



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA
E CONSERVAÇÃO



CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA E POTENCIAL
DENDROCRONOLÓGICO DE *Schinopsis brasiliensis* ENGL.
(ANACARDIACEAE) NA CAATINGA SERGIPANA

Danielle de Souza Cardoso

Mestrado Acadêmico

São Cristóvão
Sergipe – Brasil

2014

DANIELLE DE SOUZA CARDOSO

CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA E POTENCIAL
DENDROCRONOLÓGICO DE *Schinopsis brasiliensis* ENGL.
(ANACARDIACEAE) NA CAATINGA SERGIPANA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Orientador: Dr. Claudio Sergio Lisi

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL
JULHO 2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

C268c Cardoso, Danielle de Souza
Caracterização anatômica da madeira e potencial dendrocronológico de *Schinopsis brasiliensis* Eng. (Anacardiaceae) na caatinga sergipana / Danielle de Souza Cardoso ; orientador Claudio Sergio Lisi. – São Cristóvão, 2014.
78 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal de Sergipe, 2014.

1. Braúna. 2. Dendrologia. 3. Medições das árvores. 4. Anatomia vegetal. 5. Caatinga. 6. Sergipe (SE). I. Lisi, Claudio Sergio, orient. II. Título

CDU: 582.746.66(813.7)

TERMO DE APROVAÇÃO

CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA E POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO DE *Schinopsis brasiliensis* ENGL. (ANACARDIACEAE) NA CAATINGA SERGIPANA

por

DANIELLE DE SOUZA CARDOSO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

APROVADA pela banca examinadora composta por



DR. CLAUDIO SERGIO LISI

Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da
Universidade Federal de Sergipe



DR. MATHEUS PERES CHAGAS

Universidade de São Paulo



DR. ADAUTO DE SOUZA RIBEIRO

Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da
Universidade Federal de Sergipe

São Cristóvão/SE, 21 de julho de 2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal de Sergipe pelo suporte à pesquisa, do fornecimento de transporte para coletas à disponibilização de recursos pra viagens de cunho científico, e à secretária Juliana, por sempre se mostrar solícita e esclarecedora nos momentos de dúvidas. Agradeço à CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de mestrado concedida. E ao proprietário da Fazenda São Pedro, o Sr. Paulo Chaves, que nos deu total liberdade para conhecer a área e fazer as coletas.

Agradecimentos especiais ao meu orientador, Claudio Lisi, que com muita paciência me ajudou a conduzir a pesquisa e contribuiu para o aprimoramento em uma área que até o início do curso era pouco conhecida por mim. Aos colegas do Laboratório de Anatomia Vegetal e Dendroecologia da UFS pelos esclarecimentos, conhecimentos, auxílios e conversas que fizeram as dúvidas e os dias se tornarem mais leves, Luciano, Zé Roberto, Leo, Aninha, Mari e Nay, obrigada.

Aos meus amigos queridos da vida, que mesmo quando estão longe são tão importantes para mim, sempre me apoiando e me enchendo de alegria ao revê-los, amo-os todos. Lai, Poli, Brisa, Cléverton, Breno e Tonho que conheci durante o curso e se tornaram tão queridos e bem-vindos.

Aos meus pais, Marlene e Amilton, minha vó Rita e meus tios Ceíça e David, que sempre estiveram presentes e mesmo muitas vezes não entendendo minhas decisões e rumos nessa vida se doaram para me auxiliar nessa caminhada, desde o início dela, amo vocês. Agradeço também às minhas irmãs, Gabi e Bebel, e ao meu padrasto Otacílio, que se mostram compreensivos e amorosos não somente comigo, mas também com minha filha Heloísa. Muita gratidão por todo o carinho oferecido a mim e à Heloísa pela família do meu marido, João e Maria Antônia obrigada por se mostrarem sempre tão presentes.

Obrigada caloroso aos amores, Heloísa e Henrique, que estão sempre firmes ao meu lado, me ajudando a ter força e seguir em frente, amo vocês. Mesmo nos momentos de dificuldades e estresses da vida estou sempre amando vocês, sempre. Vamos seguindo... “*No trem da estação da luz*”.

*(...) As coisas tangíveis
tornam-se insensíveis
à palma da mão.
Mas as coisas fíndas
muito mais que lindas,
essas ficarão.*

Memória

Carlos Drummond de Andrade

RESUMO GERAL

CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA E POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO DE *Schinopsis brasiliensis* Engl. (ANACARDIACEAE) NA CAATINGA SERGIPANA

A *Schinopsis brasiliensis* Engl. (braúna) é uma espécie longeva com ampla distribuição nos domínios fitogeográficos da caatinga e cerrado. Por conta da exploração sem controle de sua madeira e da devastação ambiental que assola a caatinga, encontra-se atualmente ameaçada de extinção. Porém, é uma espécie que se destaca por possuir indivíduos com dimensões superiores às geralmente encontradas em outras espécies deste ambiente, e por isso foi classificada como de alta importância ecológica. Suas características biológicas e ecológicas enfatizam a necessidade de estudos sobre suas estruturas e reações às mudanças ambientais e climáticas, dentre estes os de anatomia da madeira e dendrocronologia. O estudo foi realizado com indivíduos de *S. brasiliensis* provenientes da Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE. Amostras de árvores e de madeiras de construção foram coletadas nos meses de junho e julho de 2013, através de método não destrutivo, e posteriormente foram armazenadas no Laboratório de Anatomia Vegetal e Dendroecologia da UFS, para preparo e análise dos dados. A madeira de *S. brasiliensis* apresentou cerne e alburno significativamente distintos estruturalmente ($p < 0,05$), houve destaque para as características estruturais que tornam o cerne a região mais resistente e duradoura, justificando seu uso em construções rurais em áreas de caatinga. Apresentou anéis de crescimento delimitados por banda de parênquima marginal e/ou espessamento das paredes das fibras; vasos pequenos, com tiloses quando no cerne; raios formados por células procumbentes e quadradas que armazenam muitos cristais de oxalato de cálcio; e fibras curtas e grossas. A espécie foi passível de datação cruzada com 0,52 de correlação entre seus indivíduos vivos e 0,49 entre as árvores e madeiras de construção. Apresentou correlações positivas com a precipitação no início e final do período chuvoso e queda na taxa de incremento nos períodos mais quentes e secos do ano, coincidindo com a queda foliar e consequente interrupção das atividades metabólicas de formação de novas células xilêmicas. A análise dos anéis das madeiras de construção permitiu a inédita expansão de uma cronologia no Brasil, com a inclusão de 20 anos de medidas anteriores à formação do primeiro anel de crescimento da árvore mais velha amostrada na área de estudo.

Palavras-chave: braúna; cerne e alburno; anéis de crescimento.

GENERAL ABSTRACT

WOOD ANATOMY AND DENDROCHRONOLOGY OF *Schinopsis brasiliensis* Engl. (ANACARDIACEAE) IN THE CAATINGA FROM SERGIPE STATE, BRAZIL

The *Schinopsis brasiliensis* Engl. (braúna) is a long-lived species with wide distribution in phytogeographical areas of caatinga and cerrado. Due to uncontrolled exploitation of its timber and the environmental devastation of the caatinga is currently a threatened species. However, these trees have higher dimensions than other species of this environment and, therefore, have higher ecological importance. The biological and ecological characteristics of this species highlights the need of studies about their structures and reaction to environmental and climatic changes, among these wood anatomy and dendrochronology. The present study collected specimens of *S. brasiliensis* from São Pedro Farm, in the municipality of Porto da Folha/SE. Living wood and construction wood samples were collected in June and July, 2013, through a non-destructive method, afterwards the samples were kept in the UFS Plant Anatomy and Dendroecology Laboratory, for sample preparations and data analysis. The heartwood and sapwood were significantly different in structure ($p < 0.05$ for all analysis), which revealed that the structure of the heartwood is more resistant to environmental weathering, justifying its use for rural constructions in areas of caatinga. It has growth rings limited by marginal parenchyma band and/or thickness of the fiber walls; small vessels, and tyloses when in the heartwood; rays with procumbent and square cells that store many calcium oxalate crystals; and short and thick fibers. The cross-dating of growth rings series showed correlation of 0.52 between their live individuals and 0.49 among the construction wood. The chronology showed positive correlations with rainfall in the beginning and ending of the rainy season, and fall in the increase rate in the warmer and drier periods of the year, coinciding with the leaf fall and consequent disruption of metabolic activity in new xylem cells' generation. The analysis of the rings in construction woods allowed new chronology expansion in Brazil, for the previous 20 years to the formation of the first growth ring of the older sample of *S. brasiliensis*.

Key-words: braúna; heartwood and sapwood; growth rings.

Lista de Figuras

Capítulo 1 – CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA E VARIAÇÃO ENTRE CERNE E ALBURNO DE *Schinopsis brasiliensis* Engl. (ANACARDIACEAE). 30

Figura 1: Estado de Sergipe, com destaque para o município de Porto da Folha e a área de estudo, a Fazenda São Pedro (S 10°02.266'; W 37°24.965') no povoado Lagoa Grande (Mapa: Atlas Digital, SRH (2009) modificado por Henrique d'Avila). 33

Figura 2: Médias mensais de precipitação pluviométrica e temperatura do município de Porto da Folha/SE (SEMARH, 2013; SANTOS et al, 2014). 34

Figura 3: A – Aspecto geral do fragmento florestal da Fazenda São Pedro; B – um dos maiores espécimes de *S. brasiliensis* da área de estudo, DAP = 41,06cm. 35

Figura 4: A – Coleta não-destrutiva com trado motorizado; B – extração de amostra após perfuração da madeira. Coletas realizadas nos meses de jun/jul de 2013, na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 35

Figura 5: Amostras do lenho de indivíduos de *S. brasiliensis*, evidenciando os limites dos anéis de crescimento: A – banda de parênquima axial marginal (seta), B – e espessamento das paredes das fibras (setas); C – diferença de coloração entre cerne (marrom avermelhado) e alburno (amarelado). Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013, na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 38

Figura 6: A – imagem microscópica da banda de parênquima axial marginal (seta); B – detalhe do espessamento das paredes das fibras no lenho tardio (seta). Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013, na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 39

Figura 7: A – vasos solitários e múltiplos (2-3); B – parênquima vasicêntrico formando bainha ao redor dos vasos; C – pontoações areoladas alternas; D – placa de perfuração do tipo escalariforme. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013, na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 40

Figura 8: A – vasos solitários e múltiplos de dois ou três com tiloses em seu interior, detalhe de tilose esclerosada (espessamento da parede) (seta); B – presença de tiloses no interior de elementos de vasos do cerne. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013, na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 41

Figura 9: A – raio multisseriado (seta); B – arranjo radial não estratificado, com presença de raios unisseriados e multisseriados, canal radial secretor de substâncias à base de taninos (seta); C – células parenquimáticas radiais procumbentes (seta preta) e quadradas (seta branca); D – células radiais quadradas com depósitos de oxalato de cálcio em forma de cristais romboédricos. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 43

Figura 10: A – Tecido fibroso com raios unisseriados e multisseriados (seta); B – elementos de vaso (seta branca) e fibras (seta preta) dissociados. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013, na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 44

Figura 11: Variações entre cerne e alburno dos valores de frequência e dimensões dos elementos de vaso de *S. brasiliensis* (n=30). Parâmetros: Frequência de vasos por mm²; área dos vasos em mm²; diâmetro dos vasos em µm; e comprimento dos vasos em µm. Amostras

coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 46

Figura 12: Variações entre cerne e alburno dos valores de frequência e dimensões dos raios – parênquima radial de *S. brasiliensis* (n=30). Parâmetros: Frequência linear de raios por mm; largura dos raios em μm ; e altura dos raios em μm . Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 47

Figura 13: Variações entre cerne e alburno dos valores de dimensões das fibras de *S. brasiliensis* (n=30). Parâmetros: Largura total em μm ; largura do lume em μm ; largura da parede em μm ; e comprimento em μm . Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 48

Capítulo 2 - POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO DE *Schinopsis brasiliensis* Engl. (ANACARDIACEAE), DA CAATINGA SERGIPANA. 55

Figura 1: Estado de Sergipe, com destaque para o município de Porto da Folha/SE e a área de estudo, a Fazenda São Pedro (S 10°02.266'; W 37°24.965') no povoado Lagoa Grande (Mapa: Atlas Digital, SRH (2009) modificado por Henrique d'Avila). 57

Figura 2: Variação média mensal dos parâmetros climáticos precipitação e temperatura do município de Porto da Folha/SE (SEMARH, 2013; SANTOS et al, 2014). 58

Figura 3: A – aspecto geral do fragmento florestal da Fazenda São Pedro; B – um dos maiores espécimes de *S. brasiliensis* da área de estudo, DAP = 41,06 cm. 59

Figura 4: A – coleta não-destrutiva com trado motorizado; B – extração de amostra após perfuração da madeira; C e D – exemplos de construções onde foram coletadas amostras de madeira, curral e casa de taipa da propriedade. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 60

Figura 5: A – Árvore de *S. brasiliensis* com folhagem densa e verde; B – frutos de *S. brasiliensis*. Fotos retiradas durante as coletas realizadas nos meses de junho e julho de 2013, meses inclusos no período chuvoso do semiárido sergipano. 63

Figura 6: A – amostras do lenho de *S. brasiliensis*: limites dos anéis de crescimento, banda de parênquima axial marginal (seta), B – e zona fibrosa (setas), C – e diferença de coloração entre cerne (marrom avermelhado) e alburno (amarelado). 64

Figura 7: A – imagem microscópica da banda de parênquima axial marginal (seta); B – detalhe do espessamento das paredes das fibras no lenho tardio (seta). Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 65

Figura 8: Incremento radial anual acumulado dos indivíduos de *S. brasiliensis*. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 67

Figura 9: Séries cronológicas originais das medidas dos anéis de crescimento anuais de *S. brasiliensis*. N = número de séries que contribuíram para a série cronológica. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 70

Figura 10: Índice cronológico raw obtido para as séries cronológicas dos anéis de crescimento de indivíduos e madeiras de construção de *S. brasiliensis*. N = número de séries que contribuíram para a cronologia. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 71

Figura 11: Influência dos totais mensais da precipitação pluviométrica sobre o crescimento radial de indivíduos de *S. brasiliensis* amostrados na Fazenda São Pedro. Meses seguidos de 'P' correspondem ao ano anterior; meses seguidos de 'p' correspondem ao ano corrente; Sign. = nível de significância. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 72

Figura 12: Influência dos índices de temperatura da superfície do Oceano Atlântico Sul sobre o crescimento radial de indivíduos de *S. brasiliensis* amostrados na Fazenda São Pedro. Meses seguidos de 'P' correspondem ao ano anterior; meses seguidos de 'p' correspondem ao ano corrente; Sign. = nível de significância. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 73

Lista de Tabelas

CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA E POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO DE *Schinopsis brasiliensis* ENGL. (ANACARDIACEAE) NA CAATINGA SERGIPANA. 13

Tabela 1: Relação de trabalhos de anatomia da madeira realizados no Brasil de acordo com algumas de suas subdisciplinas. 17

Capítulo 1 - CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA E VARIAÇÃO ENTRE CERNE E ALBURNO DE *Schinopsis brasiliensis* Engl. (ANACARDIACEAE). 30

Tabela 1: Fórmulas de Carlquist para cálculos dos índices de vulnerabilidade e mesomorfismo através de medidas anatômicas dos elementos de vaso. 37

Tabela 2: Medidas anatômicas dos elementos estruturais do xilema secundário de *S. brasiliensis*. Valores da variação entre cerne e alburno (n=30). Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 44

Capítulo 2 - POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO DE *Schinopsis brasiliensis* Engl. (ANACARDIACEAE), DA CAATINGA SERGIPANA. 55

Tabela 1: Descrição dos valores de diâmetro à altura do peito e altura total dos indivíduos de *S. brasiliensis* amostrados na Fazenda São Pedro. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 62

Tabela 2: Descrição dos valores obtidos através da mensuração e datação dos anéis de crescimento de *S. brasiliensis*. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 66

Tabela 3: Correlações de Pearson entre as séries cronológicas dos anéis de crescimento das árvores de *S. brasiliensis* e a série Master elaborada pelo software COFECHA. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 68

Tabela 4: Correlações de Pearson entre as séries cronológicas dos anéis de crescimento das madeiras de construção de *S. brasiliensis* amostradas com a série Master elaborada pelo software COFECHA. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi. 69

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	v
GENERAL ABSTRACT	vi
Lista de Figuras	vii
Lista de Tabelas	x
CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA E POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO DE <i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl. (ANACARDIACEAE) NA CAATINGA SERGIPANA	13
1. INTRODUÇÃO GERAL	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1. <i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl. (ANACARDIACEAE)	15
2.2. Caracterização e variação anatômica da madeira	16
2.3. Análises dendrocronológicas	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
Capítulo 1	30
CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA E VARIAÇÃO ENTRE CERNE E ALBURNO DE <i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl. (ANACARDIACEAE)	30
1. INTRODUÇÃO	30
2. OBJETIVOS	32
2.1. Geral	32
2.2. Específicos	32
3. MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1. Área de estudo	32
3.2. Coleta, preparo das amostras e análise dos dados	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5. CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
Capítulo 2	55
POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO DE <i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl. (ANACARDIACEAE), DA CAATINGA SERGIPANA	55
1. INTRODUÇÃO	55
2. OBJETIVOS	56
2.1. Geral	56
2.2. Específicos	56

3. MATERIAL E MÉTODOS.....	57
3.1. Área de Estudo	57
3.2. Coleta, preparo das amostras e análise dos dados	59
3.3. Análise dendrocronológica.....	61
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
5. CONCLUSÕES	74
CONSIDERAÇÕES FINAIS	78

CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA E POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO DE *Schinopsis brasiliensis* Engl. (ANACARDIACEAE) NA CAATINGA SERGIPANA

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os fatores limitantes ao desenvolvimento dos organismos são aqueles que se encontram escassos ou em excesso no ambiente, ou seja, aqueles que se encontram nos extremos de tolerância de cada indivíduo, e é o grau de tolerância que delimita a distribuição das espécies de acordo com as condições climáticas e ambientais dos diversos habitats, fazendo com que elas se concentrem onde as condições são mais favoráveis, podendo ocorrer adaptações no sentido de tolerar condições desfavoráveis e adaptações que permitem a adaptação da regulação das atividades metabólicas dos indivíduos de acordo com a periodicidade das condições ambientais (ODUM, 2001). Muitos indivíduos possuem adaptações a situações de estresse, algumas plantas, por exemplo, limitam seu crescimento durante períodos de déficit hídrico ou temperaturas muito baixas, a fim de evitar o gasto de energia e de recursos nos períodos de escassez (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 1996).

Espécies arbóreas florestais em particular apresentam uma grande variedade de soluções adaptativas aos desafios encontrados nos diversos ambientes terrestres, isso ocorre porque as árvores estão naturalmente expostas a variadas situações estressantes, com diversos graus de intensidade e duração (KOSLOWSKI; PALLARDY, 1997; AROCA, 2012). A sensibilidade e resposta destes indivíduos para as variações ambientais podem ser observadas em vários processos fenológicos, incluindo a taxa de formação de novas células do xilema secundário (madeira ou lenho), e no número, tamanho e material utilizado para a formação destas, e por isso, a composição estrutural e crescimento de sua madeira, podem refletir as condições do seu habitat (KOSLOWSKI; PALLARDY, 1997; GUTIÉRREZ, 2008).

Algumas áreas do conhecimento visam determinar as variações estruturais e de crescimento das espécies arbóreas. A anatomia da madeira, por exemplo, permite a identificação de espécies, e a percepção das variações dos elementos estruturais ao longo do tronco e/ou de acordo com gradientes ambientais, fazendo a relação dessas mudanças com os fatores ecológicos e biológicos da espécie em questão (CASTRO, 2009). A Dendroecologia, subdisciplina da Dendrocronologia, por sua vez, visa entender as relações ecológicas das

espécies através de análises dos anéis de crescimento e da relação destes com as variações climáticas (FRITTS, 1976; SWETNAM; BROWN, 2011).

Alguns fatores ambientais são de extrema importância para o desenvolvimento dos organismos, a variação da temperatura, é com frequência um fator limitante ao crescimento de plantas e animais (ODUM, 2001). Mas um dos principais fatores limitantes da formação de novas células do lenho e do desenvolvimento de espécies arbóreas é o déficit hídrico, por isso, as secas sazonais são as principais responsáveis pelo período de desaceleração do crescimento de árvores em regiões áridas, induzindo a formação dos anéis de crescimento, e isso ocorre porque a água tem importantes funções na manutenção das atividades metabólicas, já que é um componente essencial das células e tecidos, além de poderoso solvente de gases e sais, e reagente em muitos processos metabólicos (KOSLOWSKI; PALLARDY, 1997; PALLARDY, 2008; MATTOS et al, 2011). Ao nível anatômico, variações no número e diâmetro dos vasos condutores, por exemplo, podem indicar uma adaptação ao estresse hídrico, que visam a segurança do sistema condutor e melhoram a capacidade de condução de líquidos, evitando a perda de funcionalidade dos vasos por conta da entrada de bolhas de ar (CASTRO, 2009).

Condições de alto estresse hídrico são facilmente encontradas na caatinga, Bioma onde a disponibilidade hídrica do solo e a distribuição pluviométrica são bastante escassas e irregulares, sendo constante a presença de espécies arbustivo-arbóreas, com adaptações como caducifolia, xerofilia e espinhos (PRADO, 2003).

Uma das espécies arbóreas características da caatinga é a *Schinopsis brasiliensis* Engl. (braúna), da família botânica Anacardiaceae, que apresenta relevante importância ecológica para suas áreas de ocorrência e adaptações como caducifolia, microfilia e espinhos em seus galhos (PRADO, 2003; CARVALHO, 2009; CNIP, 2013). A *S. brasiliensis* é uma espécie longeva com alta resistência natural à decomposição, por isso foi amplamente explorada para a construção civil e fabricação de móveis e, dessa forma, atualmente encontra-se ameaçada de extinção (GONZAGA et al, 2003; BRASIL, 2008).

Por conta da importância desta espécie para suas áreas de ocorrência na caatinga, a complementação de informações acerca de sua biologia e ecologia são de grande importância, pois visam contribuir para a conservação da espécie. Dessa forma, o estudo da variação anatômica do lenho de *S. brasiliensis* visa complementar a descrição da espécie, e determinar as principais mudanças estruturais ao longo dos anos, oferecendo informações sobre os

principais elementos que compõem sua madeira e a distribuição destes, além de identificar os elementos que favorecem sua alta resistência. Já a análise dendrocronológica de seus indivíduos, pode fornecer informações acerca da ecologia e biologia desta espécie no ambiente estudado, incluindo informações sobre a situação atual de seus indivíduos frente às variações climáticas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. *Schinopsis brasiliensis* Engl. (ANACARDIACEAE)

Popularmente conhecida como braúna ou baraúna, *Schinopsis brasiliensis* Engl. é uma espécie arbórea terrícola pertencente à família Anacardiaceae. É nativa do Brasil e de ocorrência nos domínios fitogeográficos da Caatinga e do Cerrado, com distribuição no Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil (SILVA-LUZ; PIRANI, 2013).

As árvores adultas podem atingir de 6-15m de altura, com ramos que possuem espinhos e folhas aromáticas, flores brancas e pequenas, e frutos caracterizados por serem secos, simples e indeiscentes, do tipo sâmara, com adaptações à anemocoria (RIZZINI, 1971; DIAS; SILVA; KIILL, 2007; CARVALHO, 2009; KIILL; MARTINS; SILVA, 2012; CNIP, 2013). É uma espécie que não tolera temperaturas amenas e se comporta como decídua facultativa no período de estiagem (BARBOSA; BARBOSA; LIMA, 2003; CARVALHO, 2009). Tem sistema radicular pouco profundo, com raiz principal na fase adulta, e na fase jovem raiz tuberosa com presença de fibras gelatinosas, cuja função é acumular água (BARBOSA; BARBOSA; LIMA, 2003).

A madeira de *S. brasiliensis* é muito dura e pesada, com densidade básica igual a $1,23\text{g/cm}^3$, o que lhe confere uma alta resistência à decomposição, pois possui grande quantidade de resinas, taninos, cristais de oxalato de cálcio e tiloses (CNIP, 2013). Por conta da alta durabilidade natural, sua madeira foi bastante explorada para a construção civil e fabricação de móveis, mas a falta de reposição florestal fez com que fosse incluída na lista de espécies da flora do Brasil ameaçadas de extinção (GONZAGA et al, 2003; BRASIL, 2008). É utilizada na medicina popular para tratamento de histeria, nervosismo, dores de dente e de ouvido, e na medicina veterinária contra verminoses (BEZERRA-FILHO, 2011).

Com relação à variabilidade genética, a espécie não se encontra uniformemente dispersa no semiárido, mas pode contribuir para o enriquecimento de áreas e solos degradados, e pode ser utilizada em estratégias de conservação de outras espécies ameaçadas (SANTOS et al, 2007; CARVALHO, 2009).

2.2. Caracterização e variação anatômica da madeira

O xilema secundário, também denominado lenho ou madeira, é um importante tecido das espécies arbóreas, sendo formado por um conjunto heterogêneo e complexo de células que desempenham funções vitais como sustentação da planta e transformação, armazenamento e condução de água e nutrientes (ESAU, 1985; BURGER; RICHTER, 1991; CASTRO, 2009). Suas células se originam do câmbio, tecido meristemático altamente sensível às variações ambientais, que, a depender da disponibilidade de recursos, produz células para o interior (xilema secundário) e exterior (floema secundário), fazendo com que a árvore cresça em circunferência (BURGER; RICHTER, 1991).

No decorrer dos anos, as células mais antigas do xilema perdem sua funcionalidade de transporte de água e solutos inorgânicos, passando por transformações como a perda progressiva de nutrientes e deposição de substâncias preservativas após transformação dos materiais de reservas contidos em suas células (BURGER; RICHTER, 1991; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 1996). Essa região mais antiga, que se encontra mais distante da casca e geralmente torna-se mais escura, passa a ser denominada cerne, e corresponde ao lenho formado no período juvenil da planta, enquanto o lenho maduro e funcional é denominado alburno (BURGER; RICHTER, 1991; EVERT, 2007).

As diferenças entre cerne e alburno são, na maioria das vezes, de origem química, por conta da impregnação por substâncias como óleos, resinas, e taninos no cerne, que lhe confere uma coloração que o distingue do alburno (ESAU, 1985). Porém, o xilema é um tecido muito complexo e suas estruturas podem apresentar variações quanto à forma e tamanho, no sentido axial (base-topo), radial (medula-casca), e dentro do próprio anel de crescimento. São essas variações que definem as propriedades hidráulicas e mecânicas de cada madeira, e elas ocorrem à medida que a planta envelhece (GARTNER, 1995).

O estudo da anatomia da madeira contribui para o entendimento das adaptações ecológicas dos vegetais, pois os fatores genéticos e as diferentes condições e recursos

encontrados nos diversos habitats influenciam em vários níveis a sua formação, principalmente no que diz respeito à evolução dos sistemas de transporte a longas distâncias, características que determinam as diferentes propriedades físicas e mecânicas da madeira e permitem a classificação destas em graus de mesomorfia (CARLQUIST, 1977; ALVES; ANGYALOSSY-ALFONSO, 2000; FAN; CAO; BECKER, 2009). Dessa forma, a anatomia da madeira é de grande importância no desenvolvimento da taxonomia e filogenética das espécies, pois as características estruturais especializadas encontram-se melhor estabelecidas no xilema secundário do que em outros tecidos (ESAU, 1985).

No Brasil foram desenvolvidos estudos que visam a caracterização estrutural e anatômica da madeira; a determinação da variação estrutural da madeira; o uso da anatomia para observações ecológicas; e para comparação entre espécies e entre gradientes ambientais (Tabela 1).

Tabela 1: Relação de trabalhos de anatomia da madeira realizados no Brasil de acordo com algumas de suas subdisciplinas.

Estudos de anatomia da madeira no Brasil	Autores
<i>Caracterização anatômica</i>	Tomazello Filho (1985)
	Alves & Angyalossy-Alfonso (2000)
	Callado et al (2001)
	Alves & Angyalossy-Alfonso (2002)
	Angyalossy-Alfonso & Miller (2002)
	Marcati; Oliveira & Machado (2006)
	Silva et al (2009)
	Suckow et al (2009)
	Cosmo; Kuniyoshi & Botosso (2010)
	Longui et al (2011)
<i>Variação estrutural da madeira</i>	Foelkel et al (1975)
	Barrichelo & Brito (1979)
	Tomazello Filho (1987)
	Albuquerque & Latorraca (2000)
	Florsheim et al (2000)
	Gominho et al (2001)
	Andrade et al (2009)
	Bufolo et al (2009)
	Longui et al (2010; 2011)
	Guariz et al (2012)
	Lemos et al (2012)
	Nisgoski et al (2012)

<i>Anatomia ecológica</i>	Luchi (2004) Goulart & Marcati (2008) Cosmo; Kuniyoshi & Botosso (2010) Longui et al (2012)
<i>Anatomia comparativa</i>	Soffiatti & Angyalossy-Alfonso (1999) Marcati; Angyalossy-Alfonso & Benetati (2001) Andrade et al (2009) Garcia et al (2009) Lima; Oliveira & Rodrigues (2009) Longui et al (2009) Lima et al (2011) Silva et al (2011)

Estudos acerca das variações da madeira de espécies em seu ambiente natural ainda são escassos, visto a dificuldade de trabalhar com indivíduos sujeitos a variações ambientais das florestas nativas, sendo mais comuns, portanto, estudos de anatomia da madeira com espécies de florestas plantadas (MELO et al, 2013).

2.3. Análises dendrocronológicas

As árvores reagem às variações das condições ambientais de diversas formas, uma delas é a diminuição da atividade cambial durante os períodos de escassez de recursos, refletindo na taxa de formação de novas células, no número, tamanho e material utilizado para construção dessas (TOMAZELLO FILHO; BOTOSSO; LISI, 2001; GUTIÉRREZ, 2008). Essa sazonalidade do câmbio permite a formação de diferentes camadas celulares e caracteriza a estrutura e composição dos anéis de crescimento anuais (WORBES, 1995; GUTIÉRREZ, 2008).

Os anéis de crescimento anuais são divididos em duas camadas: (i) o lenho inicial, que é formado no início do período de crescimento, quando o câmbio está em atividade intensa; e (ii) o lenho tardio, formado no final do período de crescimento, quando há diminuição da atividade cambial. As células dessas duas regiões são diferentes quanto à espessura de suas paredes celulares, tamanho e cor, e essas características delineiam os limites entre os anéis de crescimento (STOKES; SMILEY, 1968). A análise dos anéis de crescimento, denominada

Dendrocronologia, pode fornecer informações sobre o ciclo de vida da árvore e sobre as particularidades climáticas de cada ano individualmente (WORBES; JUNK, 1999).

Durante a primeira metade do século XX, através de estudos de Douglass e Huber, a dendrocronologia tornou-se uma disciplina conhecida, obtendo um grande avanço com Fritts, que fez a incorporação de análises computacionais e estatísticas em suas pesquisas com anéis de crescimento (TOMAZELLO FILHO; BOTOSSO; LISI, 2001; ECKSTEIN; SCHWEINGRUBER, 2009). De acordo com o problema a ser resolvido, esta ciência pode ser dividida em várias subdisciplinas, dentre elas a (i) dendroclimatologia, que estuda eventos climáticos passados e atuais, e é de grande importância no estudo das mudanças climáticas; e a (ii) dendroecologia, que estuda a ecologia de comunidades bióticas e eventuais mudanças em suas relações ecológicas, principalmente os distúrbios e processos demográficos causados pelas variações climáticas (FRITTS, 1976; COOK, 1987; SWETNAM; BROWN, 2011).

Para que as análises dendrocronológicas possam ser aplicadas em estudos ambientais e ecológicos, alguns princípios devem ser considerados: (i) uniformidade – as variáveis ambientais que atuam no presente atuaram da mesma forma no passado; (ii) fator limitante – o crescimento das árvores é controlado pela disponibilidade de recursos; (iii) amplitude ecológica – as árvores de uma mesma espécie são mais sensíveis aos fatores ambientais nos limites de sua área de ocorrência; (iv) seleção do sítio – a seleção da área de estudo ocorre de acordo com reações de sensibilidade aos fatores limitantes estudados; (v) sensibilidade – os espécimes estudados são sensíveis a algum fator limitante de crescimento; (vi) datação cruzada – a comparação das larguras dos anéis de crescimento entre os espécimes estudados possibilita a determinação do ano de formação do anel; (vii) repetição – a quantidade de ruído das análises é minimizada através da amostragem de mais de um espécime por área (STOKES; SMILEY, 1968; FRITTS, 1976; TOMAZELLO FILHO; BOTOSSO; LISI, 2001).

Os anéis de crescimento podem fornecer registros de longo prazo de temperatura, precipitação, incêndios, ataques de insetos, deslizamentos de terra, entre outros, mas apesar disso, a formação dos anéis está submetida à fisiologia e bioquímica da própria árvore, que podem interferir no registro dos processos climáticos e ecológicos, por isso esses fatores devem ser considerados no momento da interpretação dos dados coletados através dos anéis de crescimento, a fim de evitar que a interação entre esses fatores e as variáveis ambientais possa dificultar e/ou alterar a modelagem das relações entre o crescimento vegetal e o meio ambiente (FRITTS, 1971; SPEER, 1971).

A formação de camadas de crescimento anuais também pode ser observada em indivíduos já mortos, como ocorre com madeiras utilizadas em construções ou em tocos de árvores, e elas podem ser usadas com a finalidade de expandir a cronologia dos anéis de crescimento dos espécimes vivos para períodos passados (SPEER, 1971; FRITTS, 1976).

Atualmente, após inúmeros trabalhos publicados, espécies tropicais e sub-tropicais destacam-se como potenciais para estudos dendrocronológicos, por conta de ambientes que possuem sazonalidade climática persistente, como os períodos anuais de seca e de inundação (MATTOS et al, 2011). Em espécies tropicais a periodicidade da atividade cambial responde aos eventos fenológicos e ao clima, resultando em alterações estruturais e dimensionais dos elementos do xilema e caracterizando a mudança entre as estações de crescimento (BOTOSSO; VETTER; TOMAZELLO FILHO, 2000). A transição entre lenho inicial e tardio de espécies tropicais é dependente, principalmente, da disponibilidade de água, que em períodos de escassez acarreta a diminuição da formação de novas células e destaca as zonas de crescimento na madeira (WORBES, 2002). A fenologia das espécies em estudo é muito útil, pois pode indicar um período de pausa no crescimento vegetal e caracterizar a diminuição das atividades fisiológicas (PALERMO; LATORRACA; ABREU, 2002).

A descoberta de anéis de crescimento anuais em espécies tropicais torna a dendrocronologia uma importante ferramenta para estudos sobre a estrutura e dinâmica destas florestas, visto que, a interferência das variáveis climáticas e ambientais sobre o crescimento vegetal é importante para entender a situação atual das populações e a relação biológica das espécies com o seu hábitat (OLIVEIRA et al, 2007). Essas informações, denominadas ‘história natural’, são importantes para a proteção e manejo de espécies raras ou ameaçadas, e estão relacionadas com a discussão a respeito de técnicas de manejo sustentável, regeneração natural e o ciclo de carbono das florestas tropicais (PRIMACK; RODRIGUES, 2001; WORBES, 2002).

Os primeiros estudos dendrocronológicos no Brasil foram realizados com árvores da Amazônia e Mata Atlântica, e têm relatado a influência da precipitação e temperatura sobre a variação dos anéis de crescimento (TROVATI; FERRAZ, 1984; SEITZ; KANNINEN, 1989; WORBES, 1995); a periodicidade do crescimento vegetal relacionado às atividades solares (RIGOZO; NORDEMANN, 2000; RIGOZO et al, 2008; PRESTES et al, 2011); e os recursos anatômicos que controlam o comportamento de formação dos anéis de crescimento (VETTER, 2000; CALLADO et al, 2001; FERREIRA, 2002; MARIA, 2002; TOMAZELLO

FILHO et al., 2004; LISI et al, 2008). Estes mesmos autores sugerem uma abordagem baseada na resposta anual dos anéis de crescimento em função da sua formação estar relacionada às variáveis climáticas.

Tsuchiya (1988) iniciou os estudos com anéis de crescimento no nordeste do Brasil, a fim de compreender a influência do déficit hídrico sobre o crescimento vegetal de *Aspidosperma pyrilifolium* e *Mimosa hostilis*, que apresentaram forte correlação entre as larguras dos anéis de crescimento e as taxas pluviométricas dos meses com maior déficit hídrico. A sazonalidade climática bimodal bem acentuada do nordeste, com um período de chuvas (outono-inverno) seguido de outro seco (primavera-verão), favorece a formação dos anéis de crescimento (TSUCHIYA, 1990). Segundo Tsuchiya (1995), as espécies *Poincianella pyramidalis* e *Cnidocolus phyllacanthus* reiniciam sua atividade vegetativa com o início do período de chuvas, evidenciando grande variabilidade anual nas larguras radiais dos anéis de crescimento de acordo com a duração de cada período de seca; já a *Mimosa acustistipula* e o *Astronium urundeuva*, formam anéis de crescimento maiores e com maior número de vasos nos anos com maior disponibilidade de água no solo, e em anos mais secos, tanto o tamanho dos anéis de crescimento como o número de vasos diminuem. Na caatinga do estado de Pernambuco, a espécie arbustiva *Croton sonderianus* apresentou anéis de crescimento cujas larguras variam de acordo com a precipitação pluviométrica (SILVA, 2006).

Na caatinga sergipana, foram realizados dois estudos dendrocronológicos. O primeiro teve como área de estudo a Serra dos Macacos, no município de Tobias Barreto/SE, e objetivou a seleção de espécies com camadas de crescimento distintas para a construção de uma cronologia dos anéis de crescimento que se correlacionasse com os dados climáticos de precipitação e temperatura (NOGUEIRA JÚNIOR, 2011). O segundo estudo foi realizado em três áreas de Sergipe, uma delas a Fazenda São Pedro, no município de Porto da Folha/SE, e teve como objetivo estudar populações de *Cedrela odorata* a fim de obter a cronologia dos anéis de crescimento e correlacioná-la com os registros climáticos de precipitação e temperatura, observar os padrões de crescimento dos indivíduos e sua constituição isotópica de ^{13}C (ANHOLETTO JÚNIOR, 2012).

Estudos dendrocronológicos na caatinga são possíveis, pois os indivíduos estão sujeitos à forte sazonalidade climática, com escassez e irregularidade da precipitação pluviométrica. Os índices pluviométricos do semiárido do nordeste são influenciados pela

Zona de Convergência Intertropical. Quando a ZCIT se desloca para o norte, ocorrem as secas prolongadas. Próximo ao litoral leste as chuvas ocorrem entre abril-agosto (Mata Atlântica), sendo o dipolo do Atlântico o fenômeno responsável pela regularidade das precipitações, e este é influenciado pelas temperaturas da superfície do Atlântico Sul (TMS) (MOURA; KAGANO, 1986; ARAGÃO, 1998). Observa-se um gradiente de precipitações entre o interior e o litoral, com variações também nos volumes de chuvas, menores no semiárido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, C. E. C.; LATORRACA, J. V. F. Influência das características anatômicas da madeira na penetração e adesão de adesivos. **Floresta e Ambiente**, v.7, n.1, p.158-166, 2000.
- ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Growth rings and vessels. **IAWA Journal**, v.21(1), p.3-30, 2000.
- ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibres. **IAWA Journal**, v.23(4), p.391-418, 2002.
- ANDRADE, I. M.; LONGUI, E. L.; LIMA, I. L.; FLORSHEIM, S. M. B. Efeito da procedência na variação radial do comprimento de fibras e densidade básica da madeira de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Instituto Florestal – Série Registros**, São Paulo, n.40, p.39-43, 2009.
- ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; MILLER, R. B. Wood anatomy of the Brazilian species of *Swartzia* and considerations within the tribe Swartzieae. **IAWA Journal**, v.23(4), p.359-390, 2002.
- ANHOLETTO JÚNIOR, C. R. **Dendroecologia e composição isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) dos anéis de crescimento de árvores de *Cedrela odorata*, Meliaceae, na Caatinga e Mata Atlântica do estado de Sergipe**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais, Piracicaba/SP, 2013.
- ARAGÃO, J. O. R. O impacto do ENSO e do Dipolo do Atlântico no nordeste do Brasil. **Bull. Inst. fr. etudes andines**, v.27(3), p.839-844, 1998.
- AROCA, R. **Plant responses to drought stress: from morphological to molecular features**. Springer-Verlag, Berlin, 2012.
- BARBOSA, D. C. A.; BARBOSA, M. C. A.; LIMA, L. C. M. **Fenologia de espécies lenhosas da caatinga**. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. Ecologia e conservação da caatinga. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003.
- BARRICHELO, L. E. G.; BRITO, J. O. Variabilidade radial da madeira de *Pinus caribaea* Var. *hondurensis*. **IPEF**, n.18, p.81-102, 1979.
- BOTOSSO, P. C.; VETTER, R. E.; TOMAZELLO FILHO, M. **Periodicidade e taxa de crescimento de árvores de cedro (*Cedrela odorata* L., Meliaceae), jacareúba (*Calophyllum angulare* A.C. Smith, Clusiaceae) e muirapiranga (*Eperua bijuga* Mart. ex. Benth, Leg. Caesalpinoideae) de floresta de terra firme, em Manaus-AM**. In: ROIG, F. A. Dendrocronologia em America Latina. EDIUNC, Mendoza, Argentina, 2000.
- BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Lista de espécies da flora do Brasil ameaçada de extinção**. 2008.
- BUFOLO, A.; BIBINI, G.; LIMA, I. L.; LONGUI, E. L.; FLORSHEIM, S. M. B. Variabilidade da densidade básica e das dimensões de fibra, em diferentes espécies de *Eucalyptus* plantadas em Itatinga/SP. **Instituto Florestal – Série Registros**, São Paulo, n.40, p.63-68, 2009.

- BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da Madeira**. São Paulo: Nobel, 1991.
- CALLADO, C. H.; SILVA NETO, S. J.; SCARANO, F. R.; BARROS, C. F.; COSTA, C. G. Anatomical features of growth rings in flood-prone trees of the Atlantic Rain Forest in Rio de Janeiro, Brazil. **IAWA Journal**, v.22(1), p.29-42, 2001.
- CARLQUIST, S. Ecological factors in wood evolution: A floristic approach. **American Journal of Botany**, v.64, n.7, p.887-896, 1977.
- CARVALHO, P. E. R. Braúna-do-sertão – *Schinopsis brasiliensis*. **Comunicado Técnico: Embrapa Florestas**, Colombo/PR, 2009.
- CASTRO, E. M. **Histologia vegetal: Estrutura e função de órgãos vegetativos**. Editora UFLA, Lavras/MG, 2009.
- CNIP – CENTRO NORDESTINO DE INFORMAÇÕES SOBRE PLANTAS. **Baraúna**. Disponível em: www.cnip.org.br, acessado em 12/11/2013.
- COOK, E. R. The decomposition of tree-ring series for environmental studies. **Tree-ring Bulletin**, v.47, 1987.
- COSMO, N. L.; KUNIYOSHI, Y. S.; BOTOSSO, P. C. Anatomia da madeira de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith&Downs (Euphorbiaceae): aspectos funcionais e ecológicos. **Acta Botanica Brasílica**, v.24(3), p.747-755, 2010.
- DIAS, C. T. V.; SILVA, P. P.; KIILL, L. H. P. Morfologia e dispersão de frutos de *Schinopsis brasiliensis* (Anacardiaceae) na Reserva Legal do Projeto Salitre, Juazeiro/BA. **Anais da Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido**. Petrolina: Embrapa-Semiárido, 2007.
- ECKSTEIN, D.; SCHWEINGRUBER, F. Dendrochronologia – A mirror for 25 years of tree-ring research and a sensor for promising topics. **Dendrochronologia**, v.27, 2009.
- ESAU, K. **Anatomía Vegetal**. 3ª Ed. Ediciones Omega, S. A., Barcelona. Spain, 1985.
- EVERT, R. F. **Esau's Plant Anatomy: Meristems cells and tissues of plant body – Their structure, function and development**. 3ª ed. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey – USA, 2007.
- FAN, Z.; CAO, K.; BECKER, P. Axial and radial variations in xylem anatomy of Angiosperm and Conifer trees in Yunnan, China. **IAWA Journal**, v.30(1), p.1-13, 2009.
- FERREIRA, L. **Periodicidade do crescimento e formação da madeira de algumas espécies arbóreas de florestas estacionais semidecíduas da região sudeste do estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.
- FLORSHEIM, S. M. B.; COUTO, H. T. Z.; SPEGIORIN, L.; ROCHA, F. T. Variação da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.12(2), p.179-191, 2000.
- FOELKEL, C. E. B.; FERREIRA, M.; NEHRING, J. H.; ROLIM, M. B. Variabilidade no sentido radial de madeira de *Pinus elliottii*. **IPEF**, n.10, p.1-11, 1975.
- FRITTS, H. C. Dendroclimatology and Dendroecology. **Quaternary Research**, v.1, 1971.

- FRITTS, H. C. **Tree rings and climate**. London: Academic Press, 1976.
- GARCIA, R.; LIMA, I. L.; LONGUI, E. L.; FLORSHEIM, S. M. B. Influência do espaçamento e da posição radial na variação de elementos anatômicos na madeira de *Tectona grandis* Linn. **Instituto Florestal – Série Registros**, n.40, p.51-56. São Paulo, 2009.
- GARTNER, B. L. **Plant stems: Physiological and functional morphology**. In: GARTNER, B. Plant Stems. Academic Press Limited. San Diego, California, USA. 1995.
- GOMINHO, J.; FIGUEIRA, J.; RODRIGUES, J. C.; PEREIRA, H. Within-tree variation of heartwood, extractives and wood density in the Eucalypt hybrid urograndis (*Eucalyptus grandis* X *E. urophylla*). **Wood and Fiber Science**, v.33(1), p.3-8, 2001.
- GONZAGA, T. W. C.; MATA, M. E. R. M. C.; SILVA, H.; DUARTE, M. E. M. Criopreservação de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* Engl.), e baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.2, 2003.
- GOULART, S. M.; MARCATI, C. R. Anatomia comparada do lenho em raiz e caule de *Lippia salviifolia* Cham. (Verbenaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, n.2, p.263-275, 2008.
- GUARIZ, H. R.; RODRIGUES, B. P.; OLIVEIRA, J. T. S.; OLIVEIRA, J. G. L. Variação radial da estrutura anatômica e da densidade do lenho de *Samanea saman*. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15, p.1672-1684, 2012.
- GUTIÉRREZ, E. La dendrocronologia: métodos y aplicaciones. **Arqueología Nautical Mediterrània X**, 2008.
- KIILL, L. H. P.; MARTINS, C. T. V. D.; SILVA, P. P. Morfologia e dispersão de frutos de espécies da caatinga ameaçadas de extinção. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento – Embrapa Semiárido**, Petrolina, 2012.
- KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. **Growth control in Woody plants**. Academic Press, California, San Diego, USA, 1997.
- LEMONS, A. L. F.; GARCIA, R. A.; LOPES, J. O.; CARVALHO, A. M.; LATORRACA, J. V. F. Madeira de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson sob aspectos físicos e anatômicos como fatores qualitativos. **Floresta e Ambiente**, v.19(1), p.1-8, 2012.
- LIMA, I. L.; LONGUI, E. L.; GARCIA, M. F.; ZANATTO, A. C. S.; FREITAS, M. L. M.; FLORSHEIM, S. M. B. Variação radial da densidade básica e dimensões celulares da madeira de *Cariniana legalis* (Mart.) O. Kuntze em função da procedência. **Cerne**, v.17, n.4, p.517-524, 2011.
- LIMA, R. S.; OLIVEIRA, P. L.; RODRIGUES, L. R. Anatomia do lenho de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae-Mimosoideae) ocorrente em dois ambientes. **Revista Brasileira de Botânica**, v.32, n.2, p.361-374, 2009.
- LISI, C. S.; TOMAZELLO FILHO, M.; BOTOSSO, P. C.; ROIG, F. A.; MARIA, V. R. B.; FERREIRA-FEDELE, L.; VOIGT, A. R. A. Tree-ring formation, radial increment periodicity, and phenology of tree species from a seasonal semi-deciduous forest in Southeast Brazil. **IAWA Journal**, v.29, 2008.

- LONGUI, E. L.; BUFOLO, A.; AGUIAR, O. T.; LIMA, I. L.; FLORSHEIM, S. M. B. Anatomia comparada do lenho de *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F.Macbr. em dois tipos de vegetação. **Hoehnea**, v.36(4), p.715-724, 2009.
- LONGUI, E. L.; LIMA, I. L.; SILVA JÚNIOR, F. G.; BUFOLO, A.; SUCKOW, I. M. S.; FLORSHEIM, S. M. B. Variação radial das características anatômicas, densidade aparente, teores de extrativos, lignina e holocelulose na madeira de *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr. **Scientia Florestalis**, v.38, n.87, p.341-353, Piracicaba/SP, 2010.
- LONGUI, E. L.; ROMEIRO, D.; SILVA, M. T.; RIBEIRO, A.; GOUVEIA, T. C.; LIMA, I. L.; FLORSHEIM, S. M. B. Caracterização do lenho e variação radial de *Pittosporum undulatum* Vent. (pau-incenso). **Hoehnea** 38(1), p.37-50, 2011.
- LONGUI, E. L.; ROMEIRO, D.; TESTONI, L. N.; AGUIAR, O. T.; CIELO FILHO, R.; LIMA, I. L.; FLORSHEIM, S. M. B. Water deficit affects wood vessels of *Croton floribundus* Spreng. in different vegetation types, São Paulo state, Brazil. **Hoehnea**, v.39(1), p.113-123, 2012.
- LUCHI, A. E. Anatomia do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos com diferentes níveis de umidade. **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, n.2, p.271-280, 2004.
- MARCATI, C. R.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; BENETATI, L. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinoideae) de floresta e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.3, p.311-320, 2001.
- MARCATI, C. R.; OLIVEIRA, J. S.; MACHADO, S. R. Growth rings in cerrado wood species: occurrence and anatomical markers. **Biota Neotropica**, v.6, n.3, 2006.
- MARIA, V. R. B. **Estudo da periodicidade do crescimento, fenologia e relação com a atividade cambial de espécies arbóreas tropicais de florestas estacionais semidecíduas.** Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.
- MATTOS, P. P.; BRAZ, E. M.; HESS, A. F.; SALIS, S. M. A. A dendrocronologia e o manejo florestal sustentável em florestas tropicais. **Documentos Embrapa Florestas**, Colombo/PR, 2011.
- MELO, L. E. M.; SILVA, C. J.; URBINATI, C. V.; SANTOS, I. S.; SOARES, W. F. Variação anatômica no lenho de *Astronium lecointei* Ducke. **Floresta e Ambiente**, v.20(1), p.135-142, 2013.
- MOURA, A. D.; KAGANO, M. T. A distribuição da precipitação para os anos extremos do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.7, p.7-9, 1986.
- NISGOSKI, S.; TRIANOSKI, R.; MUÑIZ, G. I. B.; MATOS, J. L. M.; STYGAR, M. Variação radial das estruturas da madeira de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight&Arn. **Floresta e Ambiente**, v.19(3), p.316-324, 2012.
- NOGUEIRA JÚNIOR, F. C. **Estrutura e composição de uma vegetação ripária, relações dendrocronológicas e climáticas na Serra dos Macacos em Tobias Barreto, Sergipe-Brasil.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, São Cristóvão, 2011.
- ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia.** 6ª Ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

- OLIVEIRA, J. M.; SANTAROSA, E.; ROIG, F. A.; PILLAR, V. P. Amostragem temporal de anéis de crescimento: Uma alternativa para determinar ritmo de atividade cambial. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.1, p.615-617, 2007.
- PALERMO, G. P. M.; LATORRACA, J. V. F.; ABREU, H. S. Métodos e técnicas de diagnose de identificação dos anéis de crescimento de árvores tropicais. **Floresta e Ambiente**, v.9, n.1, p.165-175, 2002.
- PALLARDY, S. G. **Physiology of Woody plants**. 3ª ed. Academic Press, San Diego, California, USA, 2008.
- PRADO, D. E. **As caatingas da América do Sul**. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. Ecologia e conservação da caatinga. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003.
- PRESTES, A.; RIGOZO, N. R.; NORDEMANN, D. J. R.; WRASSE, C. M.; SOUZA ECHER, M. P.; ECHER, E.; ROSA, M. B. RAMPELOTTO, P. H. Sun-earth relationship inferred by tree growth rings in conifers from Severiano de Almeida, Southern Brazil. **Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics**, v.73, 2011.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001.
- RAVEN, H. P.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1996.
- RIGOZO, N. R.; NORDEMANN, D. J. R. Registros da atividade solar nos anéis de crescimento de árvores em São Francisco de Paula-RS (Brasil). **Brazilian Journal of Geophysics**, v.18, 2000.
- RIGOZO, N. R.; PRESTES, A.; NORDEMANN, D. J. R.; SILVA, H. E.; SOUZA ECHER, M. P.; ECHER, E. Solar maximum epoch imprints in tree-ring width from Passo Fundo, Brazil (1741-2004). **Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics**, v.70, 2008.
- RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: Manual de dendrologia brasileira**. São Paulo, EDUSP, 1971.
- SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; KIILL, L. H. P.; SÁ, I. I. S. Variabilidade genética, com base em marcadores RAPD, de três espécies arbóreas ameaçadas de extinção no semi-árido brasileiro. **Scientia Florestalis**, n.74, p.37-44, 2007.
- SEITZ, R. S.; KANNINEN, M. Tree ring analysis of *Araucaria angustifolia* in southern Brazil: Preliminary results. **IAWA Bull**, n.s.10, p.170-174, 1989.
- SILVA, L. B. **Variação na estrutura da madeira de quatro espécies da caatinga nordestina e seu potencial para o desenvolvimento sustentável**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana/BA. 2006.
- SILVA, L. B.; SANTOS, F. A. R.; GASSON, P.; CUTLER, D. Anatomia e densidade básica da madeira de *Caelsapinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 23(2), p.436-445, 2009.

- SILVA, L. B.; SANTOS, F. A. R.; GASSON, P.; CUTLER, D. Estudo comparativo da madeira de *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth e *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Fabaceae-Mimosoideae) na caatinga nordestina. **Acta Botanica Brasilica**, 25(2): 301-314, 2011.
- SILVA-LUZ, C. L.; PIRANI, J. R. **Anacardiaceae**. In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: www.floradobrasil.jbrj.gov.br, acessado em: 15/07/2013.
- SOFFIATTI, P.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Estudo anatômico comparativo do lenho e da casca de duas espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo/SP, v.22, n.2, p.175-184, 1999.
- SPEER, J. H. **Fundamentals of tree-ring research**. 1971.
- STOKES, M. A.; SMILEY, T. L. **An introduction to tree-ring dating**. 1968.
- SUCKOW, I. M. S.; LONGUI, E. L.; LIMA, I. L.; FLORSHEIM, S. M. B.; AGUIAR, O. T. Anatomia da madeira e densidade básica de Angico-branco – *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. **Instituto Florestal – Série Registros**, n.40, p.131-135. São Paulo, 2009.
- SWETNAM, T. W.; BROWN, P. M. **Climatic inferences from Dendroecological reconstructions**. In: HUGHES, M. K.; SWETNAM, T. W.; DIAZ, H. F. *Dendroclimatology – Progress and Prospects*. Springer, Dordrecht, 2011.
- TOMAZELLO FILHO, M. Estrutura anatômica da madeira de oito espécies de eucalipto cultivadas no Brasil. **IPEF**, n.29, p.25-36, 1985.
- TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica em estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus globulus*, *E. pellita*, e *E. acmenioides*. **IPEF**, n.36, p.35-42, 1987.
- TOMAZELLO FILHO, M.; BOTOSSO, P. C.; LISI, C. S. **Análise e aplicação dos anéis de crescimento das árvores como indicadores ambientais: dendrocronologia e dendroclimatologia**. In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARELLA, W. *Indicadores Ambientais: Conceitos e aplicações*. São Paulo: EDUC/COMPED/INEP, 2001.
- TOMAZELLO FILHO, M.; LISI, C. S.; HANSEN, N.; CURY, G. Anatomical features of increment zones in different tree species in the State of São Paulo, Brazil. **Scientia Florestalis**, n.66, 2004.
- TROVATI, L. R.; FERRAZ, E. S. B. Influência da precipitação e da temperatura na densidade dos anéis de crescimento de *Pinus oocarpa*. **IPEF**, n.26, 1984.
- TSUCHIYA, A. Water balance in northeast Brazil. **Latin American Studies**, v.10, p.47-59, 1988.
- TSUCHIYA, A. Hypertrophic growth of trees of the caatinga plant community and water balance. **Latin American Studies**, v.11, p.51-70, 1990.
- TSUCHIYA, A. Preliminary study on the relationship between vessel growth of thorny shrubs and water balance in the semi-arid region, northeastern Brazil. **Geographical Sciences**, v.50, p.123-131, 1995.

VETTER, R.E. **Growth periodicity and age of Amazonian tree species. Methods for their determination.** In: ROIG, F.A. *Dendrocronología en América Latina*. Mendoza: EDIUNC, 2000.

WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees – A review. **IAWA Journal**, v.16, 1995.

WORBES, M. One hundred years of tree-ring research in the tropics – a brief history and an outlook to future challenges. **Dendrochronologia**, v.20, 2002.

WORBES, M. JUNK, W. J. How old are tropical trees? The persistence of a myth. **IAWA Journal**, v.20, 1999.

Capítulo 1

CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA E VARIAÇÃO ENTRE CERNE E ALBURNO DE *Schinopsis brasiliensis* Engl. (ANACARDIACEAE)

1. INTRODUÇÃO

A *Schinopsis brasiliensis* Engl. é uma das árvores mais características e bem distribuídas na caatinga nordestina. É uma espécie longeva, com madeira muito densa e altamente resistente à decomposição, que a torna um grande alvo de exploração (CAMPOS, 1995; GONZAGA et al, 2003; CARVALHO, 2009). Por conta da elevada durabilidade natural, sua madeira foi bastante explorada na construção civil e fabricação de móveis, e a falta de reposição florestal fez com que fosse incluída na lista de espécies da flora do Brasil ameaçadas de extinção (GONZAGA et al, 2003; BRASIL, 2008).

Apesar de amplamente explorada, a madeira de *S. brasiliensis* foi pouco estudada, exceto algumas informações descritivas sobre parâmetros macroscópicos, densidade e resistência à decomposição (CARVALHO, 2009; CNIP, 2013); e seus usos medicinais e para a construção civil (ALBUQUERQUE; ANDRADE, 2002; ALBUQUERQUE; ANDRADE; SILVA, 2005; ALMEIDA et al, 2005; ALBUQUERQUE et al, 2007).

A anatomia da madeira é uma ciência que visa a contribuição à taxonomia, evolução e ecologia, e permite o conhecimento das características físicas e químicas do lenho, informações importantes para estudos tecnológicos e de manejo florestal, que buscam estabelecer o uso econômico mais viável ecologicamente para as espécies arbóreas (SOFFIATI; ANGYALOSSY-ALFONSO, 1999; SILVA et al, 2011).

Em regiões de clima semiárido, o conhecimento anatômico da madeira é importante, pois pode indicar como as árvores se adaptam para lidar com o estresse hídrico característico dessas regiões (CARLQUIST; HOEKMAN, 1985; ALVES; ANGYALOSSY-ALFONSO, 2000). Variações no número e diâmetro dos vasos condutores, por exemplo, indicam adaptações à seca e visam assegurar que o sistema condutor não sofra processos de embolias,

evitando assim a perda de funcionalidade dos vasos que conduzem água e nutrientes (CASTRO, 2009).

Dentro da mesma árvore podem ocorrer variações em várias direções, axial (base-topo), radial (medula-casca; cerne-alburno), e também dentro do próprio anel de crescimento. Isso ocorre porque o xilema secundário é um tecido muito complexo e heterogêneo, com funções vitais de sustentação da planta, transformação, armazenamento e condução de água e nutrientes (ESAU, 1985; BURGER; RICHTER, 1991; GARTNER, 1995; CASTRO, 2009). As variações podem ser quanto à forma, tamanho e composição dos elementos anatômicos, no sentido radial são definidas, principalmente, pelas diferenças estruturais e químicas entre o cerne (tecido mais antigo e inativo) e o alburno (tecido mais jovem e ativo) (ESAU, 1985; GARTNER, 1995). São essas variações dentro de cada indivíduo que definem as propriedades hidráulicas e mecânicas de cada madeira, e elas ocorrem à medida que a planta envelhece (GARTNER, 1995).

O cerne corresponde a madeira formada no período juvenil da planta, quando o crescimento é mais rápido, e geralmente apresenta células menores e mais robustas. Quando a árvore torna-se madura passa por um processo de transformação e deposição de substâncias que lhe confere cor mais escura e maior durabilidade (BURGER; RICHTER, 1991; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 1996; EVERT, 2007). Com *S. brasiliensis* não é diferente, o cerne é visivelmente diferente do alburno, sendo mais denso e resistente a fungos xilófagos, e por isso é a região da madeira escolhida para utilização na construção civil (CARVALHO, 2009; CNIP, 2013).

Dessa forma, a caracterização anatômica da madeira e variação entre o cerne e alburno de *S. brasiliensis*, pode fornecer informações acerca de adaptações da espécie ao estresse hídrico a que está submetida, e complementar a sua descrição, evidenciando os melhores usos a ela destinados, e oferecendo informações que possam desenvolver políticas ambientais de manejo e conservação desta espécie e do seu ambiente, visto que é uma espécie com alto potencial madeireiro, porém ameaçada de extinção.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Complementar a descrição de *Schinopsis brasiliensis* Engl. através da determinação das características anatômicas e da variação estrutural entre o cerne e alburno da madeira de indivíduos provenientes de uma área de Caatinga no Estado de Sergipe.

2.2. Específicos

- Caracterização macroscópica da madeira;
- Caracterização microscópica da madeira;
- Comparação entre as estruturas celulares do cerne e do alburno.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

As amostras de *Schinopsis brasiliensis* Engl. foram coletadas em uma área preservada de Caatinga do alto sertão do Estado de Sergipe. A área, de vegetação arbustivo-arbórea está localizada na Fazenda São Pedro (S 10°02.266'; W 37°24.965') (Figura 1), povoado Lagoa Grande, município de Porto da Folha, a área possui 50 hectares e altitude média de 168 m (OLIVEIRA, 2012). Porto da Folha localiza-se na Zona Climática do Semiárido do Estado de Sergipe e possui população de 27.146 habitantes em uma área territorial de 877 km² (IBGE, 2010).

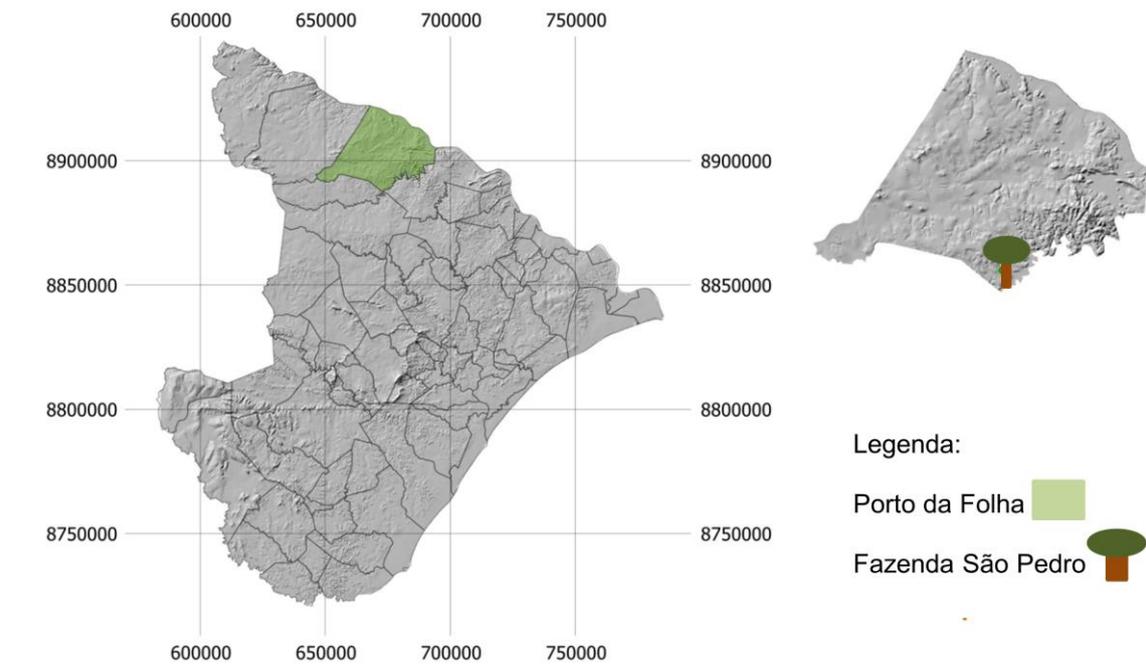


Figura 1: Estado de Sergipe, com destaque para o município de Porto da Folha e a área de estudo, a Fazenda São Pedro (S 10°02.266'; W 37°24.965') no povoado Lagoa Grande (Mapa: Atlas Digital, SRH (2009) modificado por Henrique d'Avila).

A precipitação média do município de Porto da Folha – SE varia de 300-700 mm/ano, que se concentra entre os meses de março a julho, enquanto a temperatura média anual é de 25,6°C, com baixa amplitude térmica e pequena queda durante o período chuvoso (Figura 2) (SEMARH, 2013; SANTOS et al, 2014). Os solos são do tipo neossolos litólicos eutróficos, planossolos, regosol distróficos, e argissolos vermelho amarelo equivalentes eutróficos, e o relevo é caracterizado pela superfície pediplanada e pediplano sertanejo com interflúvios tabulares (SERGIPE, 2011).

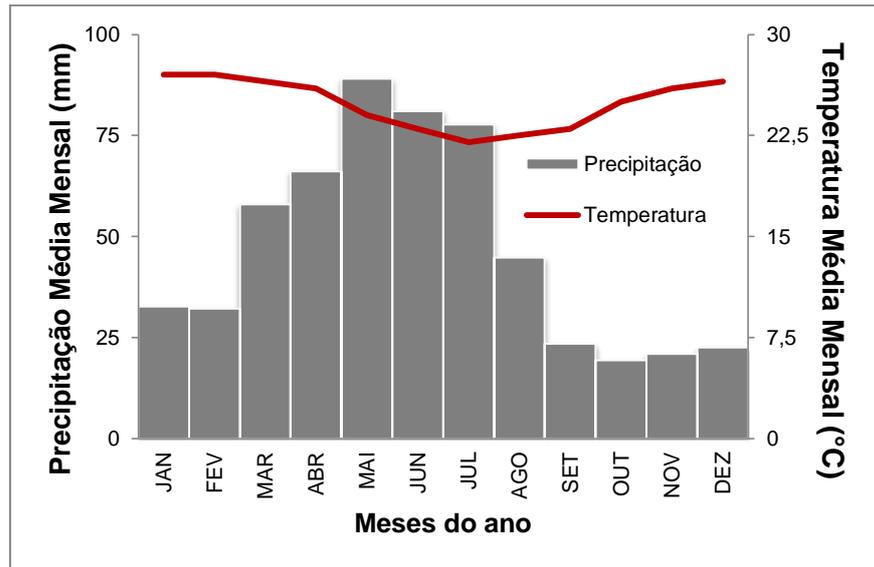


Figura 2: Médias mensais de precipitação pluviométrica e temperatura do município de Porto da Folha/SE (SEMARH, 2013; SANTOS et al, 2014).

A espécie em estudo não foi escolhida ao acaso, *Schinopsis brasiliensis* tem ampla distribuição na América do Sul, podendo ocorrer em várias regiões do Brasil, na Bolívia e no Paraguai, geralmente em áreas de clima seco (CARVALHO, 2009). Na área de estudo ela é uma das dez espécies com maior importância ecológica, pois apresenta indivíduos bem estabelecidos, com os maiores valores de diâmetro e área basal, apesar do pequeno número (OLIVEIRA, 2012). A presença dessa espécie e sua relevância ecológica em uma área de caatinga ainda preservada foram consideradas, pois a sua madeira, apesar de amplamente explorada, foi pouco estudada quanto às suas características anatômicas (Figura 3).



Figura 3: A – Aspecto geral do fragmento florestal da Fazenda São Pedro; B – um dos maiores espécimes de *S. brasiliensis* da área de estudo, DAP = 41,06cm.

3.2. Coleta, preparo das amostras e análise dos dados

Foram coletadas amostras cilíndricas nos meses de junho e julho de 2013 do lenho de três indivíduos de *S. brasiliensis*, à 1,30m do solo, através de método não-destrutivo, com auxílio de um trado de incremento motorizado Stihl BT45 (Figura 4).



Figura 4: A – Coleta não-destrutiva com trado motorizado; B – extração de amostra após perfuração da madeira. Coletas realizadas nos meses de jun/jul de 2013, na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

No Laboratório de Anatomia Vegetal e Dendroecologia da Universidade Federal de Sergipe as amostras foram cortadas em corpos de prova cúbicos de cerca de 1cm^3 em duas regiões do lenho, cerne e alburno. Os cubos foram identificados evidenciando os três planos de corte anatômico: transversal, longitudinal radial e longitudinal tangencial. Posteriormente,

eles foram fervidos em água e glicerina 50% para amolecer a madeira (BURGER; RICHTER, 1991). Os cortes histológicos, com cerca de 14 μ m de espessura, foram obtidos com micrótomo de deslize Zeiss-Hyrax modelo S50.

Para a montagem de lâminas semipermanentes, as amostras foram clarificadas em solução de hipoclorito de sódio (2-5%) durante um minuto, depois lavadas por pelo menos três vezes com água destilada a fim de eliminar os resíduos do NaClO. Posteriormente, iniciou-se a série alcoólica, sendo as amostras lavadas e coradas na seguinte sequência: álcool 30%; água destilada; álcool 50%; água destilada; safranina alcoólica 50%; álcool 50%; água destilada. A montagem das lâminas foi finalizada com a aplicação de glicerina 50% e o depósito da lamínula sobre a amostra (BURGER; RICHTER, 1991 adaptado).

A dissociação dos elementos celulares foi realizada através do procedimento de maceração pelo método de Nicholls e Dasdwell (RAMALHO, 1987), onde lascas de madeira foram retiradas das amostras e colocadas em tubos de ensaio com uma solução de peróxido de hidrogênio e ácido acético glacial (1:1), os tubos foram fechados com papel alumínio e colocados em estufa a 60°C por 48 horas. Após esse período, a solução foi retirada e o material foi lavado com água destilada por cerca de dez vezes, depois foi lavado com álcool 50%, corado com safranina alcoólica 50%, e lavado três vezes com álcool 30%. Com o auxílio de um estilete, o material foi dissociado sobre uma lâmina e montado em glicerina 50%.

As amostras foram observadas através de microscópio óptico Bioval, e as imagens foram obtidas com uma câmera Sony Cyber-Shot acoplada ao microscópio. Foram analisados os parâmetros (n=30): frequência, área, diâmetro e comprimento dos vasos; frequência, largura e altura dos raios; e largura total, largura do lume, largura da parede e comprimento das fibras. As mensurações foram realizadas através do software Image-Pro Plus 3.2.

As descrições seguiram as normas da International Association of Wood Anatomists – IAWA Committee (BAAS; WHEELER; GASSON, 1989), e os dados foram processados no software estatístico R (IHAKA; GENTLEMAN, 1996), onde foram submetidos a testes de normalidade e posteriormente aos testes estatísticos T ou Wilcoxon.

Através dos dados de distribuição e dimensões dos elementos de vaso foi possível verificar também, através de índices, a vulnerabilidade do sistema condutor e o grau de mesomorfismo da espécie estudada, os cálculos foram feitos através de fórmulas estabelecidas

por Carlquist (1977) (Tabela 1). Segundo Carlquist (1977), o índice de vulnerabilidade do sistema condutor indica o risco de embolias, ou seja, o risco de se formarem bolhas de ar dentro dos vasos, impedindo a condução de seiva, já o índice de mesomorfia, determina o grau de mesomorfia da espécie, ou seja, se a espécie está adaptada ou não a ambientes xéricos.

Tabela 1: Fórmulas de Carlquist para cálculos dos índices de vulnerabilidade e mesomorfismo através de medidas anatômicas dos elementos de vaso.

Índice	Fórmula (CARLQUIST, 1977)	Escala
<i>Vulnerabilidade</i>	$V = \frac{DV}{FV}$	quando ≤ 1 há menor risco de embolias quando > 1 há maior risco de embolias (LONGUI et al, 2011)
<i>Mesomorfismo</i>	$M = V \times CEV$	quando ≤ 200 a espécie é xeromorfa quando > 200 a espécie é mesomorfa (MARQUES et al, 2012)

Sendo: V = índice de vulnerabilidade; DV = diâmetro tangencial dos vasos; FV = frequência dos vasos (n°/mm^2); M = índice de mesomorfia; CEV = comprimento dos elementos de vaso.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O xilema secundário de *S. brasiliensis* apresentou alburno amarelado e cerne marrom avermelhado; textura fina a média; porosidade difusa uniforme; arranjo radial, com vasos solitários ou agrupados em múltiplos de dois ou de três, com tiloses em seu interior quando no cerne; poros e parênquima radial visíveis a olho nu, ambos com cor esbranquiçada; parênquima axial paratraquel distinto, do tipo vasicêntrico; e camadas de crescimento distintas, com limites definidos por bandas de parênquima axial marginal no fim da estação de crescimento, e/ou espessamento das paredes das fibras (Figura 5).

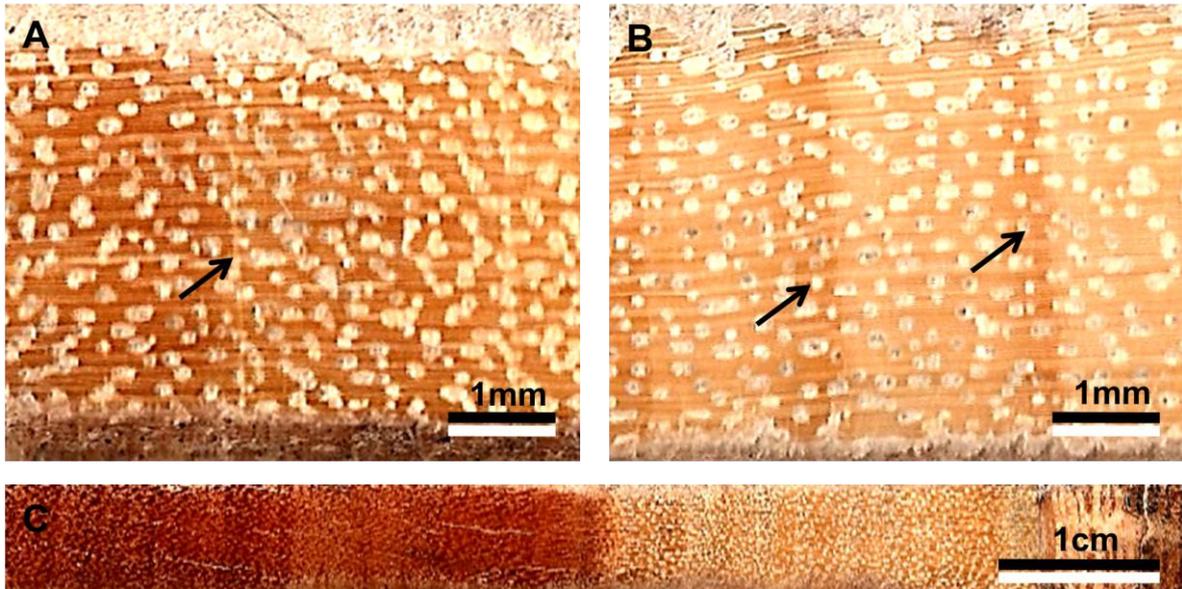


Figura 5: Amostras do lenho de indivíduos de *S. brasiliensis*, evidenciando os limites dos anéis de crescimento: A – banda de parênquima axial marginal (seta), B – e espessamento das paredes das fibras (setas); C – diferença de coloração entre cerne (marrom avermelhado) e alborno (amarelado). Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013, na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

A banda de parênquima marginal foi melhor visualizada na região do alborno, e apresentou-se como camadas de células de espessura variável ao longo do lenho, esse tipo de delimitação também foi encontrada em indivíduos de *Schinopsis lorentzii* coletados no Chaco Argentino, região que também apresenta forte sazonalidade climática (GIMÉNEZ; LÓPEZ, 2002). O espessamento das paredes das fibras é ocasionado pela escassez de recursos durante o período de seca, e pode ser visualizado a olho nu como camadas mais escuras após as camadas mais claras da madeira, que correspondem ao lenho inicial (Figura 6).

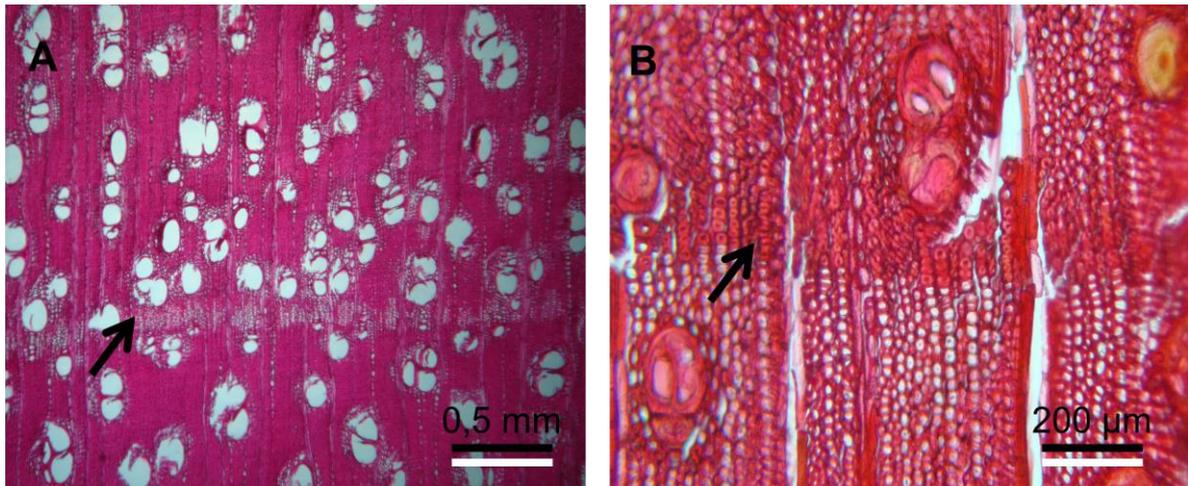


Figura 6: A – imagem microscópica da banda de parênquima axial marginal (seta); B – detalhe do espessamento das paredes das fibras no lenho tardio (seta). Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013, na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

A *S. brasiliensis* apresentou vasos pequenos a médios ($76,76 \mu\text{m}$) e curtos ($205,20 \mu\text{m}$), que ocuparam uma área média de $0,009 \text{ mm}^2$, apesar disso, ocorreram com baixa frequência ($10,72 \text{ vasos/mm}^2$) ao longo de todo o lenho. As pontoações eram areoladas alternas e as placas de perfuração eram do tipo escalariforme. Os vasos se distribuíam uniformemente em arranjo paralelo aos raios e perpendicular aos anéis de crescimento, aparecendo solitários ou múltiplos de dois ou três. Essa distribuição dos vasos é característica frequente em diferentes ecossistemas brasileiros (ALVES; ANGYALOSSY-ALFONSO, 2000). O parênquima axial paratraqueal era do tipo vasicêntrico, formando uma bainha com número de células variável ao redor dos vasos (Figura 7).

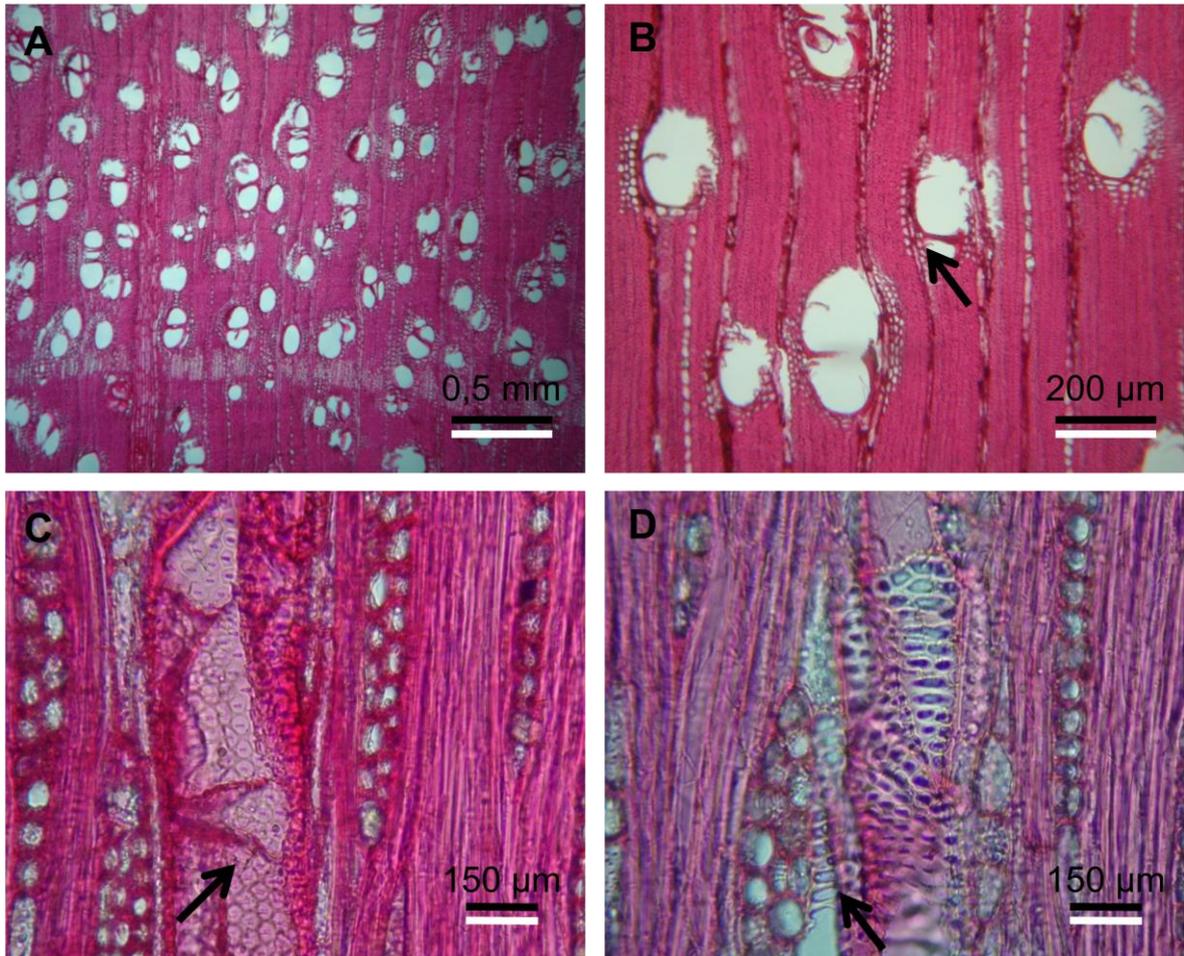


Figura 7: A – vasos solitários e múltiplos (2-3); B – parênquima vasicêntrico formando bainha ao redor dos vasos; C – pontoações areoladas alternas; D – placa de perfuração do tipo escalariforme. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013, na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

S. brasiliensis apresenta índice de vulnerabilidade = 7,16 e de mesomorfia = 1468. Os valores indicaram o comportamento de uma espécie mesofítica, apesar do déficit hídrico a que está submetida. Guimarães (2009) também classificou a espécie *Anadenanthera colubrina* (angico) como mesofítica, essa espécie se distribui amplamente na Caatinga, e na área de estudo é a terceira em nível de importância ecológica com 88% de frequência e 151 indivíduos amostrados (OLIVEIRA, 2012). De acordo com Prado (2003), a caatinga é caracterizada principalmente por espécies vegetais adaptadas ao estresse hídrico e ao armazenamento de água, porém, na floresta de caatinga alta, espécies mesofíticas podem ser encontradas.

No cerne, a maioria dos vasos estava obstruída por tiloses. Elas se formam durante o processo de cernificação, após a morte celular, e podem ser depósitos de substâncias, ou

expansões das paredes celulares de células parenquimáticas adjacentes (Figura 8). Considerando que o cerne é uma região do xilema secundário que não é mais funcional, a formação de tiloses pode ocorrer para evitar o processo de cavitação (formação de bolhas de ar dentro dos vasos de espécies que crescem em regiões com déficit hídrico), para evitar o transporte de seiva, mantendo a estrutura das células mortas preservada e para evitar a passagem de fungos e outros microorganismos que possam degradar a madeira (COSTA et al, 2006; BOTOSSO, 2009; CASTRO, 2009). A grande quantidade de tiloses observada pode estar relacionada à alta resistência do cerne de *S. brasiliensis* à degradação por fungos, justificando o grande valor econômico desta madeira para a construção civil, principalmente em ambientes externos (BENIGNO; MEDEIROS; LIMA, 2004; PAES; MORAIS; LIMA, 2005; PAES et al, 2009).

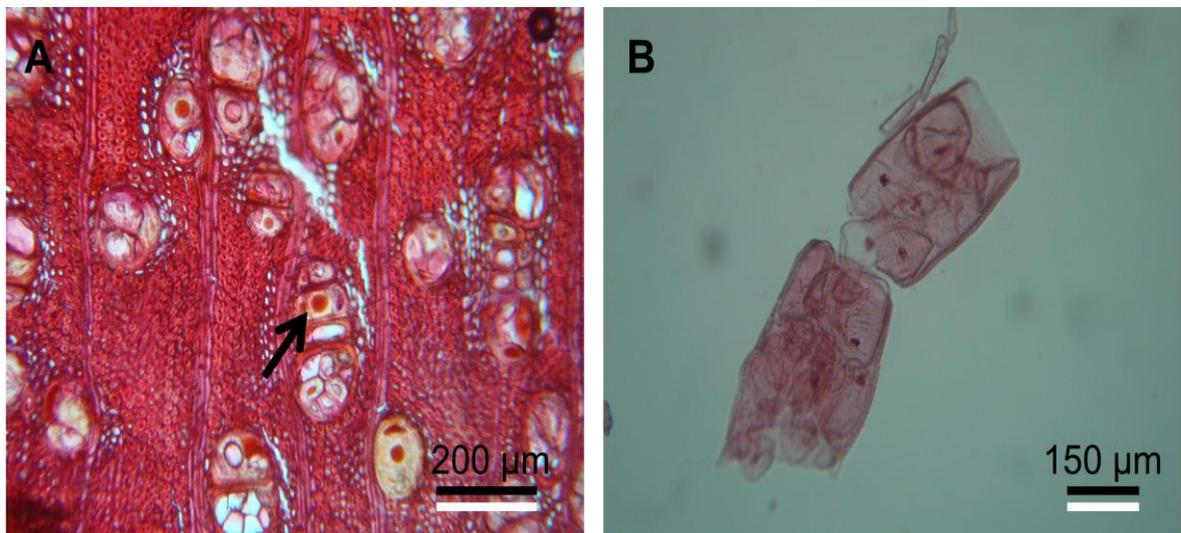


Figura 8: A – vasos solitários e múltiplos de dois ou três com tiloses em seu interior, detalhe de tilose esclerosada (espessamento da parede) (seta); B – presença de tiloses no interior de elementos de vasos do cerne. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013, na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

Os raios eram heterogêneos, com células procumbentes e quadradas, formados por uma ou mais fileiras de células que não apresentavam estratificação (Figura 9). A frequência média foi de 7,30 raios/mm, com raios medindo 28,02 μm e 320,87 μm de largura e altura médias, respectivamente.

Muitos depósitos de oxalato de cálcio em forma de cristais romboédricos foram encontrados dentro das células do parênquima radial. Estudos indicam várias funções aos cristais, como depósitos de metabólitos secundários e íons tóxicos, suporte e proteção contra herbivoria, e atuação na regulação da pressão osmótica (FRANCESCHI; HORNER, 1980;

NAKATA, 2003). A presença de solutos, como amido e cristais de oxalato de cálcio nas células parenquimáticas é, com frequência, associada à resposta das espécies submetidas ao déficit hídrico, pois auxilia na absorção de água (LIMA; OLIVEIRA; RODRIGUES, 2009). Gonçalves (2006) ao fazer a caracterização anatômica de doze espécies da família Anacardiaceae, observou que dez delas apresentavam cristais prismáticos no parênquima radial, entre elas *Spondias tuberosa*, espécie endêmica da Caatinga e de ocorrência na área de estudo. Alguns raios multisseriados apresentavam canais secretores. A *S. brasiliensis* é grande produtora de resina e de taninos, substâncias que ajudam a aumentar a dureza e resistência do cerne (CNIP, 2013). As espécies *Schinopsis balansae*, que pode ocorrer no Pantanal, e *Schinopsis lorentzii* são duas das principais fontes comerciais de taninos no mundo, podendo ser extraídos 16-25% de taninos de seus cernes (MORI et al, 1999; VITAL et al, 2001; CNIP, 2013).

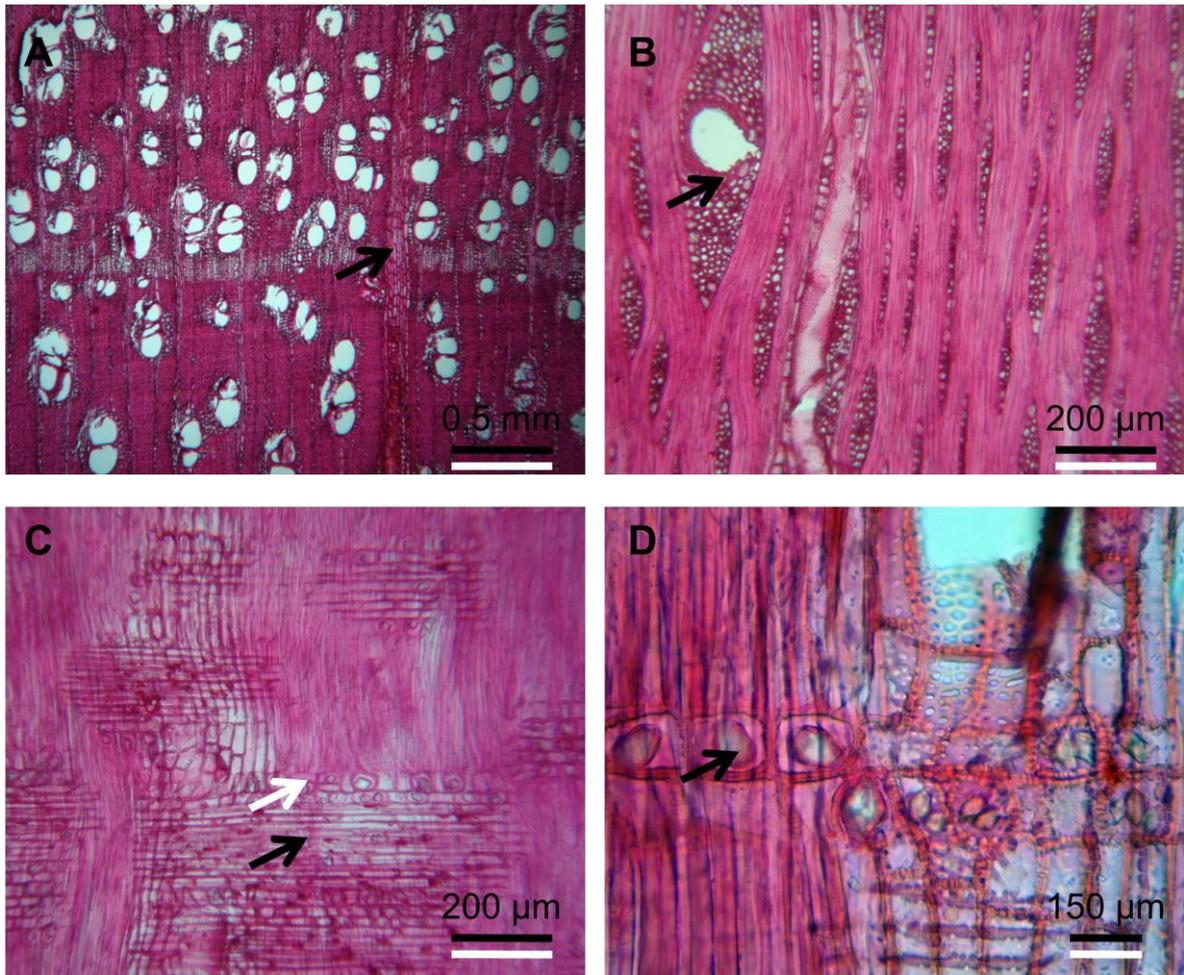


Figura 9: A – raio multisseriado (seta); B – arranjo radial não estratificado, com presença de raios unisseriados e multisseriados, canal radial secretor de substâncias à base de taninos (seta); C – células parenquimáticas radiais procumbentes (seta preta) e quadradas (seta branca); D – células radiais quadradas com depósitos de oxalato de cálcio em forma de cristais romboédricos. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

A madeira de *S. brasiliensis* apresentou fibras com média de 14,43 µm de espessura total, 4,97 µm de lume, 5,12 µm de parede, e 492,34 µm de comprimento, correspondendo a fibras grossas e curtas (Figura 10). Essas mesmas características foram encontradas para *Schinopsis lorentzii* e são de grande importância para a alta resistência do lenho destas espécies (GIMÉNEZ, 2000; GIMÉNEZ; LÓPEZ, 2000).

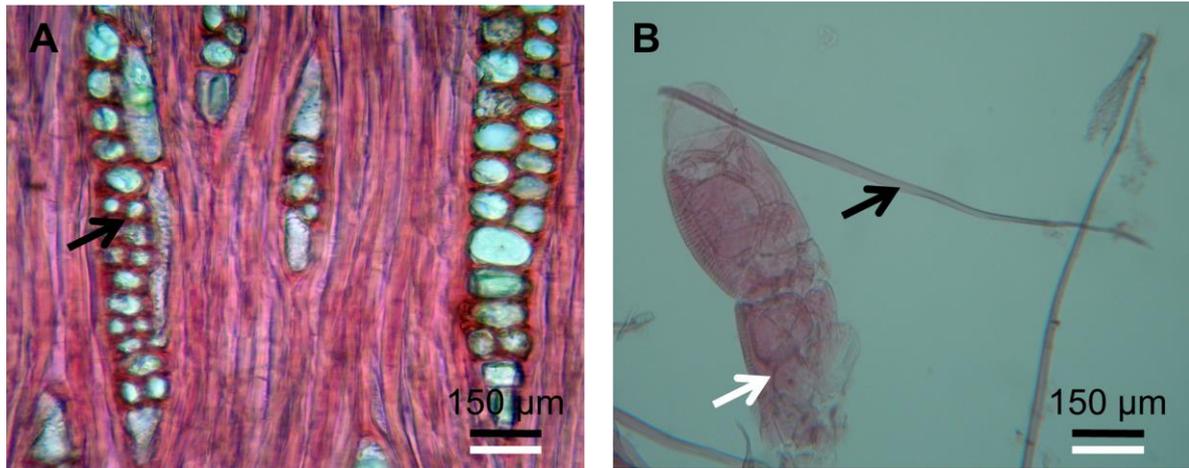


Figura 10: A – Tecido fibroso com raios unisseriados e multisseriados (seta); B – elementos de vaso (seta branca) e fibras (seta preta) dissociados. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013, na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

Com relação à variação dos elementos estruturais do lenho, todos os parâmetros analisados obtiveram maiores valores no alburno, exceto a largura total e a espessura das paredes das fibras (Tabela 2). Muitas espécies madeireiras sofrem variações anatômicas e químicas no sentido cerne-alburno, pois as células presentes no cerne são formadas quando a árvore ainda está em período juvenil e o crescimento é mais rápido, enquanto as células do alburno, mais externas, se formam depois que a árvore entrou na fase adulta (LONGUI et al, 2010).

Tabela 2: Medidas anatômicas dos elementos estruturais do xilema secundário de *S. brasiliensis*. Valores da variação entre cerne e alburno (n=30). Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

Estrutura	Medidas dos elementos anatômicos									
	Cerne					Alburno				
	Máx.	Mín.	x	S	CV (%)	Máx.	Mín.	x	S	CV (%)
<i>Vasos</i>										
Nº/mm ²	13	4	8,50	2,43	0,29	19	8	12,93	3,56	0,27
Área mm ²	0,015	0,001	0,008	0,004	0,49	0,02	0,002	0,01	0,004	0,38
Diâmetro µm	100	27,50	67,25	17,37	0,26	132	45	86,26	21,77	0,25
Comprimento µm	332	23,53	148	76,96	0,52	401	84,90	235	81,24	0,35
<i>Raios</i>										
Nº/mm	8	4	6,14	1,11	0,18	11	5	8,66	1,65	0,19
Largura µm	35,08	17,50	27,32	4,67	0,17	42,57	17,50	28,07	5,78	0,21
Altura µm	394	155	264	63,26	0,24	511	217	345	68,06	0,19
<i>Fibras</i>										
Largura µm	23,30	9,60	15,30	3,56	0,23	17	10	13,55	1,77	0,13
Lume µm	6,3	2,70	4,29	1,06	0,25	8,50	3,20	5,43	1,33	0,24
Parede µm	9	3,20	5,93	1,38	0,23	6,10	2,20	4,13	1,17	0,28
Comprimento µm	928	149	424	177	0,42	881	240	554	152	0,27

Sendo: Máx.=valor máximo; Mín.=valor mínimo; x=média; S=desvio padrão; e CV(%)=coeficiente de variância.

Os parâmetros frequência, área, diâmetro e comprimento dos elementos de vaso, foram significativamente diferentes entre cerne e alburno, com os vasos do cerne apresentando valores inferiores em todas as análises. A variação entre as duas regiões da madeira é frequente, pois o câmbio sofre mudanças progressivas à medida que envelhece, conseqüentemente, as células formadas também apresentam variações dimensionais, de número e de composição química (PANSWIN; DE ZEEUW, 1964).

A frequência de vasos é um parâmetro que geralmente diminui no alburno (NISGOSKI et al, 2012). Essa tendência foi observada em *Mimosa ophthalmocentra* e *Mimosa tenuiflora*, em áreas de caatinga do estado de Pernambuco (SILVA et al, 2011), *Terminalia ivorensis* (URBINATI et al, 2003), *Liquidambar styraciflua* (ZANON et al, 2009), e *Pittosporum undulatum* (LONGUI et al, 2011). Porém, para *S. brasiliensis* a tendência foi oposta, com o aumento significativo da frequência de vasos no alburno (Figura 11), característica também observada para *Poincianella pyramidalis*, espécie endêmica da caatinga (SILVA et al, 2009).

S. brasiliensis apresentou aumento no diâmetro dos vasos no alburno (Figura 11), mesma variação encontrada para *Astronium lecointei* (MELO et al, 2013), e *Schinopsis lorentzii* (GÍMENEZ; LÓPEZ, 2000). O diâmetro dos vasos é uma característica anatômica que tende a aumentar em direção ao alburno, se comportando como uma adaptação do tecido para aumentar a capacidade de condução de seiva bruta, e é diretamente proporcional ao aumento da área do vaso (LONGUI et al, 2010; NISGOSKI et al, 2012). *Astronium lecointei* (MELO et al, 2013), *Acrocarpus fraxinifolius* (NISGOSKI et al, 2012), *Piptadenia gonoacantha* (LONGUI et al, 2010), *Pittosporum undulatum* (LONGUI et al, 2011), *Terminalia ivorensis* (URBINATI et al, 2003), *Schinopsis lorentzii* (GÍMENEZ, 2000; GÍMENEZ; LÓPEZ, 2000) também apresentaram aumento significativo no diâmetro dos vasos no alburno. Fan, Cao & Becker (2009) sugerem que essas variações possam indicar o estágio de maturação do lenho.

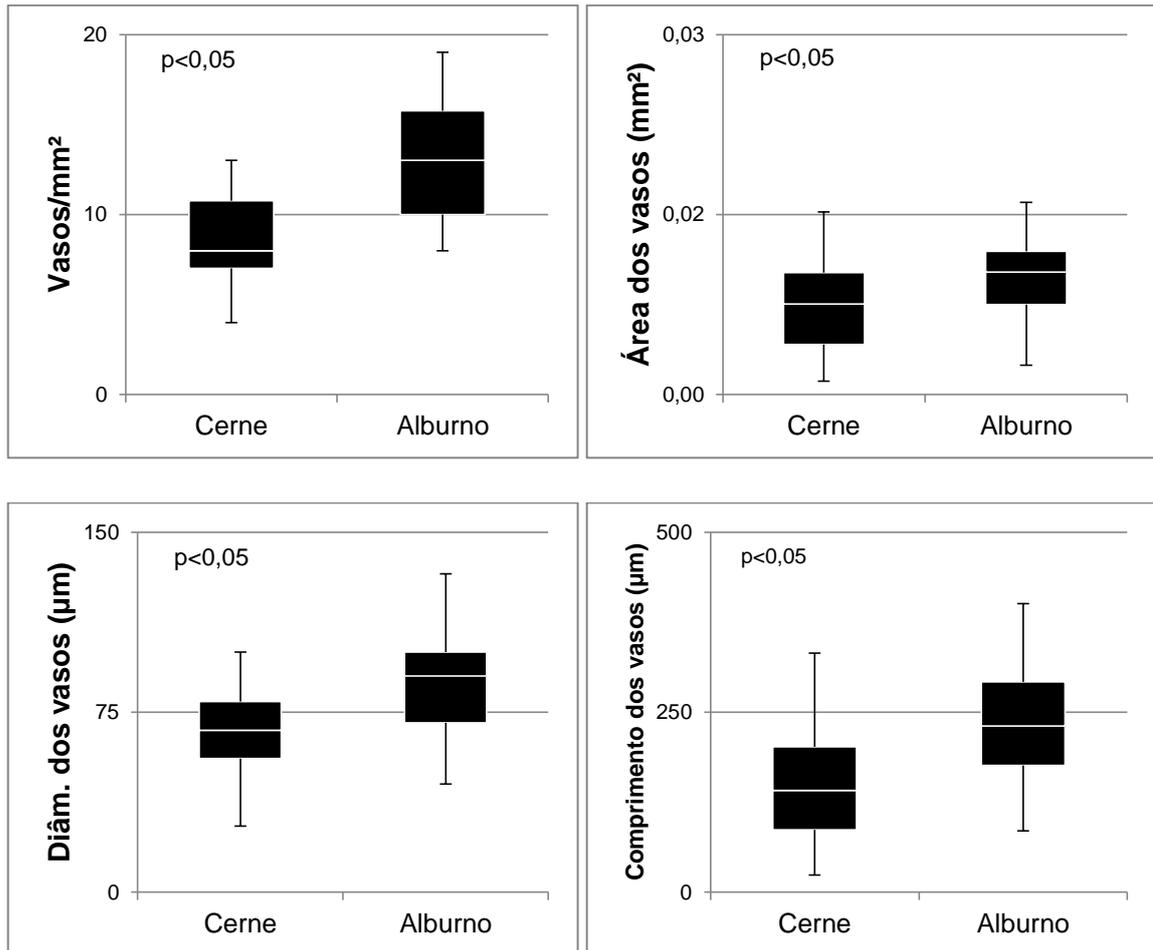


Figura 11: Variações entre cerne e alburno dos valores de frequência e dimensões dos elementos de vaso de *S. brasiliensis* (n=30). Parâmetros: Frequência de vasos por mm²; área dos vasos em mm²; diâmetro dos vasos em µm; e comprimento dos vasos em µm. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

Os valores de frequência, largura e altura dos raios de *S. brasiliensis* foram maiores no alburno (Figura 12). A mesma tendência de frequência também foi observada para *Poincianella pyramidalis* (SILVA et al, 2009), diferentemente do observado em *Piptadenia gonoacantha* (LONGUI et al, 2010), *Terminalia ivorensis* (URBINATI et al, 2003), *Acrocarpus fraxinifolius* (NISGOSKI et al, 2012), e *Liquidambar styraciflua* (ZANON et al, 2009). O aumento em largura e altura dos raios no alburno também foi observado para *Piptadenia gonoacantha* (LONGUI et al, 2010), e *Schinopsis lorentzii* (GÍMENEZ; LÓPEZ, 2000).

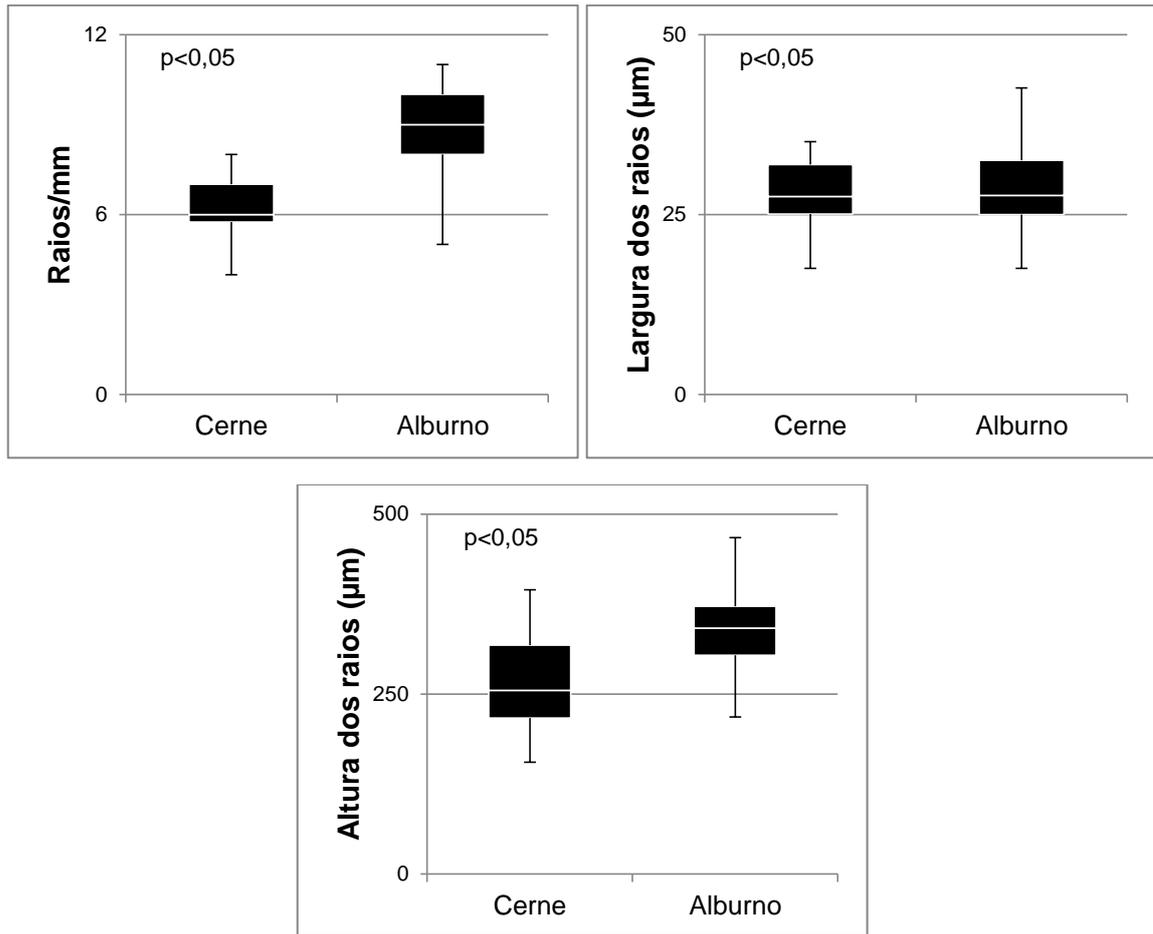


Figura 12: Variações entre cerne e alburno dos valores de frequência e dimensões dos raios – parênquima radial de *S. brasiliensis* (n=30). Parâmetros: Frequência linear de raios por mm; largura dos raios em μm ; e altura dos raios em μm . Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

Os parâmetros, largura do lume e altura das fibras, aumentaram significativamente no alburno, enquanto a largura total e das paredes das fibras foi maior no cerne (Figura 13). *Astronium lecointei* (MELO et al, 2013), *Acrocarpus fraxinifolius* (NISGOSKI, 2012), *Terminalia ivorensis* (URBINATI et al, 2003), *Anadenanthera colubrina* (SUCKOW et al, 2009), *Tectona grandis* (GARCIA et al, 2009), e *Schinopsis lorentzii* (GÍMENEZ; LÓPEZ, 2000) apresentaram a mesma variação para a altura das fibras. Segundo Trugilho, Lima & Mendes (1996), o aumento das fibras em altura à medida que a planta envelhece é frequente, e ocorre por conta do amadurecimento cambial e do aumento do comprimento das células iniciais fusiformes, que dão origem ao tecido fibroso. Com relação à largura do lume e da parede das fibras, *Anadenanthera colubrina* (SUCKOW et al, 2009), *Tectona grandis* (GARCIA et al, 2009), *Pittosporum undulatum* (LONGUI et al, 2011), apresentaram variação inversa à encontrada para *S. brasiliensis*. Para essas espécies houve aumento significativo da

largura da parede das fibras no alburno, e diminuição significativa do diâmetro do lume no alburno para as duas últimas.

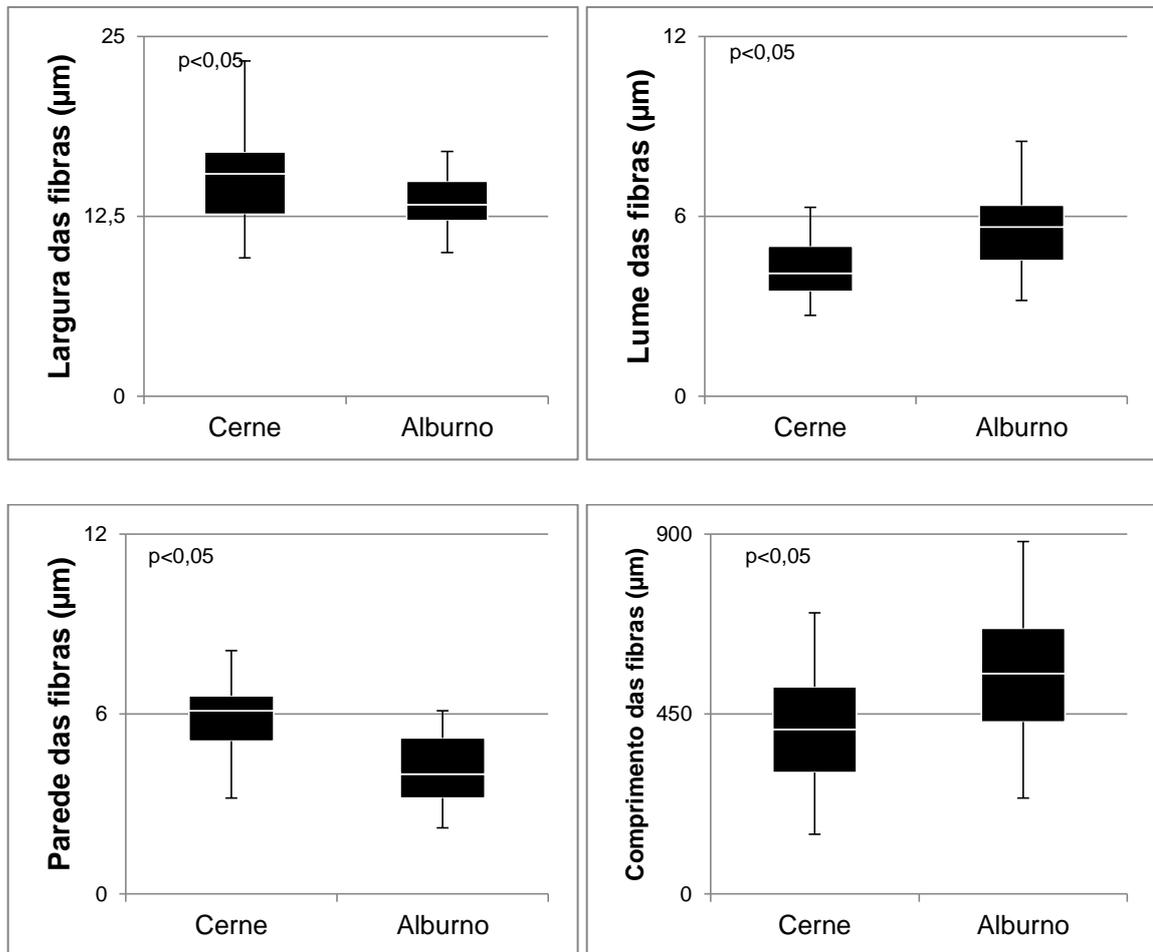


Figura 13: Variações entre cerne e alburno dos valores de dimensões das fibras de *S. brasiliensis* (n=30). Parâmetros: Largura total em µm; largura do lume em µm; largura da parede em µm; e comprimento em µm. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

Segundo Longui et al (2010), a maioria das espécies madeireiras apresentam diferenças em suas estruturas anatômicas e químicas entre o cerne e o alburno, essas variações dos elementos anatômicos entre cerne e alburno são comuns por conta dos processos naturais de amadurecimento/envelhecimento dos indivíduos. Para *S. brasiliensis* todas as características anatômicas apresentaram diferenças significativas entre as duas regiões do lenho, evidenciando a estrutura anatômica que permite a alta resistência e durabilidade do seu cerne.

5. CONCLUSÕES

- Os resultados obtidos permitem a complementação da descrição da espécie, pois caracterizam a madeira de *S. brasiliensis* nos níveis macroscópicos e microscópicos;
- As duas regiões do lenho, cerne e alborno, são significativamente diferentes entre si, exceto para os parâmetros largura total e largura da parede das fibras, evidenciando as características estruturais que tornam o cerne a região mais resistente da madeira dessa espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios da natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C. Uso de recursos florestais da caatinga: o caso do agreste do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil). **Interciencia**, v.27, n.7, p.336-346. Caracas, Venezuela, 2002.
- ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C.; SILVA, A. C. O. Use of plant resources in a seasonal dry forest (Northeastern Brazil). **Acta Botanica Brasilica**, v.19(1): 27-38, 2005.
- ALBUQUERQUE, U. P.; MEDEIROS, P. M.; ALMEIDA, A. L. S.; MONTEIRO, J. M.; LINS NETO, E. M. F.; MELO, J. G.; SANTOS, J. P. Medicinal plants of caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: A quantitative approach. **Journal of Ethnopharmacology**, v.114, p.325-354, 2007.
- ALMEIDA, C. F. C. B. R.; LIMA e SILVA, T. C.; AMORIM, E. L. C.; MAIA, M. B. S.; ALBUQUERQUE, U. P. Life strategy and chemical composition as predictors of the selection of medicinal plants from the caatinga (Northeast Brazil). **Journal of Arid Environments**, v.62, p.127-142, 2005.
- ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species.1. Growth rings and vessels. **IAWA Journal**, v.21(1), p.3-30, 2000.
- ANHOLETTO JÚNIOR, C. R. **Dendroecologia e composição isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) dos anéis de crescimento de árvores de *Cedrela odorata*, Meliaceae, na Caatinga e Mata Atlântica do estado de Sergipe**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais, Piracicaba/SP, 2013.
- BAAS, P.; WHEELER, E.; GASSON, P. **IAWA List of microscopy features for hardwood identification**. IAWA Committee, 322 p. 1989.
- BENIGNO, J. P.; MEDEIROS, V. M.; LIMA, C. R. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a fungos xilófagos em condições de laboratório. **Árvore**, v.28, n.2, p.275-282, 2004.
- BOTOSSO, P. C. Identificação macroscópica de madeiras: guia prático e noções básicas para o seu conhecimento. **Dados eletrônicos – Embrapa Florestas**, Colombo/PR, 2009.
- BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Lista de espécies da flora do Brasil ameaçada de extinção**. 2008.
- BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da Madeira**. São Paulo: Nobel, 1991.
- CAMPOS, H. **Enciclopédia Agrícola Brasileira**. Editora da Universidade de São Paulo, ESALQ – São Paulo/SP, 1995.
- CARLQUIST, S. Ecological factors in wood evolution: A floristic approach. **American Journal of Botany**, v.64, n.7, p.887-896, 1977.
- CARLQUIST, S.; HOEKMAN, D. A. Ecological wood anatomy of the woody southern Californian flora. **IAWA Bulletin**, v.6(4), 1985.

CARVALHO, P. E. R. Braúna-do-sertão – *Schinopsis brasiliensis*. Comunicado Técnico: **Embrapa Florestas**, Colombo/PR, 2009.

CASTRO, E. M.; **Histologia vegetal: Estrutura e função de órgãos vegetativos**. Editora UFLA, Lavras/MG, 2009.

CNIP – CENTRO NORDESTINO DE INFORMAÇÕES SOBRE PLANTAS. **Baraúna**. Disponível em: www.cnip.org.br, acessado em 12/11/2013.

COSTA, C. G.; CALLADO, C. H.; CARADIN, V. T. R.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Xilema**. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. Anatomia Vegetal. Editora UFV, Viçosa/MG, 2006.

ESAU, K. **Anatomía Vegetal**. 3ª Ed. Ediciones Omega, S. A., Barcelona. Spain, 1985.

EVERT, R. F. **Esau's Plant Anatomy: Meristems cells and tissues of plant body – Their structure, function and development**. 3ª ed. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey – USA, 2007.

FAN, Z.; CAO, K.; BECKER, P. Axial and radial variations in xylem anatomy of Angiosperm and Conifer trees in Yunnan, China. **IAWA Journal**, v.30(1), p.1-13, 2009.

FRANCESCHI, V. R.; HORNER, H. T. Calcium oxalate crystals in plants. **The Botanical Review**, v.46: 361-427, 1980.

GARCIA, R.; LIMA, I. L.; LONGUI, E. L.; FLORSHEIM, S. M. B. Influência do espaçamento e da posição radial na variação de elementos anatômicos na madeira de *Tectona grandis* Linn. **Instituto Florestal – Série Registros**, n.40, p.51-56. São Paulo, 2009.

GARTNER, B. L. **Plant stems: Physiological and functional morphology**. In: GARTNER, B. Plant Stems. Academic Press Limited. San Diego, California, USA. 1995.

GIMÉNEZ, A. M. Gradiente radial de los elementos anatômicos Del leño em *Schinopsis quebracho-colorado* (Schlecht.) Barkl. et Meyer, Anacardiaceae. **Bosque**, v.21(2), p.31-45, 2000.

GIMÉNEZ, A. M.; LÓPEZ, C. R. Caracteres anatômicos que determinan La variabilidad Del leño em *Schinopsis quebracho-colorado* (Schlecht.) Barkl. et Meyer, Anacardiaceae. **Invest. Agr.: Sist. Recur. For.**, v.9(2), 2000.

GIMÉNEZ, A. M.; LÓPEZ, C. R. Variación longitudinal de los elementos Del leño em *Schinopsis queracho-colorado* (Schlecht.) Barkl. et Meyer Anacardiaceae. **Madera y Bosques**, v.8(2), p.27-38, 2002.

GONÇALVES, F. B. **Chuva de sementes em remanescente de Caatinga no município de Porto da Folha, Sergipe – Brasil**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação. São Cristóvão/SE, 2012.

GONÇALVES, T. A. P. **Contribuição ao conhecimento da anatomia da madeira das famílias: Anacardiaceae, Annonaceae, Aquifoliaceae, Apocynaceae e Araliaceae, através de amostras carbonizadas do lenho de espécies brasileiras**. Monografia de Conclusão de Curso. Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica/RJ, 2006.

GONZAGA, T. W. C.; MATA, M. E. R. M. C.; SILVA, H.; DUARTE, M. E. M. Criopreservação de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* Engl.), e baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.2, 2003.

GUIMARÃES, R. S. **Anatomia do lenho de *Anadenanthera colubrina* em diferentes fitofisionomias da Floresta Atlântica no estado do Rio de Janeiro: Ilha Grande e Itatiaia.** Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro – Escola Nacional de Botânica Tropical. Rio de Janeiro/RJ, 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010.** 2010.

IHAKA, R.; GENTLEMAN, R. R: A language for data analysis and graphics. **Journal of Computational and Graphical Statistics**, v.5(3), p.299-314, 1996.

LIMA, R. S.; OLIVEIRA, P. L.; RODRIGUES, L. R. Anatomia do lenho de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae-Mimosoideae) ocorrente em dois ambientes. **Revista Brasileira de Botânica**, v.32, n.2, p.361-374, 2009.

LONGUI, E. L.; LIMA, I. L.; SILVA JÚNIOR, F. G.; BUFOLO, A.; SUCKOW, I. M. S.; FLORSHEIM, S. M. B. Variação radial das características anatômicas, densidade aparente, teores de extrativos, lignina e holocelulose na madeira de *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr. **Scientia Florestalis**, v.38, n.87, p.341-353, Piracicaba/SP, 2010.

LONGUI, E. L.; ROMEIRO, D.; SILVA, M. T.; RIBEIRO, A.; GOUVEIA, T. C.; LIMA, I. L.; FLORSHEIM, S. M. B. Caracterização do lenho e variação radial de *Pittosporum undulatum* Vent. (pau-incenso). **Hoehnea**, v.38(1), p.37-50, 2011.

MARQUES, P. A.; CALLADO, C. H.; BARROS, C. F.; COSTA, C. G. Variação intrespecífica do lenho de *Eugenia uniflora* L. em duas diferentes fitofisionomias do Complexo Vegetacional Atlântico. **Floresta e Ambiente**, v.19(4), p.483-496, 2012.

MELO, L. E. M.; SILVA, C. J.; URBINATI, C. V.; SANTOS, I. S.; SOARES, W. F. Variação anatômica no lenho de *Astronium lecointei* Ducke. **Floresta e Ambiente**, v.20(1), p.135-142, 2013.

MORI, F. A.; VITAL, B. R.; LUCIA, R. M. D.; VALENTE, O. F.; PIMENTA, A. S. Utilização de resinas à base de taninos da casca de *Eucalyptus grandis* W. Hillex Maiden na produção de painéis compensados. **Árvore**, v.23, n.4, p.455-461, Viçosa/MG, 1999.

NAKATA, P. A. Advances in our understanding of calcium oxalate crystal formation and function in plants. **Plant Science**, v.164, p.901-909, 2003.

NISGOSKI, S.; TRIANOSKI, R.; MUÑIZ, G. I. B.; MATOS, J. L. M.; STYGAR, M. Variação radial das estruturas da madeira de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight&Arn. **Floresta e Ambiente**, v.19(3), p.316-324, 2012.

OLIVEIRA, D. G. **Análise da vegetação em um fragmento de caatinga no município de Porto da Folha, Sergipe, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação. São Cristóvão/SE, 2012.

- PAES, J. B.; MORAIS, V. M.; LIMA, C. R. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a fungos causadores da podridão-mole. *Árvore*, v.29, n.3, p.365-371, Viçosa/MG, 2005.
- PAES, J. B.; MORAIS, V. M.; LIMA, C. R.; SANTOS, G. J. C. Resistência natural de nove madeiras do semiárido brasileiro a fungos xilófagos em simulares de campo. *Árvore*, v.33, n.3, p.511-520, 2009.
- PANSHIN, A. J.; DE ZEEUW, C. **Textbook of Wood Technology: structure, identification, properties and uses of the commercial woods of the United States and Canada**. 3ª ed. Nova York: McGraw-Hill, 1964.
- RAMALHO, R. S. **O uso do macerado no estudo anatômico de madeiras**. Viçosa/MG: UFV, 1987.
- RAVEN, H. P.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1996.
- SAMPAIO, E. V. S. B. **Overview of the Brazilian caatinga**. In: BULLOCK, S. H.; MOONEY, H. A.; MEDINA, E. Seasonally dry tropical forests. Cambridge University Press, 1995.
- SANTOS, G. B.; SOUSA, I. F.; BRITO, C. O.; SANTOS, V. S.; BARBOSA, R. J.; SOARES, C. Estudo bioclimático das regiões litorânea, agreste e semiárida do estado de Sergipe para a avicultura de corte e postura. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, n.1, p.123-128, 2014.
- SEMARH – SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DE SERGIPE. **Dados diários de precipitação dos anos 2003 até 2012**. Disponível em: www.semarh.se.gov.br/meteorologia, acesso em 21/02/2013.
- SILVA, L. B.; SANTOS, F. A. R.; GASSON, P.; CUTLER, D. Anatomia e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v.23(2), p.436-445, 2009.
- SILVA, L. B.; SANTOS, F. A. R.; GASSON, P.; CUTLER, D. Estudo comparativo da madeira de *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth e *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Fabaceae-Mimosoideae) na caatinga nordestina. *Acta Botanica Brasilica*, v.25(2): 301-314, 2011.
- SOFFIATTI, P.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Estudo anatômico comparativo do lenho e da casca de duas espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo/SP, v.22, n.2, p.175-184, 1999.
- SUCKOW, I. M. S.; LONGUI, E. L.; LIMA, I. L.; FLORSHEIM, S. M. B.; AGUIAR, O. T. Anatomia da madeira e densidade básica de Angico-branco – *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. *Instituto Florestal – Série Registros*, n.40, p.131-135. São Paulo, 2009.
- TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. *Revista Cerne*, v.2, n.2, p.94-111. Lavras, 1996.
- URBINATI, C. V.; AZEVEDO, A. A.; SILVA, E. A. M.; LISBOA, P. L. B. Variação estrutural quantitativa no lenho de *Terminalia ivorensis* A. Chev., Combretaceae. *Acta Botanica Brasilica*, 17(3), p.421-437, 2003.

VITAL, B. R.; SHIMADA, A. N.; LUCIA, R. M. D.; VALENTE, O. F.; PIMENTA, A. S. Avaliação dos taninos da casca de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex. Maiden como preservativo da madeira. **Árvore**, v.25, n.2, p.245-256, Viçosa/MG, 2001.

ZANON, B. R.; LIMA, I. R.; LONGUI, E. L.; FLORSHEIM, S. M. B. Variação de algumas propriedades físicas e anatômicas da madeira de *Liquidambar styraciflua* L. (sweet gum) em função da posição radial na tora em diferentes classes de diâmetro. **Instituto Florestal – Série Registros**, n.40, p.69-74, São Paulo, 2009.

Capítulo 2

POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO DE *Schinopsis brasiliensis* Engl. (ANACARDIACEAE), DA CAATINGA SERGIPANA

1. INTRODUÇÃO

A influência das variáveis climáticas e ambientais sobre o desenvolvimento e a dinâmica das árvores, pode ser entendida através da *Dendrocronologia*, ciência que permite a observação de padrões de crescimento entre os indivíduos através da contagem e mensuração dos anéis de crescimento anuais, que são caracterizados pela presença de camadas com número, tamanho e composição de células diferentes entre si, reflexo da sensibilidade do câmbio de espécies lenhosas a períodos de escassez de recursos como água e nutrientes (WORBES, 1995; TOMAZELLO FILHO; BOTOSSO; LISI, 2001; GUTIÉRREZ, 2008).

A dendrocronologia é uma importante ferramenta para estudos sobre a estrutura e dinâmica das florestas tropicais, pois a interferência das variáveis climáticas e ambientais sobre o crescimento vegetal permite entender a situação atual das populações e a relação biológica das espécies com seu habitat (OLIVEIRA et al, 2007). Essas informações, denominadas ‘história natural’, são importantes para a proteção e manejo de espécies raras e ameaçadas de extinção, e estão relacionadas com a discussão a respeito de técnicas de manejo sustentável dos recursos naturais, regeneração natural e o ciclo de carbono das florestas tropicais (PRIMACK; RODRIGUES, 2001; WORBES, 2002). Por conta desses fatores, espécies tropicais e subtropicais destacam-se atualmente como potenciais para estudos dendrocronológicos, pois vivem em ambientes com sazonalidade climática persistente, como períodos anuais de seca ou de inundação (MATTOS et al, 2011).

A *Schinopsis brasiliensis* Engl. (n.v.: braúna, baraúna) é uma espécie arbórea terrícola pertencente à família botânica Anacardiaceae, é nativa do Brasil com distribuição nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, e de ocorrência nos Domínios Fitogeográficos da Caatinga e Cerrado (SILVA-LUZ; PIRANI, 2013). A resistência da sua madeira faz com que tenha grande visibilidade à exploração para a fabricação de móveis e construção civil, porém a

espécie não se encontra uniformemente dispersa em suas áreas de ocorrência, o que diminui as taxas de variabilidade genética e ameaça as populações existentes (GONZAGA et al, 2003; SANTOS et al, 2007). O conjunto desses fatores levou à sua inclusão na Lista de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção, evidenciando a necessidade de estratégias de conservação mais eficientes e que estabeleçam uma área maior de unidades que visem a preservação desta e de outras espécies ameaçadas (SANTOS et al, 2007; BRASIL, 2008).

O estudo dendrocronológico de *S. brasiliensis* faz-se necessário uma vez que permitirá o conhecimento da situação de seus indivíduos frente às variações climáticas no decorrer dos anos. E os resultados poderão auxiliar na elaboração de políticas públicas ambientais que visem a sua conservação e de seu habitat, considerando não somente a sua classificação como espécie rara e ameaçada, mas também o forte processo de desertificação que ameaça o bioma Caatinga, que revela uma forte e crescente necessidade de preservação das áreas de vegetação nativas ou antropizadas.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Analisar o potencial de indivíduos de *Schinopsis brasiliensis* Engl. para estudos dendrocronológicos na Caatinga, através da construção de cronologias dos anéis de crescimento e correlações com os registros climáticos de precipitação e temperatura, e fazer uma expansão da série cronológica, através da análise dos anéis de crescimento de madeiras provenientes de construções rurais.

2.2. Específicos

- Fazer a datação e mensuração dos anéis de crescimento das amostras do lenho de *S. brasiliensis*, de árvores vivas e mortas oriundas de construções rurais;
- Expandir as cronologias dos indivíduos vivos através da sincronização das cronologias das madeiras de construção;
- Correlacionar as cronologias obtidas com os registros climáticos de precipitação e temperatura.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

As amostras de *Schinopsis brasiliensis* Engl. foram coletadas em uma área preservada de Caatinga do alto sertão do Estado de Sergipe. A área, de vegetação arbustivo-arbórea está localizada na Fazenda São Pedro (S 10°02.266'; W 37°24.965') (Figura 1), povoado Lagoa Grande, município de Porto da Folha, a área possui 50 hectares e altitude média de 168 m (OLIVEIRA, 2012). Porto da Folha localiza-se na Zona Climática do Semiárido do Estado de Sergipe, e possui população de 27.146 habitantes em uma área territorial de 877 km² (IBGE, 2010).

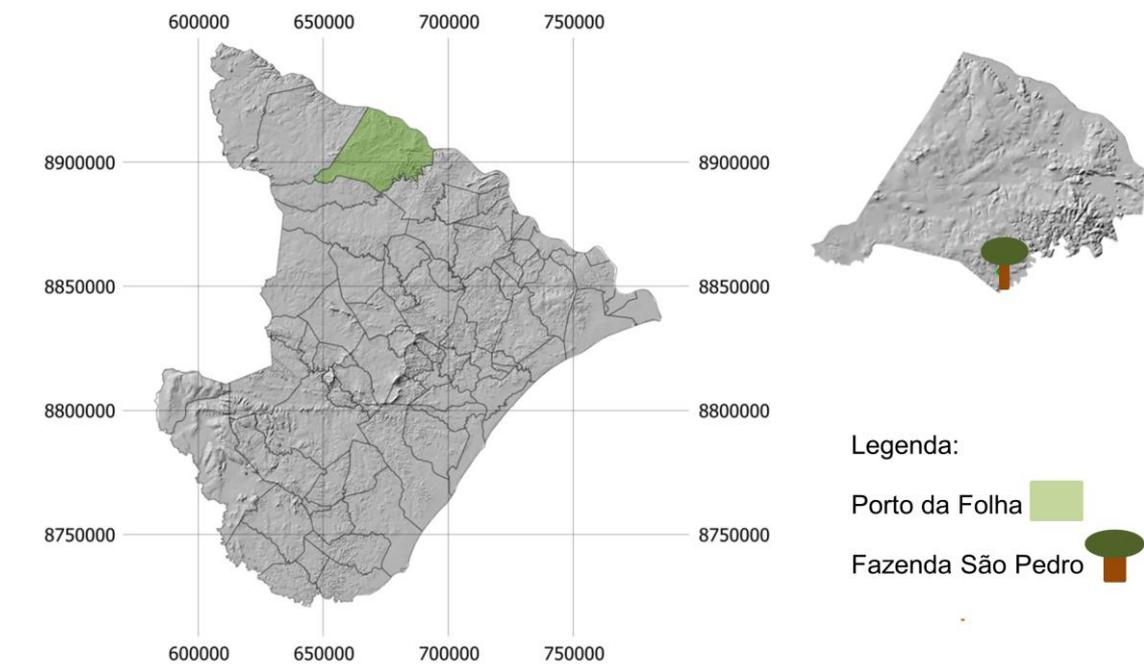


Figura 14: Estado de Sergipe, com destaque para o município de Porto da Folha/SE e a área de estudo, a Fazenda São Pedro (S 10°02.266'; W 37°24.965') no povoado Lagoa Grande (Mapa: Atlas Digital, SRH (2009) modificado por Henrique d'Avila).

A precipitação média do município de Porto da Folha – SE varia de 300-700 mm/ano, que se concentra entre os meses de março a julho, enquanto a temperatura média anual é de 25,6°C, com baixa amplitude térmica e pequena queda durante o período chuvoso (Figura 2) (SEMARH, 2013; SANTOS et al, 2014). Os solos são do tipo neossolos litólicos eutróficos, planossolos, regosol distróficos, e argissolos vermelho amarelo equivalentes eutróficos, e o relevo é caracterizado pela superfície pediplanada e pediplano sertanejo com interflúvios tabulares (SERGIPE, 2011).

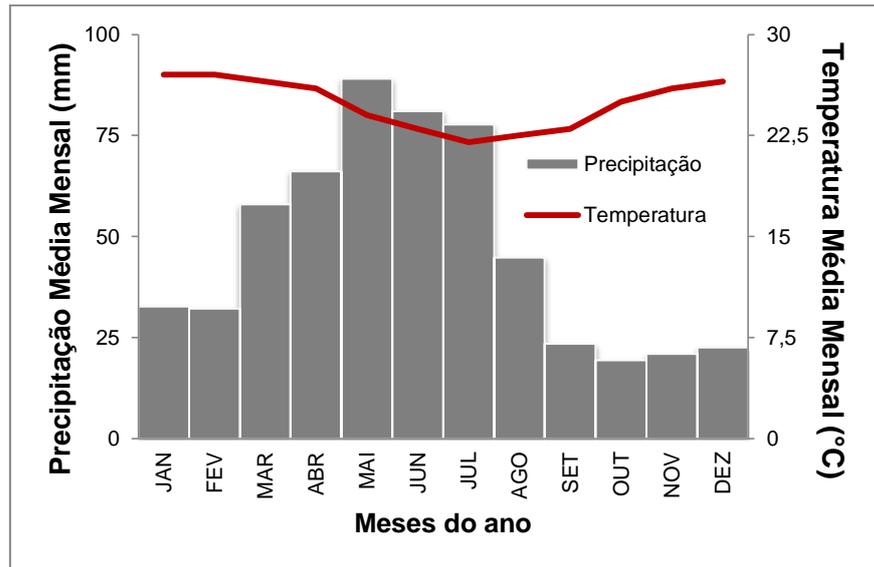


Figura 2: Variação média mensal dos parâmetros climáticos precipitação e temperatura do município de Porto da Folha/SE (SEMARH, 2013; SANTOS et al, 2014).

A espécie em estudo, *Schinopsis brasiliensis*, tem ampla distribuição na América do Sul, podendo ocorrer em várias regiões do Brasil e na Bolívia e Paraguai, geralmente em áreas de clima seco (CARVALHO, 2009). Na área de estudo ela é uma das dez espécies com maior importância ecológica, pois apresenta indivíduos bem estabelecidos, com os maiores valores de diâmetro e área basal, apesar do pequeno número (Figura 3) (OLIVEIRA, 2012). A presença dessa espécie ameaçada, e sua relevância ecológica em uma área de caatinga ainda preservada foram consideradas, pois é uma espécie longeva que pode ter armazenado informações ambientais e climáticas por um prolongado período de tempo, e essas informações podem auxiliar a elaboração de políticas ambientais de proteção à área de estudo, que apresenta-se melhor conservada que outras áreas de caatinga no estado.



Figura 3: A – aspecto geral do fragmento florestal da Fazenda São Pedro; B – um dos maiores espécimes de *S. brasiliensis* da área de estudo, DAP = 41,06 cm.

3.2. Coleta, preparo das amostras e análise dos dados

Após busca local foram coletadas amostras cilíndricas do lenho de treze indivíduos de *Schinopsis brasiliensis* Engl., à 1,30m do solo, através de método não-destrutivo, com auxílio de um trado de incremento motorizado Stihl BT45, as coletas foram realizadas nos meses de junho e julho de 2013. Foi utilizado método não-destrutivo pela facilidade de obtenção de amostras, e porque a espécie em estudo está incluída na Lista de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção, sendo, portanto, o seu corte proibido (BRASIL, 2008). Também foram coletadas seis amostras de madeiras de construção, provindas do curral e das pilastras de uma casa de taipa (Figura 4).



Figura 4: A – coleta não-destrutiva com trado motorizado; B – extração de amostra após perfuração da madeira; C e D – exemplos de construções onde foram coletadas amostras de madeira, curral e casa de taipa da propriedade. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

As amostras foram armazenadas no Laboratório de Anatomia Vegetal e Dendroecologia da Universidade Federal de Sergipe, onde foram secas e coladas em suportes de madeira para posterior polimento com lixas de diferentes granulometrias (80–600 p/mm²) visando destacar a estrutura macroscópica do lenho.

Com o auxílio de uma lupa Motic SMZ-168, os anéis de crescimento foram visualizados e demarcados. As amostras polidas foram digitalizadas em scanner HP Deskjet F4180 a 1200 dpi e as imagens obtidas foram analisadas através do software Image-Pro Plus 3.2, com precisão de 0,01 mm para mensuração da largura dos anéis de crescimento e obtenção de séries cronológicas individuais para cada amostra.

Foi analisado um total de treze amostras radiais de árvores de *S. brasiliensis*, número coincidente com o tamanho da população na área de estudo (OLIVEIRA, 2012). *S.*

brasiliensis é uma espécie que se caracteriza por ser solitária, pois não forma grandes associações, sendo, portanto, encontrados poucos indivíduos por área de vegetação de caatinga (CARVALHO, 2009).

3.3. Análise dendrocronológica

Após a mensuração dos anéis de crescimento, foram feitas análises de correlação entre as séries cronológicas através do procedimento de datação cruzada, com auxílio do software COFECHA (HOLMES, 1983), a fim de obter uma sincronização entre as séries de medidas dos anéis de crescimento. A datação cruzada permite a identificação de falsos anéis de crescimento e possíveis erros de mensuração (GRISSINO-MAYER, 2001). As medidas das amostras de madeira de construção foram comparadas com as dos espécimes vivos para identificação do ano de formação do primeiro anel de crescimento. As informações obtidas foram utilizadas para a expansão da cronologia e fornecimento de informações sobre os períodos anteriores aos obtidos com a análise dos anéis das árvores vivas (FRITTS, 1976).

Posteriormente, os dados foram analisados através do software Turbo ARSTAN (COOK; KRUSIC, 2005), onde foram retiradas as tendências de baixa frequência das séries cronológicas, que caracterizam as condições fisiológicas dos indivíduos, obtendo-se índices dimensionais distribuídos em quatro cronologias (Raw, Standart, Arstan e Residual). Em seguida foram feitas análises de correlação com os dados climáticos de precipitação acumulada (SEMARH) e índices de temperatura da superfície do mar (NOAA) por meio de correlações de Pearson, através do software RESPO (HOLMES, 1994) adaptado ao Excel, para obtenção da relação ‘taxa de crescimento – clima’.

Por fim, as cronologias obtidas foram analisadas para a verificação de períodos de maior ou menor crescimento das árvores, em conjunto e individualmente. Estas informações são responsáveis por indicar a influência das condições ambientais locais sobre o desenvolvimento e manutenção da população de *S. brasiliensis* estudada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os indivíduos amostrados possuíam diâmetros e alturas semelhantes aos sugeridos por Carvalho (2009) e CNIP (2013) para indivíduos adultos (Tabela 1).

Tabela 1: Descrição dos valores de diâmetro à altura do peito e altura total dos indivíduos de *S. brasiliensis* amostrados na Fazenda São Pedro. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

Amostra	Diâmetro (cm)	Altura (m)	Nº de anéis
<i>SBPF01</i>	40,92	12	54
<i>SBPF02</i>	40,60	14	59
<i>SBPF03</i>	29,46	13	46
<i>SBPF04</i>	31,05	14	61
<i>SBPF05</i>	36,15	13	53
<i>SBPF06</i>	28,98	14	52
<i>SBPF07</i>	31,21	12	55
<i>SBPF08</i>	35,51	11	53
<i>SBPF09</i>	43,63	15	89
<i>SBPF10</i>	53,18	11	54
<i>SBPF11</i>	40,44	14	36
<i>SBPF12</i>	41,08	12	53
<i>SBPF13</i>	62,10	20	107

Durante as coletas (jun-jul/2013), em plena estação chuvosa, os indivíduos apresentavam-se com folhas e alguns com intensa frutificação (Figura 5), corroborando o trabalho de Gonçalves (2012). Segundo Lima (2007), o período de brotamento das folhas de *S. brasiliensis* na caatinga varia de um ano para outro, mas sempre ocorre no fim da estação seca e prolonga-se até a estação chuvosa, com nova queda foliar na estação seca.

A presença de folhas durante a estação de chuvas, que na área de estudo corresponde aos meses de março a julho, indica a produção de biomassa vegetal por conta do aumento da precipitação pluviométrica. É nesse período que os indivíduos estão em plena atividade cambial, originando novas células xilemáticas no lenho inicial, que corresponde à camada de células formada durante o período de maior disponibilidade de recursos. A ausência de folhas durante a estação seca sugere a diminuição da atividade cambial, que origina a camada de lenho tardio e proporciona a delimitação dos anéis de crescimento (DÜNISCH; MONTÓIA; BAUCH, 2003). Segundo Stahle et al (1999), o hábito decíduo, com forte sazonalidade de queda e brotação de folhas é um fator importante para a formação dos anéis de crescimento anuais. Em estudo com espécies arbóreas decíduas na Costa Rica, Borchert (1999) observou

uma correlação entre a disponibilidade hídrica e a fenologia com a atividade cambial, relacionando esses dois fatores à formação de novos anéis de crescimento.

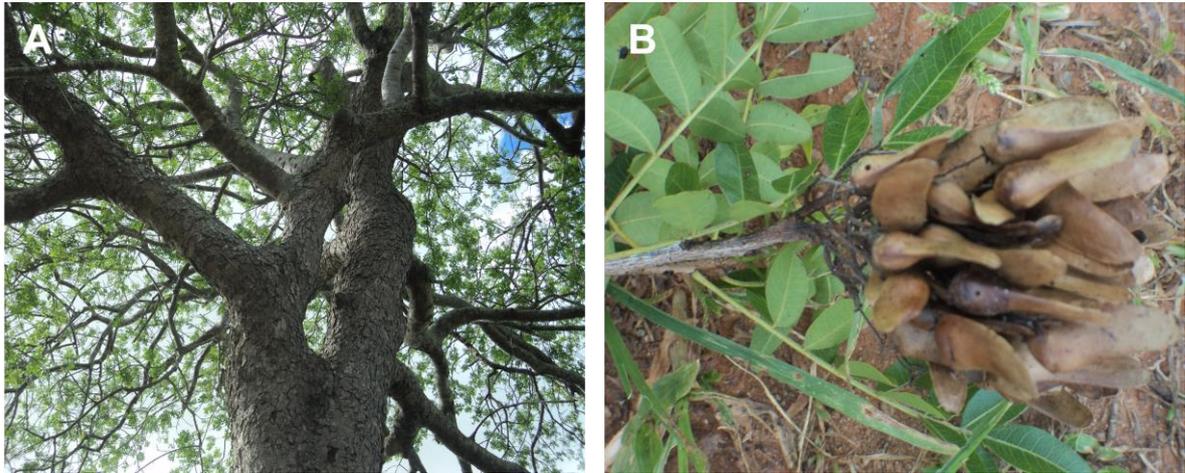


Figura 5: A – Árvore de *S. brasiliensis* com folhagem densa e verde; B – frutos de *S. brasiliensis*. Fotos retiradas durante as coletas realizadas nos meses de junho e julho de 2013, meses inclusos no período chuvoso do semiárido sergipano.

A madeira de *S. brasiliensis* apresentou alborno amarelado e cerne marrom avermelhado; textura fina a média; porosidade difusa uniforme; arranjo radial, com vasos solitários ou agrupados em múltiplos de dois ou de três, apresentando tiloses em seu interior quando no cerne; os poros e o parênquima radial são visíveis a olho nu, ambos apresentando cor esbranquiçada; parênquima axial paratraquel distinto, do tipo vasicêntrico; e camadas de crescimento distintas, com limites definidos por bandas de parênquima axial marginal, e/ou espessamento das paredes das fibras (Figura 6).

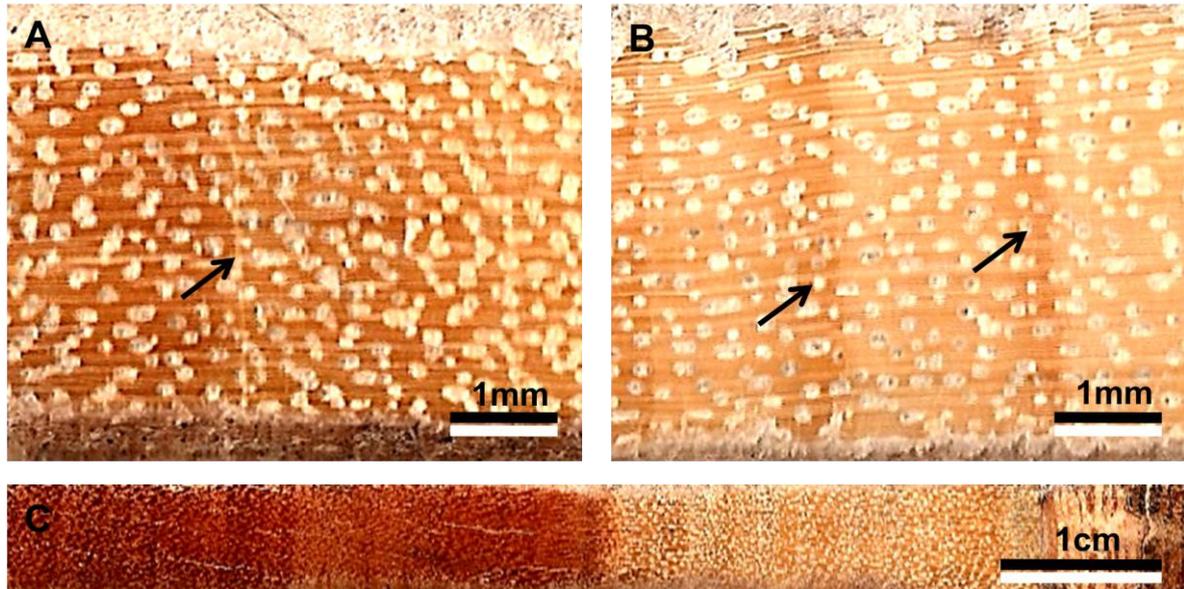


Figura 6: A – amostras do lenho de *S. brasiliensis*: limites dos anéis de crescimento, banda de parênquima axial marginal (seta), B – e zona fibrosa (setas), C – e diferença de coloração entre cerne (marrom avermelhado) e albarno (amarelado).

A banda de parênquima marginal foi melhor visualizada na região do albarno, e apresentou-se como linhas de espessura variável ao longo do lenho, esse tipo de delimitação também foi encontrado em indivíduos de *Schinopsis lorentzii* coletados no Chaco Argentino, região que também apresenta forte sazonalidade climática (GIMÉNEZ; LÓPEZ, 2002; FERRERO; VILLALBA, 2009). O espessamento das paredes das fibras é ocasionado pela escassez de recursos durante o período de seca, ela pode ser visualizada a olho nu como camadas mais escuras após as camadas mais claras da madeira, que correspondem ao lenho inicial (Figura 7). No cerne, houve dificuldade de visualização da banda de parênquima por conta da cor mais escura dessa região, ocasionada pela deposição de substâncias que ocorre durante o processo de cernificação. Visto que as amostras obtidas eram radiais e não em disco, os poucos falsos anéis de crescimento só puderam ser comprovados durante o processo de datação cruzada entre as séries cronológicas das árvores, e apresentaram-se como linhas de parênquima em meio ao lenho tardio.

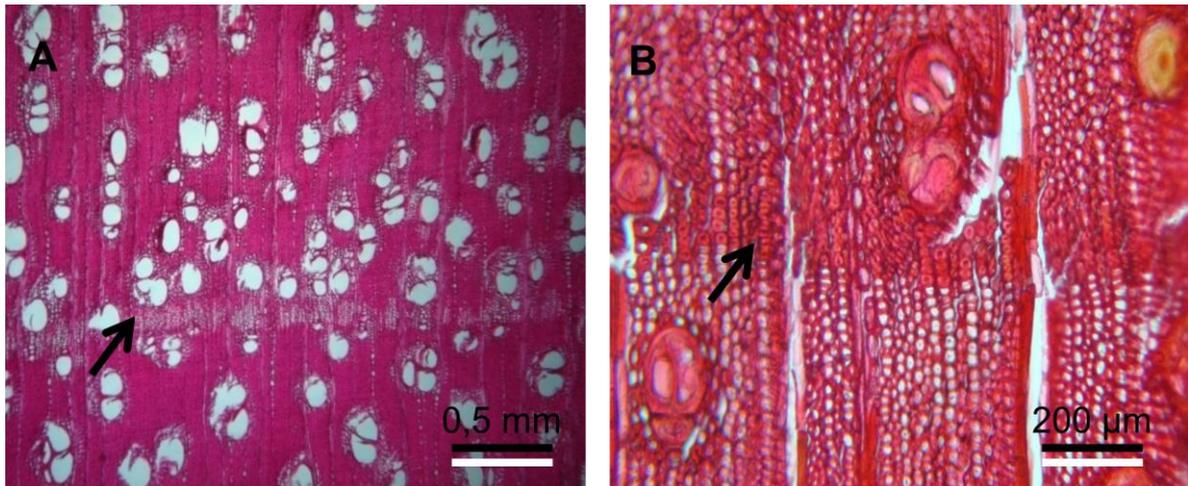


Figura 7: A – imagem microscópica da banda de parênquima axial marginal (seta); B – detalhe do espessamento das paredes das fibras no lenho tardio (seta). Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

As medidas dos anéis de crescimento anuais permitiram a observação de alguns padrões de crescimento dos indivíduos de *S. brasiliensis* na área de estudo. As árvores apresentam uma média de incremento anual de 2,21 mm (Tabela 2), valor semelhante ao encontrado para *Schinopsis lorentzii*, 2,19 mm, no Chaco Argentino (GIMÉNEZ; RÍOS, 1999), para *Pseudobombax marginatum*, 2,15 mm, em uma área da caatinga sergipana (NOGUEIRA JÚNIOR, 2011), e para *Cedrela odorata*, 2,18 mm (ANHOLETTO JÚNIOR, 2012) na mesma área deste estudo. Porém, *C. odorata* apresentou um máximo de 108 anéis medidos em uma única árvore com DAP igual a 31,38 cm, enquanto para *S. brasiliensis* o número de anéis foi 107 para um DAP igual a 62,10 cm. Esse é um exemplo de diferenças no crescimento das espécies, mesmo que estas ocorram na mesma área, tal qual ocorre com indivíduos da mesma espécie.

Os valores encontrados confirmam a versão do proprietário da Fazenda São Pedro, que havia afirmado que a área encontra-se conservada a cerca de 60 anos; e permitiram a construção de séries cronológicas com mais de 50 anos de extensão (média de 59,38 anos), que são de grande importância para estudos ambientais com espécies da caatinga. Encontrar na caatinga espécies arbóreas de grande porte é uma tarefa difícil, principalmente por conta da exploração madeireira, que no semiárido nordestino é uma das fontes econômicas mais importantes para a população, tendo destaque a produção de lenha e carvão vegetal, responsáveis por 30% da matriz energética do país (MMA, 2008).

Tabela 2: Descrição dos valores obtidos através da mensuração e datação dos anéis de crescimento de *S. brasiliensis*. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

Medidas dos anéis de crescimento						
Amostras	Máx.	Mín.	x	S	CV(%)	Qtd.anéis
SB01	5,15	0,78	2,54	0,95	0,37	54
SB02	4,80	1,17	2,35	0,74	0,32	59
SB03	3,53	1,09	2,20	0,62	0,28	46
SB04	3,26	0,88	1,87	0,54	0,29	61
SB05	3,88	0,77	2,02	0,71	0,35	53
SB06	4,11	0,72	2,30	0,88	0,38	52
SB07	4,08	0,83	2,19	0,73	0,33	55
SB08	6,34	1,04	2,30	0,97	0,42	53
SB09	5,74	0,66	1,95	0,95	0,49	89
SB10	4,72	1,16	2,19	0,68	0,31	54
SB11	4,93	1,32	2,75	0,99	0,36	36
SB12	4,69	1,09	2,29	0,73	0,32	53
SB13	3,79	0,60	1,84	0,64	0,34	107
Média total	4,54	0,93	2,21	0,78	0,35	59,38

Sendo: Máx. = valor máximo encontrado; Mín. = valor mínimo encontrado; x = média; S = desvio padrão; CV(%) = coeficiente de variância; Qtd,anéis = quantidade de anéis de crescimento medidos (idade).

O incremento anual acumulado foi calculado através do somatório das medidas dos anéis de crescimento do ano atual com as do ano anterior. Essa análise visou verificar se houve alguma interferência sobre o crescimento de algum dos indivíduos amostrados, pois permite a observação do padrão cumulativo de crescimento desde o início do desenvolvimento. O menor valor acumulado foi 96,80 mm, e o maior 191,81mm. Os espécimes com menor e maior intervalo de vida apresentaram 36 e 107 anéis medidos, respectivamente, e uma média de 59,38 anéis. Giménez & Ríos (1999), observaram variação de anéis semelhante para *Schinopsis lorentzii* em uma área de forte sazonalidade climática, o Chaco Argentino, os autores determinaram que indivíduos com DAP em torno de 50cm apresentaram entre 120 e 140 anéis de crescimento, o indivíduo de *S. brasiliensis* com 107 anéis apresentava DAP igual a 62,10cm.

As taxas de incremento anual são menores nos primeiros anéis e tendem a crescer à medida que se afastam da medula. A *S. brasiliensis* é uma das espécies mais altas da caatinga, mas apresenta crescimento lento no início de seu desenvolvimento (CARVALHO, 2009). Segundo Brienen & Zuidema (2005), os padrões de crescimento não são constantes, e podem ocorrer espécies que apresentam crescimento lento no início da vida e depois de adultas

passam a apresentar crescimento mais acelerado, com tendência a diminuição e estabilidade durante a senescência. Esse padrão de crescimento é comum em espécies emergentes, que por conta da maior exposição à luz possuem taxa metabólica mais alta que espécies do sub-bosque (WORBES et al, 2003).

Verifica-se que todas as curvas de crescimento mostram taxas crescentes, sem nenhuma diminuição que tenderia a estabilidade (Figura 8), como ocorre com indivíduos que iniciam seu processo de senescência. Essa observação concorda com as descrições de Carvalho (2009) e CNIP (2013), que afirmam que a espécie é longeva. Estimativas determinaram que *Schinopsis lorentzii*, no Chaco Argentino, tem um ciclo de vida superior a 250 anos (GIMÉNEZ; RÍOS, 1999).

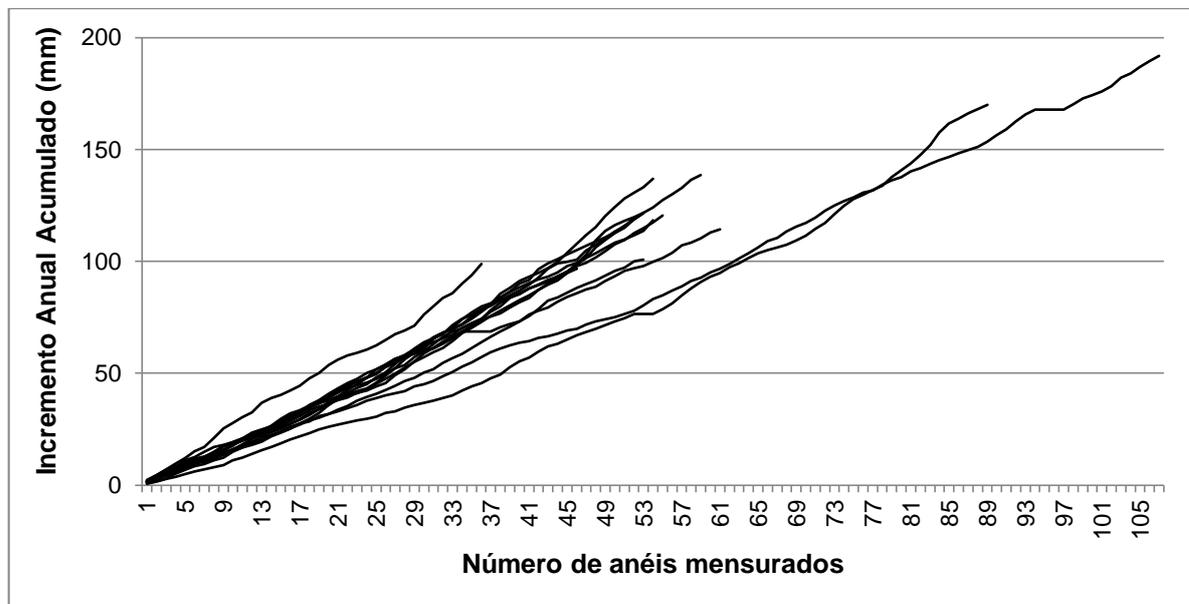


Figura 815: Incremento radial anual acumulado dos indivíduos de *S. brasiliensis*. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

A correlação obtida entre as amostras de *S. brasiliensis* foi igual a 0,52 (Tabela 3), evidenciando que os indivíduos da área de estudo possuem fatores limitantes ao crescimento em comum. Os valores de sensibilidade média se classificam entre valores médios (0,20-0,29) a altos (acima de 0,30), sendo inclusos nesta última os valores que correspondem a séries cronológicas mais sensíveis às variações climáticas (GRISSINO-MAYER, 2001). O valor de sensibilidade média obtido para todas as séries cronológicas foi 0,32, inferior ao encontrado para *Pseudobombax marginatum* (0,52) em área de caatinga no município de Tobias

Barreto/SE (NOGUEIRA JÚNIOR, 2011), e para *Cedrela odorata* (0,77) na mesma área deste estudo (ANHOLETTO JÚNIOR).

O valor de correlação (0,52) é considerado alto, e provavelmente está relacionado à forte influência sofrida pelo regime sazonal de secas do semiárido sergipano, que causa a interrupção do crescimento das árvores submetidas a esse regime pluviométrico. A disponibilidade de água tem sido indicada como o principal fator limitante ao crescimento vegetal de espécies da caatinga, e está relacionado aos índices irregulares e escassos de precipitação (NOGUEIRA JÚNIOR, 2011; ANHOLETTO JÚNIOR, 2012). O mesmo valor de correlação foi encontrado para *Schinopsis lorentzii* (FERRERO; VILLALBA, 2009), e um valor superior (0,68) foi obtido para *Cedrela odorata* na mesma área de estudo deste trabalho (ANHOLETTO JÚNIOR, 2012).

Tabela 3: Correlações de Pearson entre as séries cronológicas dos anéis de crescimento das árvores de *S. brasiliensis* e a série Master elaborada pelo software COFECHA. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

Resultados COFECHA		
Amostras	CM	SM
SB01	0,61	0,29
SB02	0,56	0,29
SB03	0,48	0,38
SB04	0,41	0,29
SB05	0,45	0,41
SB06	0,37	0,35
SB07	0,51	0,35
SB08	0,50	0,27
SB09	0,52	0,31
SB10	0,57	0,28
SB11	0,60	0,29
SB12	0,52	0,26
SB13	0,58	0,34
Média total	0,52	0,32

Sendo: CM = correlação média com a cronologia Master; SM = sensibilidade média.

Foram coletadas cinco amostras da madeira dos mourões do curral da propriedade e duas da casa de taipa, dessas foram utilizadas três do curral e duas da casa de taipa. Essa redução do número de amostras utilizadas ocorreu por conta da dificuldade de observação dos anéis de crescimento ocasionada pelo escurecimento da madeira. A madeira de *S. brasiliensis*

sofre rápido escurecimento quando exposta ao ar, resultado do processo de oxidação de suas estruturas (CARVALHO, 2009; CNIP, 2013).

Depois que as séries foram sincronizadas entre si, as cinco amostras analisadas foram correlacionadas com a amostra do maior indivíduo de *S. brasiliensis* coletado, por conta de dois fatores: este indivíduo apresentou 107 anéis de crescimento mensurados, abrangendo um grande período de tempo, desde 1905; e porque, segundo o proprietário da área de estudo, as madeiras utilizadas nas construções da propriedade foram retiradas da própria área, que encontra-se preservada há cerca de 60 anos.

Foi observada uma correlação de 0,42 (Tabela 4) entre as séries de anéis de crescimento das amostras de madeira de construção, um valor um pouco inferior ao valor de segurança sugerido pelo COFECHA (0,51), e abaixo também do valor encontrado para a correlação entre as séries cronológicas de todas as árvores (0,52). Isso foi atribuído à dificuldade de visualização dos anéis de crescimento nas madeiras de construção e também, provavelmente, por conta do menor número de amostras analisadas.

Tabela 4: Correlações de Pearson entre as séries cronológicas dos anéis de crescimento das madeiras de construção de *S. brasiliensis* amostradas com a série Master elaborada pelo software COFECHA. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

Amostras	Resultados COFECHA	
	CM	SM
MC01	0,38	0,23
MC02	0,34	0,20
MC03	0,51	0,24
MC04	0,63	0,26
MC05	0,34	0,29
Média total	0,42	0,24
Sendo: CM = correlação média com a cronologia Master; SM = sensibilidade média.		

As madeiras amostradas possuíam mais anéis de crescimento do que os que puderam ser mensurados, pois a parte utilizada nas construções correspondia somente ao cerne, que é a região do xilema de *S. brasiliensis* mais resistente. Os anéis que estavam faltando, parte do cerne e alburno dessas madeiras, poderiam sobrepôr os 12-15 anos intermediários dessa cronologia. Mesmo com essa redução na quantidade de anéis de crescimento, foi possível sincronizar 39 anos (1905-1943) das séries de medidas das árvores e das madeiras de

construção com uma correlação significativamente alta, 0,49. O período de extensão da cronologia no passado foi de 20 anos (1885-1905) (Figuras 9-10).

As séries cronológicas obtidas para *S. brasiliensis* mostraram-se passíveis de datação cruzada (Figura 9). Ao final foram utilizadas treze séries dos anéis de crescimento das árvores, e cinco das madeiras de construção, totalizando dezoito séries analisadas. A correlação determinada para os anos comuns das séries cronológicas das árvores e das madeiras de construção (0,49) validou seu uso na cronologia final. Dessa forma, foram aproveitadas 90% das amostras radiais coletadas, sendo que a maioria das séries apresentou correlações maiores que 0,40 com a série Master. Esses valores evidenciaram que as árvores apresentaram sinal comum ao crescimento, mesmo com a sensibilidade média abaixo do que já foi obtido em outros estudos dendrocronológicos na caatinga sergipana (NOGUEIRA JÚNIOR, 2011; ANHOLETTO JÚNIOR, 2012). Tais resultados mostram tanto a importância desta espécie para estudos dendrocronológicos em áreas de caatinga, como a possibilidade de expansão de cronologias com peças de madeira de construções. Estas informações são, portanto, de grande importância para a preservação das populações de espécies ameaçadas.

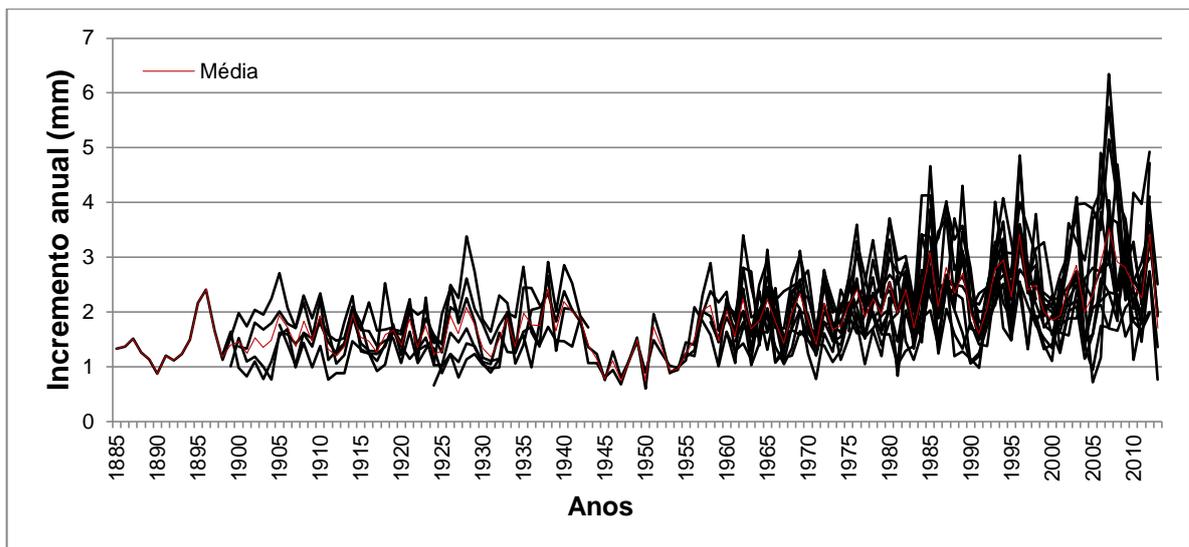


Figura 916: Séries cronológicas originais das medidas dos anéis de crescimento anuais de *S. brasiliensis*. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

As análises realizadas pelo software Turbo ARSTAN são responsáveis por evidenciar os efeitos dos fatores externos para o crescimento vegetal, pois, pequenas variações nas séries cronológicas podem ocorrer por conta de fatores biológicos e genéticos. Esses fatores podem

interferir na formação de novas células, ocasionando pequenas diferenças de crescimento entre as árvores de uma mesma população.

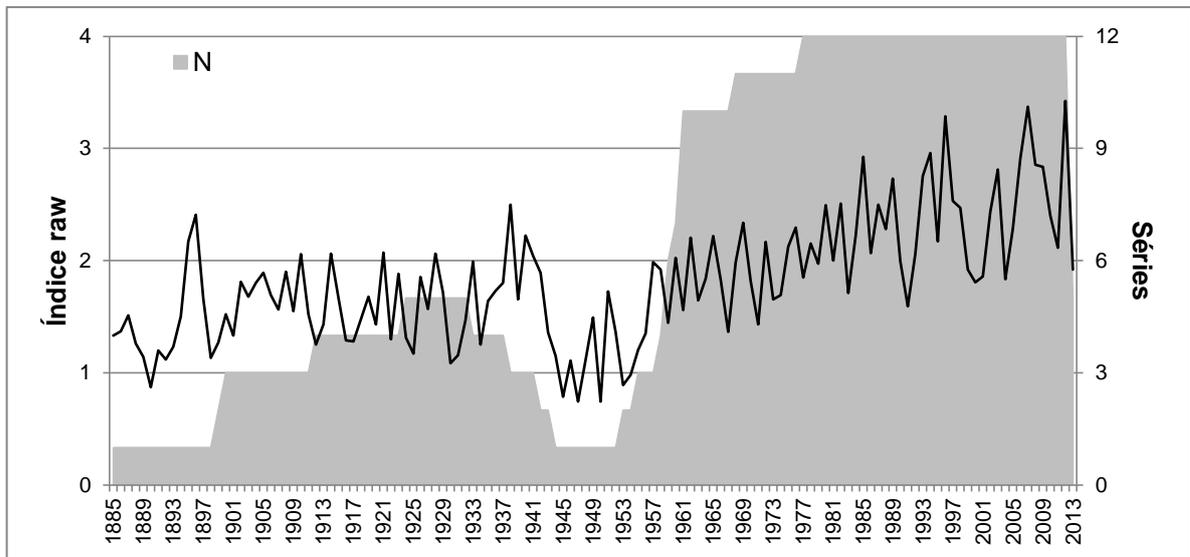


Figura 1017: Índice cronológico raw obtido para as séries cronológicas dos anéis de crescimento de indivíduos e madeiras de construção de *S. brasiliensis*. N = número de séries que contribuíram para a cronologia. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 na Fazenda São Pedro, município de Porto da Folha/SE, por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

As análises de correlação entre o crescimento radial de *S. brasiliensis* e os dados climáticos mensais e anuais de precipitação de Porto da Folha/SE, e índices de temperatura da superfície do Oceano Atlântico Sul foram analisados em relação a todas as cronologias obtidas. Ao final foi utilizada a cronologia *raw* (Figura 10), pois esta apresenta uma variação mais sensível, já que considera índices como a largura real dos anéis de crescimento.

As análises foram realizadas em relação a um período de vinte e quatro meses, doze relativos ao ano corrente e doze ao ano anterior. Isso se faz necessário para a observação da influência das variações climáticas do ano anterior sobre o desenvolvimento das árvores, ou seja, para verificar se a disponibilidade de recursos obtida no ano anterior é igualmente, mais, ou menos importante para a formação de novos anéis de crescimento (FRITTS, 1976).

A precipitação correlacionou-se positiva e negativamente com o crescimento, houve variação negativa nos meses de novembro e dezembro do ano anterior e de dezembro do ano corrente, meses que correspondem ao período seco (agosto-fevereiro). Durante o período chuvoso (março-julho), as correlações tenderam a aumentar até um pico no mês de julho do ano anterior e tenderam a diminuir no mês de maio do ano anterior e corrente (Figura 11).

A *S. brasiliensis* é uma espécie cujo estado fenológico de brotação de folhas inicia-se no final da estação seca e a frutificação na estação chuvosa (LIMA, 2007; GONÇALVES, 2012). Essas características podem estar associadas à diminuição do crescimento radial durante o mês de maio, que é o mês com maior média de precipitação pluviométrica. Provavelmente a espécie aproveita a maior disponibilidade de água para investir na floração e frutificação a fim de garantir sucesso reprodutivo, diminuindo assim a formação de novas células xilemáticas. Com relação às correlações negativas verificadas para os meses de novembro e dezembro, a baixa disponibilidade hídrica e temperaturas mais elevadas, que aumentam a evapotranspiração, podem ter favorecido a queda de folhas e, conseqüentemente, a diminuição da atividade cambial.

Março e julho do ano anterior e fevereiro do ano corrente representam o meses com maior influência para o crescimento radial, podendo estar relacionado ao início do período seco, que ocorre no mês de agosto, e com o início do período chuvoso em fevereiro-março. Dünisch, Montóia & Bauch (2003) relataram que a precipitação total dos meses de transição entre os períodos seco e chuvoso exercem grande influência sobre o crescimento de árvores em ambientes tropicais.

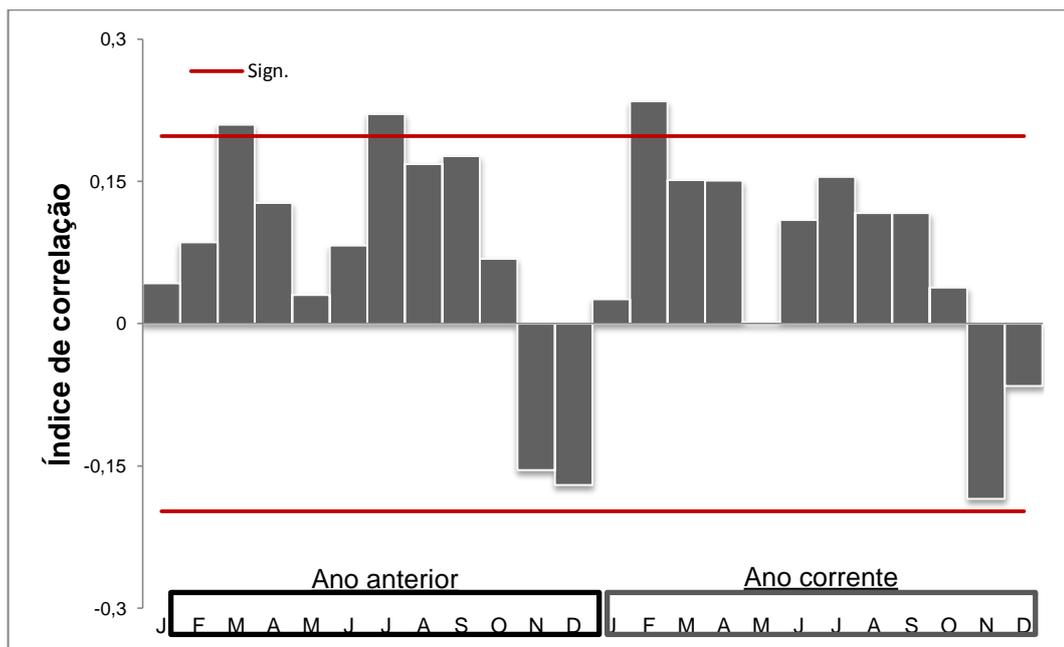


Figura 1118: Influência dos totais mensais da precipitação pluviométrica sobre o crescimento radial de indivíduos de *S. brasiliensis* amostrados na Fazenda São Pedro. Sign. = nível de significância. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

A temperatura da superfície do Atlântico nas proximidades do estado de Sergipe foi significativa para o crescimento radial de *S. brasiliensis* tanto no ano anterior quanto no ano corrente (Figura 12), com uma pequena diminuição em novembro e dezembro, os meses mais quentes do ano. Para o semiárido sergipano estima-se uma amplitude térmica de 12°C (20-32°C) (SANTOS et al, 2014), e para que uma variação ambiental seja considerada um fator limitante ela tem que se encontrar nos extremos de tolerância de cada indivíduo. A *S. brasiliensis* é uma espécie que não tolera temperaturas baixas, portanto, se desenvolve bem em regiões com temperaturas mais elevadas durante a maior parte do ano (ODUM, 2001; CARVALHO, 2009). Os resultados de correlação parecem indicar que as altas temperaturas que ocorrem no oceano Atlântico, também condizem com condições apropriadas ao crescimento das árvores de *S. brasiliensis*.

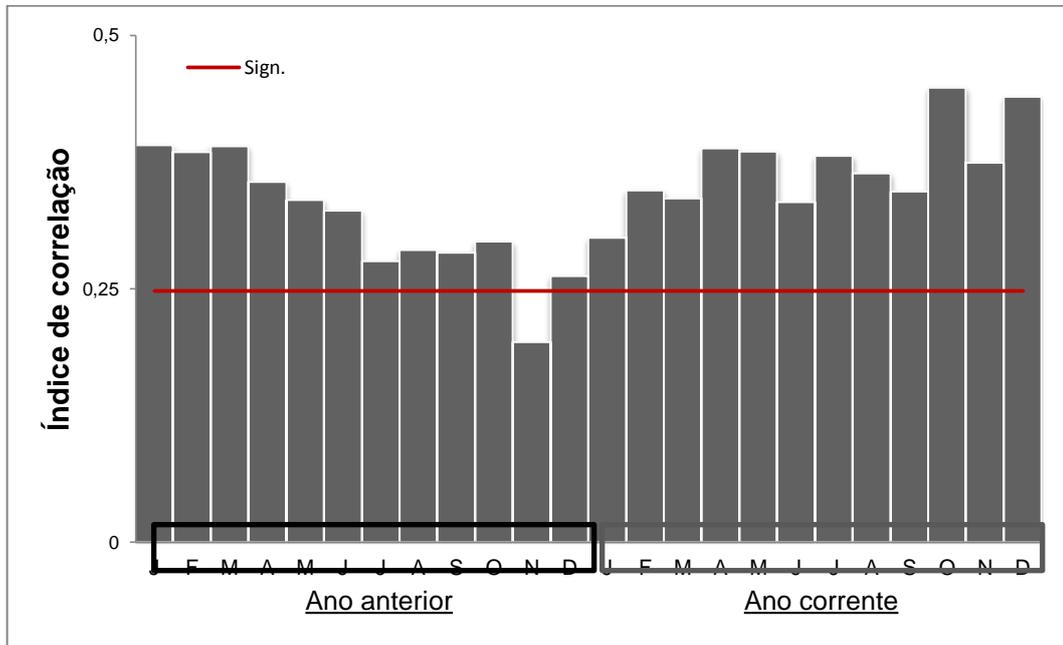


Figura 1219: Influência dos índices de temperatura da superfície do Oceano Atlântico Sul sobre o crescimento radial de indivíduos de *S. brasiliensis* amostrados na Fazenda São Pedro. Sign. = nível de significância. Amostras coletadas nos meses de jun/jul de 2013 por Danielle Cardoso e Claudio Lisi.

A influência da temperatura no crescimento radial de *S. brasiliensis* ocorre praticamente o ano todo, com tendência ao decréscimo de crescimento durante os meses mais secos do ano. Essa variação evidencia que a temperatura exerce influência indireta sobre o crescimento de *S. brasiliensis* na área de estudo, pois atua diretamente na disponibilidade hídrica do solo, ocasionando a queda foliar, e conseqüentemente, a diminuição ou interrupção

das atividades metabólicas de formação de novas células. Esses dados corroboram com os dados fenológicos obtidos por Lima (2007) e Gonçalves (2012).

Os resultados de correlação entre os dados cronológicos de *S. brasiliensis* e os registros climáticos indicaram que a população da área de estudo é dependente da precipitação, do ano anterior e corrente, para a formação de novos anéis de crescimento e que a temperatura atua como um fator limitante indireto ao crescimento, principalmente nos meses mais secos do ano, pois interfere na evapotranspiração e disponibilidade hídrica do solo.

Considerando que a espécie em estudo é longeva, a procura por mais exemplares, de espécimes vivos e de madeiras de construção, é importante para o desenvolvimento de pesquisas dendrocronológicas que visem a obtenção de dados climáticos passados através dos registros observados nas variações dos anéis de crescimento anuais, pois segundo Burger & Richter (1991), indivíduos arbóreos longevos são importantes documentos históricos do clima regional.

5. CONCLUSÕES

- *S. brasiliensis* apresenta anéis de crescimento anuais que permitem a sincronização de séries cronológicas e a expansão de cronologias através da análise de madeiras de construção;
- As séries cronológicas se correlacionam com os dados climáticos de precipitação local e temperatura da superfície do Atlântico;
- O acumulado pluviométrico do ano anterior é tão importante quanto o do ano corrente para a formação de novas células;
- A temperatura influencia na formação de novas células do xilema de *S. brasiliensis*, pois atua na disponibilidade hídrica do ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios da natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ANHOLETTO JÚNIOR, C. R. **Dendroecologia e composição isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) dos anéis de crescimento de árvores de *Cedrela odorata*, Meliaceae, na Caatinga e Mata Atlântica do estado de Sergipe**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais, Piracicaba/SP, 2013.
- BORCHERT, R. Climatic periodicity, phenology, and cambium activity in tropical dry forest trees. **IAWA Journal**, v.20(3), p.239-247, 1999.
- BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Lista de espécies da flora do Brasil ameaçada de extinção**. 2008.
- BRIENEN, R. J. W.; ZUIDEMA, P. A. Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests: a test for six species using tree ring analysis. **Oecologia**, v.146, p.1-12, 2005.
- BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da Madeira**. São Paulo: Nobel, 1991.
- CARVALHO, P. E. R. Braúna-do-sertão – *Schinopsis brasiliensis*. **Comunicado Técnico: Embrapa Florestas**, Colombo/PR, 2009.
- CNIP – CENTRO NORDESTINO DE INFORMAÇÕES SOBRE PLANTAS. **Baraúna**. Disponível em: www.cnip.org.br, acessado em 12/11/2013.
- COOK, E. R.; HOLMES, R. L. **Guide for computer program ARSTAN**. Laboratory of Tree Ring Research, The University of Arizona, USA, 1986.
- COOK, E. R.; KRUSIC, P. J. **Program ARSTAN: A tree-ring standardization program based on detrending and autoregressive time series modeling, with interactive graphics**. Tree-Ring Laboratory, Lamont Doherty Earth Observatory of Columbia University, Palisades, NY, USA, 2005.
- DÜNISCH, O.; MONTÓIA, V. R.; BAUCH, J. Dendroecological investigations on *Swietenia macrophylla* King and *Cedrela odorata* L. (Meliaceae) in the Central Amazon. **Tress**, v.17, p.244-250, 2003.
- FERRERO, M. E.; VILLALBA, R. Potential of *Schinopsis lorentzii* for dendrochronological studies in subtropical dry Chaco forests of South America. **Trees**, v.23, p.1275-1284, 2009.
- FRITTS, H. C. **Tree rings and climate**. London: Academic Press, 1976.
- GIMÉNEZ, A. M.; LÓPEZ, C. R. Variación longitudinal de los elementos Del leño em *Schinopsis* queracho-colorado (Schlecht.) Barkl. et Meyer Anacardiaceae. **Madera y Bosques**, v.8(2), p.27-38, 2002.
- GIMÉNEZ, A. M.; RÍOS, N. A. Crecimiento de *Schinopsis* quebracho-colorado (Schlecht.) Barkl. et Meyer, Anacardiaceae. **Madera y Bosques**, v.5, n.2, p.35-51, 1999.
- GONÇALVES, F. B. **Chuva de sementes em remanescente de Caatinga no município de Porto da Folha, Sergipe – Brasil**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação. São Cristóvão/SE, 2012.

- GONZAGA, T. W. C.; MATA, M. E. R. M. C.; SILVA, H.; DUARTE, M. E. M. Criopreservação de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* Engl.), e baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.2, 2003.
- GRISSINO-MAYER, H. D. Evaluating cross dating accuracy: A manual and tutorial for the computer program COFECHA. **Tree-Ring Research**, v.57(2), p.205-221, 2001.
- GUTIÉRREZ, E. La dendrocronologia: métodos y aplicaciones. **Arqueología Nautical Mediterrània X**, 2008.
- HOLMES, R. L. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. **Tree-Ring Bulletin**, v.43, p.69-78, 1983.
- HOLMES, R. L. **Dendrochronology Program Library**. Laboratory of Tree-Ring Research University of Arizona, Tucson, Arizona, USA, 1994.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. 2010.
- LIMA, A. L. A. **Padrões fenológicos de espécies lenhosas e cactáceas em uma área do semi-árido do Nordeste do Brasil**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife/PE, 2007.
- MATTOS, P. P.; BRAZ, E. M.; HESS, A. F.; SALIS, S. M. A. A dendrocronologia e o manejo florestal sustentável em florestas tropicais. **Documentos Embrapa Florestas**, Colombo/PR, 2011.
- MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Manejo Sustentável dos Recursos Florestais da Caatinga**. Secretaria de Biodiversidade Florestas. Departamento de Florestas. Programa Nacional de Florestas. Unidade de Apoio ao PNF no Nordeste. Natal, 2008.
- NOAA – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **Climate indices: Montly atmospheric and Ocean time series**. Disponível em: www.esrl.noaa.gov, acessado em: 24/05/2014.
- NOGUEIRA JÚNIOR, F. C. **Estrutura e composição de uma vegetação ripária, relações dendrocronológicas e climáticas na Serra dos Macacos em Tobias Barreto, Sergipe-Brasil**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, São Cristóvão, 2011.
- ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. 6ª Ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.
- OLIVEIRA, D. G. **Análise da vegetação em um fragmento de caatinga no município de Porto da Folha, Sergipe, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação. São Cristóvão/SE, 2012.
- OLIVEIRA, J. M.; SANTAROSA, E.; ROIG, F. A.; PILLAR, V. P. Amostragem temporal de anéis de crescimento: Uma alternativa para determinar ritmo de atividade cambial. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.1, p.615-617, 2007.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001.

- SAMPAIO, E. V. S. B. **Overview of the Brazilian caatinga**. In: BULLOCK, S. H.; MOONEY, H. A.; MEDINA, E. Seasonally dry tropical forests. Cambridge University Press, 1995.
- SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; KIILL, L. H. P.; SÁ, I. I. S. Variabilidade genética, com base em marcadores RAPD, de três espécies arbóreas ameaçadas de extinção no semi-árido brasileiro. **Scientia Florestalis**, n.74, p.37-44, 2007.
- SANTOS, G. B.; SOUSA, I. F.; BRITO, C. O.; SANTOS, V. S.; BARBOSA, R. J.; SOARES, C. Estudo bioclimático das regiões litorânea, agreste e semiárida do estado de Sergipe para a avicultura de corte e postura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.1, p.123-128, 2014.
- SEMARH – SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DE SERGIPE. **Dados pluviométricos do município de Porto da Folha/SE**.
- SEMARH – SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DE SERGIPE. **Dados diários de precipitação dos anos 2003 até 2012**. Disponível em: www.semarh.se.gov.br/meteorologia, acesso em 21/02/2013.
- SERGIPE. **Atlas digital sobre recursos hídricos de Sergipe**. Secretaria de Estado de Planejamento, da Ciência e da Tecnologia, SEPLANTEC/SRH, Sergipe, 2011.
- SILVA-LUZ, C. L.; PIRANI, J. R. **Anacardiaceae**. In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: www.floradobrasil.jbrj.gov.br, acessado em: 15/07/2013.
- STAHL, D. W.; MUSHOVE, P. T.; CLEVELAND, M. K.; ROIG, F.; HAYNES, G. A. Management implications of annual growth rings in *Pterocarpus angolensis* from Zimbabwe. **Forest Ecology and Management**, v.124, p.217-229, 1999.
- TOMAZELLO FILHO, M.; BOTOSSO, P. C.; LISI, C. S. **Análise e aplicação dos anéis de crescimento das árvores como indicadores ambientais: dendrocronologia e dendroclimatologia**. In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARELLA, W. Indicadores Ambientais: Conceitos e aplicações. São Paulo: EDUC/COMPED/INEP, 2001.
- WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees – A review. **IAWA Journal**, v.16, 1995.
- WORBES, M. One hundred years of tree-ring research in the tropics – a brief history and an outlook to future challenges. **Dendrochronologia**, v.20, 2002.
- WORBES, M.; STASCHEL, R.; ROLOFF, A.; JUNK, W. J. Tree ring analysis reveals age structure, dynamics and wood production of a natural forest stand in Cameroon. **Forest Ecology and Management**, v.173, p.105-123, 2003.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo da madeira de *S. brasiliensis* é importante, pois complementa a descrição da espécie e acrescenta informações sobre o estado atual de seus indivíduos e da população da área de estudo, contribuindo para a preservação da espécie e de seu ambiente.

O estudo apresentou a descrição e variação das estruturas celulares entre o cerne e alburno, evidenciando significativamente as características que tornam o cerne a região do xilema secundário mais utilizada em construções, por exemplo. Caracterizou os limites dos anéis de crescimento, que servem de suporte a estudos dendrocronológicos, e classificou a espécie em grau de mesomorfia a partir dos dados obtidos através das mensurações celulares.

Os dados obtidos através dos anéis de crescimento de *S. brasiliensis*, possibilitaram a construção de cronologias, que evidenciam o potencial da espécie para estudos dendrocronológicos, com alto sinal comum de crescimento entre todas as amostras, e inédita expansão de uma cronologia no Brasil, através da inclusão das séries cronológicas das madeiras de construção. Os dados apresentaram também correlação com os registros climáticos de precipitação e temperatura, indicando que a reativação do câmbio ocorre após início do período chuvoso, e a desativação em pleno período seco, quando os níveis pluviométricos estão mais baixos e as temperaturas mais elevadas. Esses resultados podem auxiliar a reconstrução de dados climáticos históricos, visto que para o estado de Sergipe os dados instrumentais são escassos e incompletos, com grandes períodos de tempo com ausência de registros.