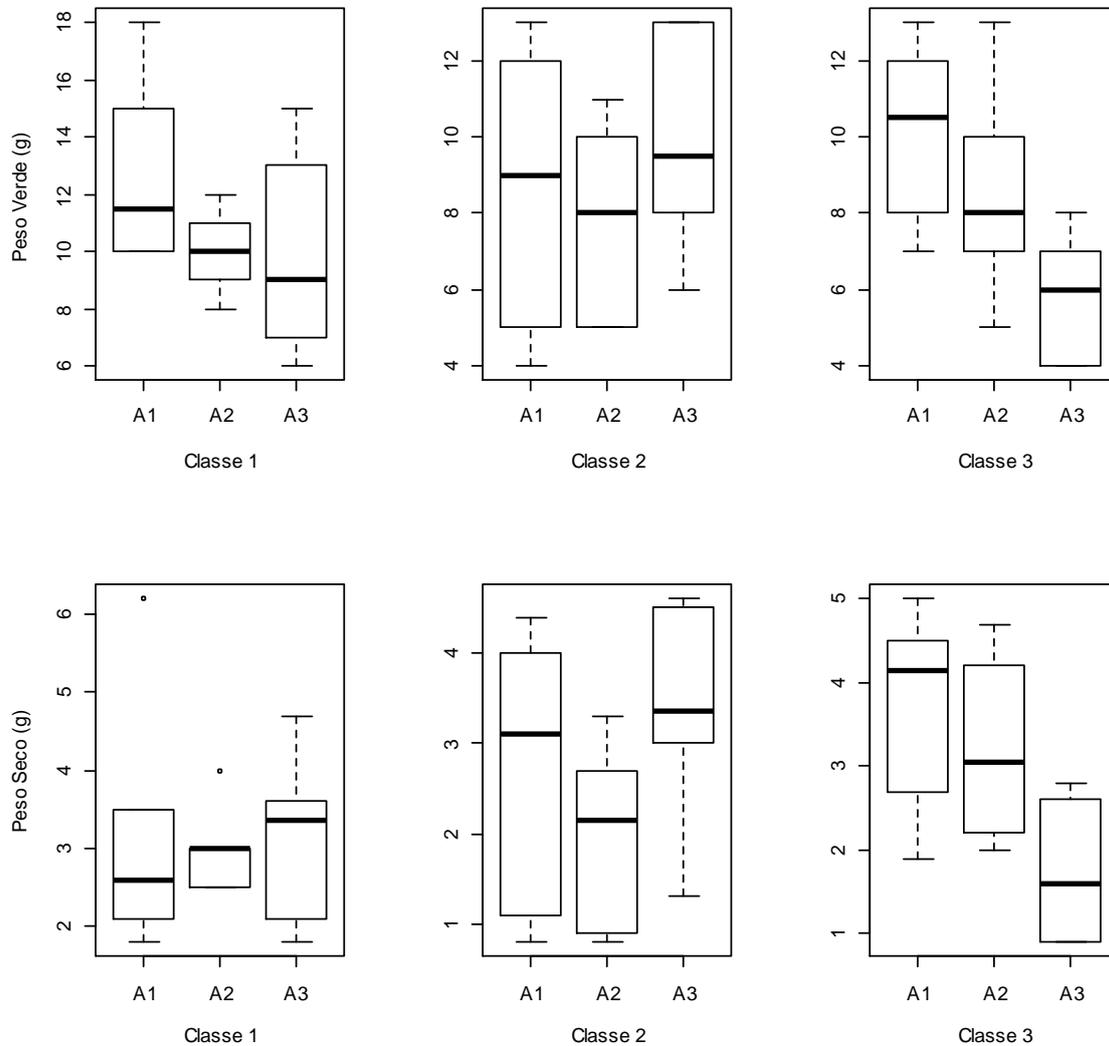
Anexo 5 - Análise descritiva da distribuição dos valores por classe de árvores nas amostras, observação da área, comprimento e espessura das folhas das árvores de *Pilocarpus pennatifolius* em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS.



Legenda: A1= Amostra 1; A2= Amostra 2; A3 = Amostra 3; Classe 1 = árvores dominadas com até 2 metros de altura; Classe 2 = árvores dominantes com até 4 metros de altura; Classe 3 = árvores pré-dominantes, com até 6 metros de altura.

Fonte: (AUTOR, 2019).

Anexo 6 - Análise descritiva da distribuição dos valores por classe de árvores nas amostras, observação do peso verde e seco das folhas das árvores de *Pilocarpus pennatifolius* em Floresta Estacional Decidual no município de Pinhal Grande, RS.



Legenda: A1= Amostra 1; A2= Amostra 2; A3 = Amostra 3; Classe 1 = árvores dominadas com até 2 metros de altura; Classe 2 = árvores dominantes com até 4 metros de altura; Classe 3 = árvores pré-dominantes, com até 6 metros de altura.

Fonte: (AUTOR, 2019).