

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PESQUISA

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/COPES

Relatório Final

ESTUDOS ANATÔMICOS E DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO DE *Cedrela odorata*
L., POVOADO LAGOA DO RANCHO, SE.

Área de Concentração: (Botânica / Anatomia da madeira)

Período 2016/2017

Bolsista: Helberson Lima dos Santos

Orientador: Claudio Sergio Lisi

Laboratório de Botânica: Anatomia Vegetal e Dendroecologia

Departamento de Biologia (DBI)

Julho, 2017

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> A) Localização do Município de Porto da Folha, SE. (B) Médias mensais da precipitação e temperatura do município de Porto da Folha. Fonte: CARDOSO (2014), dados SEMARH e SANTOS et al. (2014).	8
<i>Figura 2.</i> Estrutura macroscópica do lenho de <i>Cedrela odorata</i> L., de Porto da Folha, SE. Aspectos anatômicos da seção transversal com vasos (setas verdes), raios (setas vermelhas), parênquima axial marginal (setas brancas) e parênquima apotraqueal vazicêntrico (setas laranja).....	11
<i>Figura 3.</i> Elemento de vaso com placa de perfuração simples (seta branca) e apêndice em sua extremidade (seta amarela) (A) e Fibras (setas azuis) (B).	13
<i>Figura 4.</i> Sessão transversal do lenho de <i>Cedrela odorata</i> L., de Porto da Folha, SE. Com vasos (setas verdes), raios (setas vermelhas), anéis de crescimento verdadeiros (setas amarelas) e falsos anéis de crescimentos (setas brancas).	15
<i>Figura 5.</i> Cronologia Residual (linha sólida) de <i>Cedrela odorata</i> , de Porto da Folha/SE. A quantidade de séries de anéis de crescimento que contribuíram a cada ano está representada pela área cinza. ..	16
<i>Figura 6.</i> Relação entre a cronologia Residual (software ARSTAN) (linha sólida) e a precipitação pluviométrica (linha pontilhada) de Porto da Folha, SE.	17
<i>Figura 7.</i> Relações entre a cronologia Standard de <i>Cedrela odorata</i> de Porto da Folha/SE e (A) a precipitação regional, e a (B) TSA. Valores acima da linha pontilhada são significativos (acima de 0,29).	18

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1.</i> Parâmetros quantitativos dos elementos anatômicos do lenho da <i>Cedrela odorata</i> L., na Caatinga de Porto da Folha, SE.....	12
<i>Tabela 2.</i> Cronograma das atividades realizadas entre 2015 e 2016.....	19

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	ii
RESUMO	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2 – OBJETIVOS	2
GERAL	2
ESPECÍFICOS.....	2
3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1 – DENDROCRONOLOGIA E DENDROECOLOGIA.....	3
3.2 – ANATOMIA DA MADEIRA.....	3
3.3 – ESTUDOS DENDROCRONOLÓGICOS NA CAATINGA.....	4
3.3 – <i>Cedrela odorata</i>	7
4 – MATERIAL E MÉTODOS	7
4.1 – ÁREA DE ESTUDO	7
4.2 – ESPÉCIE ESTUDADA.....	8
4.3 – COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS.....	8
4.4 – ANÁLISES ANATÔMICAS	9
4.5- ANÁLISES DENDROCRONOLÓGICAS	9
5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
5.1 – ANÁLISES ANATÔMICAS	10
5.2.1 – MACROSCÓPICAS	10
5.2.4 – CARACTERIZAÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO E FALSOS ANÉIS.....	13
5.2.5 - ANÁLISES DENDROCRONOLÓGICAS	15
6- CONCLUSÃO	18
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

RESUMO

Os estudos em dendrocronologia são fundamentados em informações que permitem relacionar os dados contidos nos anéis de crescimento anuais das árvores com os respectivos anos do calendário, e relacionar estas informações com fatores ambientais (precipitação e temperatura) que interferem na dinâmica de crescimento das árvores, em especial no bioma Caatinga. Este trabalho teve como objetivo, caracterizar a anatomia (quantitativa e qualitativa), descrever os falsos anéis de crescimento da *Cedrela odorata* L., e construir e relacionar uma cronologia de anéis de crescimento desta espécie com os fatores climáticos de precipitação e temperatura locais ou regionais, buscando encontrar registros climáticos nas séries radiais temporais dos anéis em uma área de estudo em Lagoa do Rancho, Porto da Folha/SE. Foram preparados cortes histológicos e macerado, e feita a descrição anatômica da madeira do Cedro seguindo as normas da IAWA. Foram retiradas amostras radiais dos troncos das árvores, polidas com lixas de várias granulometrias (80 a 600) e os anéis de crescimento demarcados, digitalizados, medidos e comparados entre si, pelo método de datação cruzada. O Cedro apresentou vasos de maior diâmetro no lenho inicial dos anéis de crescimento e maior quantidade de fibras no lenho tardio. O limite dos anéis de crescimento apresentou o parênquima axial marginal associado a vasos de maior diâmetro que no lenho tardio, enquanto os falsos anéis apresentaram (i) descontinuidade do parênquima axial marginal, em faixas estreitas radialmente (ii) formados por camadas muito delgadas de parênquima, formando grupos de anéis quase indistintos e (iii) constituído por faixas espessas de parênquima marginal paralela ao canal traumático, sem alteração na porosidade difusa do anel de crescimento. Anatomicamente, a *C. odorata* L., mostrou características em acordo com a literatura. A cronologia residual obtida com o software ARSTAN, foi comparada com os parâmetros climáticos, indicando que a formação dos anéis de crescimento depende da umidade das chuvas que são influenciadas pelas temperaturas da superfície do oceano Atlântico, que ocorrem no ano anterior. A cronologia apresentou intercorrelação de 0,55 e sensibilidade de 0,55. Verificou-se que a precipitação local do ano corrente entre abril e junho provocando a formação dos anéis de crescimento, e a TSAA do ano anterior influenciou as chuvas do ano posterior.

Palavras chave: Dendrocronologia, Cedro, Caatinga, anatomia da madeira.

1. INTRODUÇÃO

O Nordeste possui 54% de sua vegetação de Caatinga, estando presente no estado de Sergipe. O ritmo de crescimento das plantas é controlado pelos fatores ambientais precipitação e temperatura principalmente, sendo os seus ciclos de crescimento ajustados com a formação de novas camadas de células no xilema secundário, produzidas pelas células cambiais (BURGER, 1991; VILLALBA et al., 1998; WORBES, 1999). As camadas de células produzidas no xilema secundário conhecidas como anéis de crescimento que são caracterizados pelas estruturas abruptas nos seus limites (IAWA, 1989). A atividade cambial produz estas camadas de células em resposta as condições climáticas, sendo estabelecidos seus limites no período de ausência de chuva (BURGER; RICHTER, 1991). A sazonalidade climática se apresenta em um regime pluviométrico variável no tempo e no espaço com o período chuvoso concentrado entre 3 a 5 meses (fevereiro a julho), variando suas médias anuais entre 400 e 800 mm. A vegetação típica é representada por maioria de espécies arbóreas caducifólias (RODAL e MELO, 1999).

Os anéis de crescimento apresentam diversidade em sua estrutura anatômica na camada de crescimento ou em seus marcadores anatômicos e a espécie *Cedrela odorata* (meliaceae), conhecida popularmente como cedro é caracterizado por apresentar camadas de crescimento demarcadas por finas linhas de parênquima marginal (ANHOLLETO JUNIOR, 2013). Anatomicamente o xilema do cedro apresenta distribuição característica do parênquima axial, raios e poros, visíveis a olho nu, vistos macroscopicamente (LOBÃO, 2011).

Em estudos realizados com a *C. odorata*, analisando a anatomia microscópica foi verificado vasos arrançados em anéis semi-porosos, fibras libriformes, raios geralmente bisseriados e parênquima em faixas marginais (SANTINI JR, 2013). Entretanto muitas espécies florestais sofrem variações anatômicas e químicas em seu lenho (ou madeira) e essa plasticidade pode se dar devido as condições ambientais que os indivíduos estão submetidos, podendo seus marcadores anatômicos variar em tamanho, largura e quantidade (SANTO, PUGIALLI, 1998).

Através do estudo dos anéis de crescimento é possível determinar a taxa de crescimento que as árvores tiveram durante a vida, reconstruir a dinâmica florestal e apresentar a contribuição de cada espécie no ambiente com relação aos demais constituintes de flora e da fauna, pois, a estrutura dos

anéis decrescimento (espessura e composição) reflete o ambiente climático (TROVATI, 1982). A Caatinga demonstra potencial para a realização dos estudos anatômicos e dendrocronológicos. Em estudos realizados com o Cedro na Caatinga de Sergipe verificou-se anéis de crescimento anuais e sua população foi sensível às condições ambientais (ANHOLLETO JUNIOR, 2013).

Estes estudos são importantes, pois auxiliam tanto no entendimento da dinâmica do crescimento das espécies florestais, quanto na influência climática que estas sofrem, sendo possível a utilização destes resultados na reconstrução climática do ambiente pretérito e o manejo sustentável das espécies (Aragão, 2017) A dinâmica de crescimento das florestas apresenta uma alta complexidade, heterogeneidade e lentidão nos ecossistemas, e sua compreensão é valiosa para propor planos de manejo e conservação das espécies (Gartner et al., 2015). Neste sentido o estudo dos anéis de crescimento complementa as informações referente ao monitoramento da sucessão de várias espécies, conferindo maior agilidade na recuperação de informações de crescimento das árvores por séries histórias de longo períodos. Ainda segundo Gartner et al, (2015), os estudos dendrocronológicos nos trópicos são muito utilizados para obter informações sobre o crescimento das árvores, mudanças ambientais e embasar planos de manejo florestal.

2 – OBJETIVOS

GERAL

Estudar os efeitos da precipitação e da temperatura da superfície do oceano Atlântico no crescimento das árvores de uma população de *Cedrela odorata* no ambiente de Caatinga de Sergipe.

ESPECÍFICOS

- 1) Descrever a anatomia dos anéis de crescimento do cedro da população amostrada;
- 2) Construir uma cronologia dos anéis de crescimento do cedro;
- 3) Comparar a cronologia com a precipitação e a temperatura local/regional ou outro fator climático/ambiental;
- 4) Redigir um manuscrito para publicação e trabalho para apresentação em evento.

3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 – DENDROCRONOLOGIA E DENDROECOLOGIA

Dendrocronologia, (dendron: árvore: kronos: tempo, logia: estudo), é definida como a ciência que data, com precisão anual, a idade de muitas espécies de árvores através dos anéis de crescimento e possibilita recompor registros históricos e ambientais. Leonardo da Vinci foi um dos primeiros a descrever os anéis de crescimento de *Pinus* sp, e relaciona-los com o clima da região de Toscana (CORONA, 1986).

Esta ciência foi fundamentada pelo astrônomo Andrew Eliot Douglas, observando a relação entre o ciclo da atividade solar, o clima terrestre e a formação dos anéis de crescimento (LOBÃO, 2011). Douglas também observou a variação no crescimento dos *Pinus ponderosa* o fez acreditar que havia uma dependência da radiação solar em ciclos de onze anos. Ele também fundou o reconhecido laboratório de dendrocronologia de Tucson (USA, Arizona) que foi palco da mais formidável aventura científica paleo-ecológica do século XX, que culminou com a calibração do radiocarbono pela dendrocronologia. O mesmo autor na década de 1929 desenterrou uma viga queimada, a qual ele mesmo comparou com uma cronológica bem datada anteriormente, estendendo a mesma a mais de mil anos no passado (COELHO, 2011).

A especialização e o aprofundamento das pesquisas em dendrocronologia transformaram-na em uma ciência pluridisciplinar, constituindo ramos como os da dendroclimatologia, dendroecologia, dendroclimatologia, etc. A aplicação da técnica da análise de anéis de crescimento no lenho das árvores é útil às ciências naturais, sendo feita através da dendroecologia e da dendroclimatologia, aplicando técnicas para a avaliação do efeito das variações ambientais no crescimento do tronco das árvores (LOBÃO, 2011).

3.2 – ANATOMIA DA MADEIRA

O crescimento secundário vegetal, organizado em arranjo heterogêneo de células distintas em suas propriedades resulta da formação do xilema secundário (lenho ou madeira), que desempenha funções vitais: sustentação, transporte e armazenamento de substâncias e condução de líquidos à planta (BURGER e RICHTER, 1991). A espécie *Cedrela odorata* possui lenho bastante apreciado na marcenaria, carpintaria, construção civil, móveis de luxo, gabinetes de primeira classe, portas e

janelas, além de produzir óleo essencial utilizado em perfumaria (KLEIN 1984; DÁVILA et al., 2008).

Os elementos anatômicos do Cedro podem variar de acordo com as condições impostas, a disponibilidade hídrica influencia na largura e tamanho de células, vasos, raios e fibras, sendo que geralmente esses elementos são maiores em lugares cujo a disponibilidade hídrica também é maior. (Luchi, 2011) comparou diversos elementos anatômicos de espécimes de *C. odorata* de borda de mata (local mais seco) com o interior da mata (local mais úmido) e encontrou que as árvores da borda apresentaram elementos de vaso e fibras significativamente inferiores àqueles do interior da mata.

As camadas de crescimento do Cedro apresentam vasos semi-porosos e parênquima marginal. Os verdadeiros anéis de crescimento apresentam faixas claras, regulares e vasos de maior diâmetro associados ao parênquima marginal (LOBÃO, 2011). Os anéis são de fácil visualização em nível macroscópico e microscópico, visíveis a olho devido a característica marcante do parênquima marginal, além da forma que se dispõem os elementos de vasos, apresentando diferenças notáveis em seu diâmetro no lenho inicial em relação ao lenho tardio com potencial para estudos dendrocronológicos (TOMAZELLO FILHO et al., 2000).

Entretanto a dinâmica florestal e fatores como eventos de trovoadas, anomalias climáticas, ataque de insetos, contribuem para a formação de falsos anéis de crescimento, que dificultam as análises dendrocronológicas, já que a chance destes anéis serem incluídos na cronologia existe, mas, podendo ser retirados durante a sincronização dos anéis de crescimento, por datação cruzada (LOBÃO, 2011; ANHOLETTO JÚNIOR, 2013).

3.3 – ESTUDOS DENDROCRONOLÓGICOS NA CAATINGA

O estudo dos anéis de crescimento possibilita recuperar informações registradas no lenho das árvores durante o seu crescimento, apresentando grande potencial de aplicação em regiões tropicais com sazonalidade climática definida (AGUSTINI et, al. 2008). As condições climáticas exercem importante papel no crescimento destas camadas. No bioma caatinga a maioria das espécies apresenta redução do seu ritmo de crescimento durante o período de escassez de chuva e crescimento notório na época chuvosa (TSUCHIYA, 1990).

Em estudos realizados pelo Laboratório de Botânica: anatomia vegetal e dendroecologia com a espécie *Pseudobombax marginatum* observou-se no tronco das árvores camadas de crescimento. Foi construída uma cronologia desta espécie com árvores coletadas em Tobias Barreto/SE, que, comparada com dados históricos do clima, mostrou correlação com a precipitação regional para o período de chuvas, ou seja, os anéis de crescimento se formam entre abril a julho de cada ano, - evidenciando que a precipitação influenciou na formação de novas camadas de células, e o aumento da temperatura inativou a atividade do câmbio, formando os limites dos anéis de crescimento (NOGUEIRA Jr.2011).

A espécie *Aspidosperma pyrifolium* também foi estudada na Caatinga de Sergipe, foram verificados anéis de crescimentos que foram medidos e sincronizados pelo COFECHA, onde os valores de intercorrelação entre as amostras foi de (0,603), e a sensibilidade média (0,382) das séries cronológicas, valores satisfatórios que fez da espécie passível aos estudos dendrocronológicos. O sincronismo entre os anéis de crescimentos das amostras corroborou também para a correlação positiva entre as séries cronológicas em relação às variáveis climáticas (precipitação e temperatura) da superfície do Oceano Atlântico. O crescimento das árvores de Pereiro foi influenciado positivamente pelas chuvas de Janeiro e Fevereiro do ano corrente (período chuvoso), não havendo correlação com as chuvas do ano passado, enquanto a temperatura influenciou negativamente nos meses de Abril a Julho do ano corrente, mostrando também influencia positiva no ano anterior (ARAGÃO, 2014).

Estudos com a *Shinopsis brasiliensis*, possibilitou a construção de séries cronológicas com mais de 60 anos de extensão (média de 59,38 anos), sendo que a cronologia apresentou correlação positiva com os fatores ambientais mostrando assim seu potencial para estudos dendrocronológicos na região de Caatinga (CARDOSO, 2014). Esta espécie apresentou sensibilidade positiva em respostas aos fatores ambientais, porém inferior aos valores encontrados com *Pseudobombax marginatum* na caatinga no município de Tobias Barreto/SE (NOGUEIRA Jr.2011), e para *Cedrela odorata* na mesma área de estudo, em Porto da Folha/SE (ANHOLETTO JÚNIOR 2013). Em estudos realizados recentemente por Nogueira (2017) a disponibilidade hídrica foi um dos fatores que influenciou positivamente o crescimento e a formação dos anéis de crescimento da *Shinopsis brasiliensis* na Caatinga. A temperatura da superfície do Oceano Atlântico – TSAA do ano anterior contribuiu para as chuvas do ano atual. Também foi observado a ausência de falsos anéis de crescimento destacando a influência da sazonalidade climática na atividade do cambium na zona semi-árida do Nordeste do Brasil. Ao todo a cronologia construída abrangeu 53 anos, um pouco menor do que a

criada por Cardoso (2014), entretanto também mostrou a influências das variáveis ambientais precipitação e temperatura no crescimento da espécie *S. Brasiliensis* corroborando também com os demais trabalhos na literatura sobre a aplicação da dendroecologia nesta espécie e nas demais espécies constituintes da flora da Caatinga do Nordeste brasileiro.

As espécies *Poicianaella pyramidalis* e *Aspidosperma pyriformium*, também foram estudadas na Caatinga de Sergipe, em Poço Redondo (PAGOTTO, 2015). Foram comparados três métodos para a mensuração da largura dos anéis de crescimento: o programa de imagem (ImageProPlus), a mesa de mensuração (LinTab) e a densitometria de raios X. Para *Poicianaella pyramidalis* foram obtidos os valores de intercorrelação pelo COFECHA, sendo que a densitometria de raios X apresentou o menor valor de intercorrelação. No entanto, as cronologias construídas para cada método foram correlacionadas entre si e também puderam ser correlacionadas com os totais anuais de precipitação do município de Poço Redondo. Os coeficientes de correlação observados entre a cronologia obtida e a precipitação em Poço Redondo, indicaram valores que variaram conforme o método de mensuração dos anéis de crescimento, pela mesa de mensuração ($r = 0,77$), sendo maior que do programa Image ProPlus ($r = 0,68$) e que a densitometria de raios X ($r = 0,56$). A espécie *Aspidosperma pyriformium* também apresentou maior correlação com a precipitação quando a cronologia foi construída com a mesa de mensuração ($r = 0,91$), seguido do programa de imagem ($r = 0,83$) e densitometria de raios X ($r = 0,83$). Esses resultados demonstram que diversos métodos podem ser utilizados para a mensuração dos anéis de crescimento de espécies da caatinga, correlacionando as cronologias obtidas com os dados climáticos deste ambiente.

Recentemente Aragão (2017) estudou o efeito das variações climáticas na formação dos anéis de crescimentos de quatro espécies arbóreas (*Aspidosperma pyriformium*, *Ziziphus joazeiro*, *Tabebuia aurea* e *Libidibia férreadg*) ocorrentes na Caatinga de duas áreas em Sergipe. No Monumento Natural Grota do Angico município de Poço Redondo, e em um remanescente florestal da fazenda São Pedro, no município de Porto da Folha. Em ambos os locais de estudo as variáveis climáticas precipitação local e temperatura da superfície do Oceano Atlântico – TSAA anuais influenciaram positivamente o crescimento dos espécimes. Com relação aos eventos de ENOS não houve uma influência significativa na relação deste evento com a precipitação em ambos os sítios de estudos, porém, mesmo não havendo sinal de significância os ENOS contribuem para a formação dos anéis de crescimento. Os resultados deste trabalho mostram que várias espécies da Caatinga são passíveis da aplicação da dendroecologia.

3.3 – *Cedrela odorata*

A espécie *Cedrela odorata* L., (Meliaceae) apresenta ampla distribuição natural, ocorrendo do México até o norte da Argentina. No Brasil ocorre na Floresta Atlântica, na Amazônia e também no bioma Caatinga (TOMAZELLO FILHO et al., 2000).

A espécie *C. odorata* apresenta porte grande, chegando a atingir até 35 metros de altura em áreas de precipitação de 2500 a 4000 mm/ano, crescendo menos em lugares mais secos. Possui característica caducifolia. Seu tronco reto ou tortuoso com ritidoma fissurado, cinza. Na caatinga, com precipitação de até 900 mm/ano a altura chega a atingir 18 m (TOMAZELLO FILHO et al., 2000, NAVARRO et al.2002).

Sua madeira possui cor rosa e cheiro característico forte e agradável. Suas folhas são compostas, alternas com folíolos opostos e sub-opostos com um folíolo atrofiado. Cálice em cúpula com sépalas pequenas e corola livre. Seus frutos são cápsulas marrons acinzentados com pequenas lenticelas que auxiliam na sua dispersão (KLEIN, 1984; DÁVILA, et al., 2008).

As árvores da *C. odorata* da Caatinga apresentam adaptações ao clima semiárido, que se mostram pela fenologia, no início da estação seca acontece a abscisão foliar com o intuito de evitar a perda d'água e após a queda das folhas ocorre a dispersão de seus frutos alados (ANHOLETTO JÚNIOR 2013). Em estudos realizados por (BOTOSSO, et al., 2000) usando faixas dendrométricas encontrou que as árvores de cedro apresentaram aumentos na circunferência do tronco no início e durante a estação chuvosa. Na estação seca ocorreu o contrário e o crescimento foi reduzindo gradativamente, chegando até mesmo a não existir em resposta ao déficit hídrico.

4 – MATERIAL E MÉTODOS

4.1 – ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho está sendo realizado no município de Porto da Folha, SE, a 112 quilômetros de Aracaju, estando inserido em região de ocorrência de Caatinga (Figura 1A). A área estudada situa-se nas coordenadas (Latitude: 09°55'02" S, longitude: 37°16'42" W), sendo uma propriedade particular e sua reserva legal caracterizada pela exploração parcial, apresentando árvores com 10-20m de altura e espécies características desse tipo de vegetação. O município de Porto da

Folha pertencente a bacia hidrográfica do São Francisco, sub-bacia hidrográfica do rio Capivara. A altitude média é 168m (a.m.n). O clima característico da região é semiárido, quente e seco, com precipitação anual total entre 380 e 760 mm, temperatura média anual é de 26,3 °C (Figura 1B) e evapotranspiração potencial anual superior à precipitação anual (ANHOLETTO JÚNIOR, 2013).

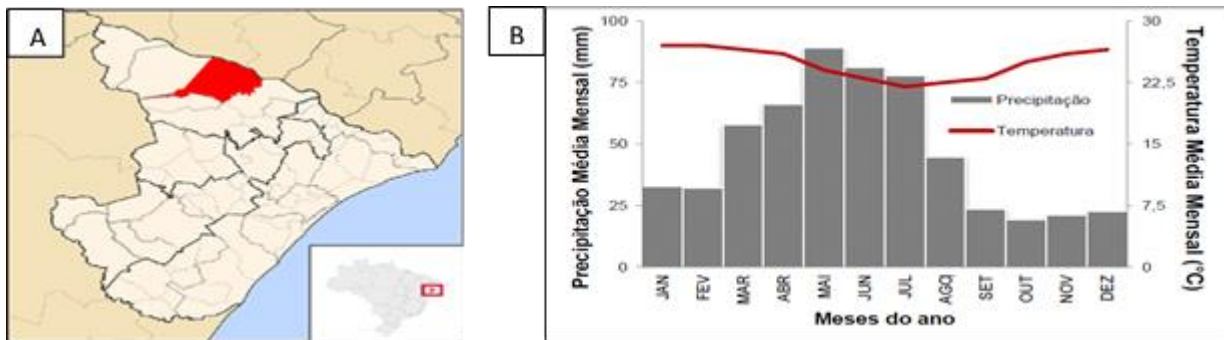


Figura 1. A) Localização do Município de Porto da Folha, SE. (B) Médias mensais da precipitação e temperatura do município de Porto da Folha. Fonte: CARDOSO (2014), dados SEMARH e SANTOS et al. (2014).

4.2 – ESPÉCIE ESTUDADA

A espécie selecionada para este estudo foi a *Cedrela odorata* L., (Meliaceae), conhecida popularmente como Cedro. Os fatores que contribuíram para a escolha desta espécie, foram: a ocorrência desta espécie no bioma Caatinga, indicação em estudos anteriores (ANHOLETTO JÚNIOR, 2013); o estado de conservação e de exploração dos espécimes, a possibilidade de encontrar exemplares em construções civis o que permitirá aumentar o tempo da cronologia e histórico de estudos da espécie pela equipe do Laboratório de Botânica: anatomia vegetal e dendroecologia da UFS.

4.3 – COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS

Foram coletadas 33 árvores, com trado de incremento manual, método não destrutivo, na altura do DAP (1,30m do solo) autorizado pelos donos da propriedade, bem como, autorizadas com

registro no SISBIO para a coleta e transporte. Foram coletadas 2 baquetas por árvore, armazenadas em canudos plásticos numerados. No Laboratório, as amostras foram secas ao ar, coladas em suportes de madeira e polidas nos planos transversal com lixas de várias granulometrias (80 a 600), para destacar os anéis de crescimento e sua posterior análise.

4.4 – ANÁLISES ANATÔMICAS

Para as análises anatômicas das amostras de madeira foram separadas baquetas das amostras coletadas, com dimensões de 1x0,5x1cm (comprimento, altura, largura), que serão amolecidas em solução de água e glicerina (3:1) aquecida. Os cortes serão feitos em micrótomo de deslizamento Zeiss, nos planos transversal, radial longitudinal e radial tangencial, clarificados com hipoclorito de sódio (20%), desidratados com série alcoólica (30-50%), coloridos com Safranina alcoólica (1%) e confeccionados em lâminas histológicas semi-permanentes (Johansen, 1940). O material será preparado para visualização em microscópio bioval de luz transmitida em dois aumentos (40x e 100x), e fotografados com câmera digital acoplada ao microscópio. As análises das imagens permitiram a caracterização dos elementos anatômicos de acordo com as normas IAWA (1989). Além dos cortes, parte das amostras foram destinadas à maceração, onde pedaços de 1x0,5x0,5 cm de cada amostra foram imersas em uma solução de peróxido de hidrogênio e ácido acético 1:1, e mantidas a 60°C por um período de 24h, com a finalidade de dissociação dos elementos anatômicos, e sua descrição feita seguindo-se as normas da (IAWA 1989).

4.5- ANÁLISES DENDROCRONOLÓGICAS

As amostras polidas tiveram os anéis de crescimento demarcados sob estereomicroscópio. Os anéis de crescimentos foram medidos a partir de imagens de 1200 dpi utilizando o programa de análises Image Pro Plus 3.0 calibrado com precisão de 0,01 mm. Na sequência, foram iniciadas as comparações das séries de medidas através da datação cruzada usando softwares como Excel e Cofecha, aplicando procedimentos estatísticos de correlação e gráficos. Posteriormente foram montadas as cronologias com o ARSTAN, sendo de quatro tipos: RAW, que representa as dimensões dos anéis de crescimento; STANDARD, índice padrão calculado a partir dos anéis de crescimento; RESIDUAL, que representa os desvios em relação aos padrões; e ARSTAN, semelhante a standard. As cronologias foram correlacionadas com os dados climáticos instrumentais (precipitação e temperatura da superfície do Atlântico) através do programa RESPO, permitindo verificar qual a

influência desses fatores nas taxas de crescimento das plantas de *Cedrela odorata* e sua dinâmica no ambiente de caatinga em Sergipe.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 – ANÁLISES ANATÔMICAS

5.2.1 – MACROSCÓPICAS

A sessão transversal das árvores de Cedro apresentou diferença na coloração entre o cerne e o albúrnio, com cerne marrom e albúrnio bege. Gosto amargo, grã direita, cheiro característico agradável, madeira macia ao corte. Vasos em sua maioria solitários estando também em múltiplos de até quatro. Anéis de crescimento visíveis a olho nu e distintos pela presença de parênquima axial marginal, apresentando uma mudança abrupta nos seus limites devido ao achatamento das fibras no lenho tardio e tecido parenquimático em maior volume no lenho inicial (Figura 2A e B). Os anéis também são caracterizados pelo diâmetro e agrupamento de vasos, apresentando-se agrupados e de maior diâmetro no lenho inicial, e menos agrupados e menores no lenho tardio (Figura 2B). Vasos em arranjo de anel semi-poroso (Figura 2B). As células de parênquima estão presentes em quantidade abundante no lenho inicial, devido ao parênquima marginal, e o parênquima apotraqueal sofre redução gradativa até o lenho tardio (Figura 2D). Ocorrem também a presença de fibras achatadas no lenho tardio e raios mais largos entre os limites dos anéis de crescimento (Figura 2C).

ANHOLETTO JR (2013) assim como o presente trabalho verificou que os anéis de crescimento verdadeiros são caracterizados pelo diâmetro e agrupamento de vasos, onde os vasos se apresentam agrupados e de maior diâmetro no lenho inicial, e menos agrupados e menores em seu fim (lenho tardio). Ambos corroboram com as informações já existentes na literatura (BOTOSSO et al 2000, 2011; TOMAZELLO FILHO et al 2004)

SANTINI (2013) fez a descrição anatômica macro e microscópica do cedro da Amazônia, que mesmo sendo de uma região úmida, apresentou características semelhantes as encontradas no presente estudo, como por exemplo: anéis de crescimentos, poros e parênquima axial marginal visíveis a olho nu, raios visíveis sob lente de 100x, os vasos mais abundantes e de maior diâmetro. BOTOSSO (2011) também encontrou que os vasos na *C. odorata* L., estão em arranjo semi-poroso,

padrão descrito pela IAWA (1989). Os raios se mostraram mais abundantes também, porém baixos de acordo com a IAWA (1989)

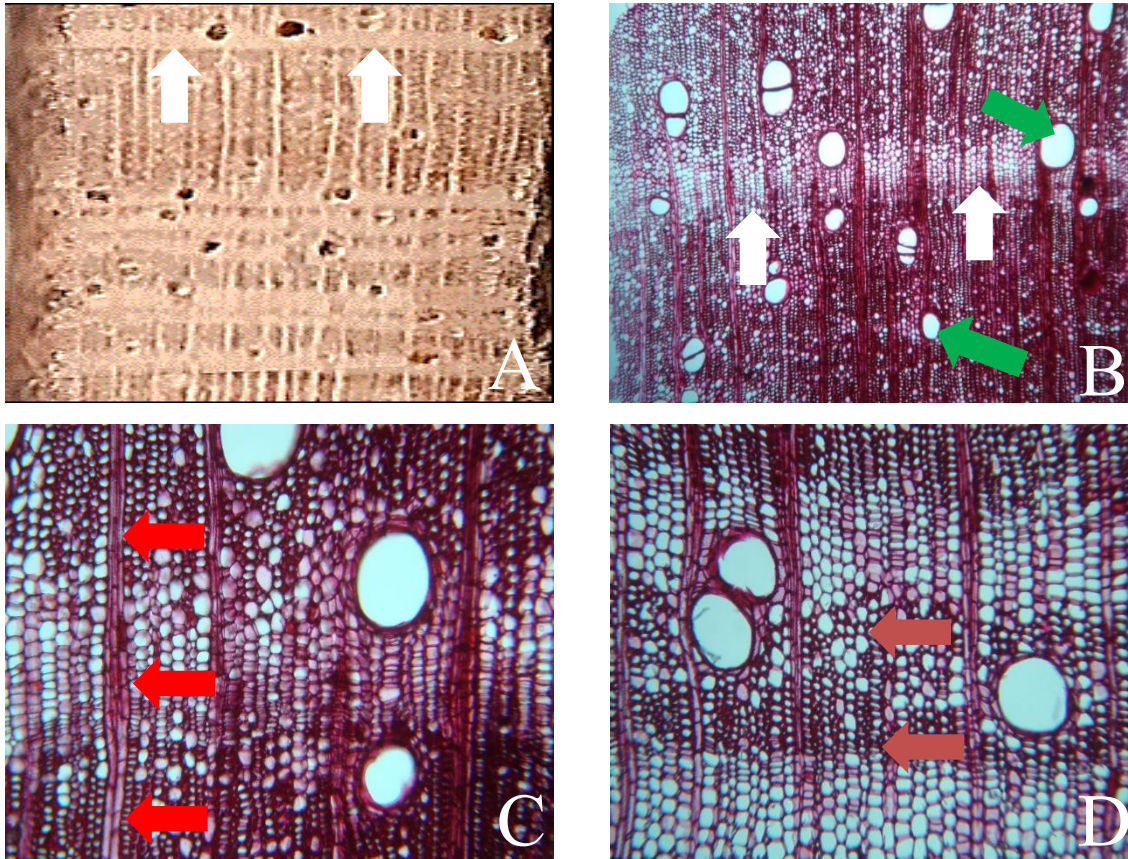


Figura 2. Estrutura macroscópica do lenho de *Cedrela odorata* L., de Porto da Folha, SE. Aspectos anatômicos da seção transversal com vasos (setas verdes), raios (setas vermelhas), parênquima axial marginal (setas brancas) e parênquima apotraqueal vazicêntrico (setas laranja).

5.2.3 – MICROSCÓPICA

Vasos: em maioria solitários e múltiplos até quatro, com distribuição em anel semi-poroso, mais largos no lenho inicial que no lenho tardio. Frequência média $2,13 \pm 0,97 \text{mm}^2$; diâmetro $93,03 \pm 53,71 \mu\text{m}$, área $3,44 \pm 1,81 \mu\text{m}$ e comprimento $404,66 \pm 85,96 \mu\text{m}$ (Tabela 1).

Fibras: libriformes, estreitas e numerosas com comprimento médio $1224,102 \pm 431,54 \mu\text{m}$ (Tabela 1).

Parênquima radial: camada de células bisseriadas ou trisseriadas com frequência média $3,26 \pm 1,14 \text{mm}$, altura $236,50 \pm 57,94 \mu\text{m}$ e largura $46,42 \pm 8,22 \mu\text{m}$ (Tabela 1).

Em estudos conduzidos por LOBÃO (2011) com o Cedro da Mata Atlântica, floresta mais úmida que a Caatinga, encontrou valores de diâmetro dos vasos de 84-325 μm , frequência 2-3/ mm^2 . Comprimento das fibras 903-1869 μm . A frequência de raios 4-8 mm, altura 300-898 μm . Todos os elementos anatômicos determinados por ele nos elementos anatômicos se mostraram maiores do que os descritos neste estudo corroborando com o descrito por LUCHI (2011), que estudando a anatomia ecológica do cedro em floresta úmida, encontrou que as condições exercem influência significativa nas diversas dimensões dos elementos anatômicos e que em locais mais secos os elementos anatômicos tendem a ser menores comparados aos de locais úmidos.

Tabela 1. Parâmetros quantitativos dos elementos anatômicos do lenho da *Cedrela odorata* L., na Caatinga de Porto da Folha, SE.

Elementos Anatômicos	Nº Medidas	Média	Valor máximo	Valor mínimo	Variância	Desvio Padrão
Frequência de vasos (mm^2)	30	2,13	4	1	0,94	0,97
Diâmetro de Vasos (μm)	300	93,03	265,47	21,91	2885,74	53,72
Área de Vasos (μm)	300	3,44	11,72	0,49	3,29	1,81
Comprimento de vasos (μm)	30	404,66	567,05	171,06	7390,12	85,96
Frequência de raios (mm)	30	3,26	5	1	1,30	1,14
Altura de Raios (μm)	300	236,50	419,55	109,48	3357,68	57,94
Largura de Raios (μm)	300	46,42	67,26	24,91	67,70	8,22
Comprimento das fibras (μm)	300	1224,10	1715,79	1008,40	186227,3	431,54

A placa de perfuração encontrada neste trabalho foi simples com uma única abertura circular, com apêndice em sua extremidade (Figura 6), está de acordo ao determinado por LOBÃO (2011), (BOTOSSO (2011) e IAWA (1989).

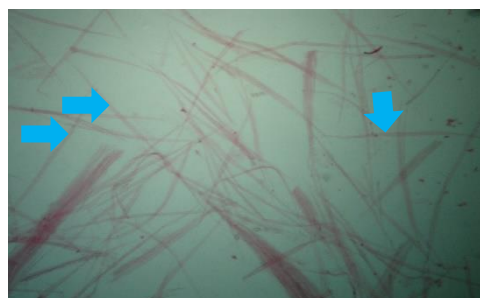


Figura 3. Elemento de vaso com placa de perfuração simples (seta branca) e apêndice em sua extremidade (seta amarela) (A) e Fibras (setas azuis) (B).

Para melhor sincronização das séries de incremento foi indispensável o entendimento do que é um verdadeiro anel de crescimento e um falso. Os anéis verdadeiros foram identificados e por apresentarem faixas de células de parênquima axial marginal largas em seus limites, com vasos de maior diâmetro e raios mais largos associados (Figura 4A e B).

Os falsos anéis de crescimento foram identificados através de procedimentos estatísticos usando o programa Cofecha, que analisou a correlação entre os segmentos das séries cronológicas permitindo sua posterior caracterização anatômica: (i) pela não continuidade do parênquima axial marginal, em faixas estreitas radialmente e porosidade difusa (Figura 4C e D); (ii) formados por camadas muito delgadas de parênquima, formando grupos de anéis quase indistintos (figura 4E e F); e (iii) constituído por faixas espessas de parênquima marginal paralela ao canal traumático, sem alteração na porosidade difusa do anel de crescimento (Figura 4G). Todos parecendo limites de anéis de crescimento, dificultando o processo de sincronização das séries de medidas dos anéis.

A formação dos falsos anéis de crescimento se dá pela ocorrência de eventos esporádicos de trovoadas (chuvas volumosas e concentradas no espaço), que provocam um aumento na umidade e faz com que ocorra a produção de células nas plantas ANHOLETO (2013). Estes eventos de trovoadas ocorrem quando se formam nuvens com grande volume de água, durante o verão, e que precipitam em locais específicos da área da Caatinga (ALVES et al 1997, FERREIRA & MELO 2005). A *C. odorata* L., em Porto da Folha/SE mostra responder a estes eventos formando falsos anéis de crescimento, ARAGÃO (2014).

O resultado deste trabalho também corrobora com a pesquisa de LOBÃO (2011) feita em diversos ambientes da floresta tropical amazônica no estado do Acre com duas espécies do gênero *Cedrela*, onde também encontrou anéis falsos demarcados por apresentar faixas espessas de parênquima marginal em paralelo ao ducto de resina, constituído por faixas muito delgadas de parênquima marginal, formando grupos de anéis quase indistinto e pela descontinuidade do parênquima axial e porosidade difusa ANHOLETTO JR (2013) também estudando a *C. odorata* L.,

em ambiente de Caatinga em Porto da Folha, Sergipe encontrou falsos anéis demarcados pelo parênquima axial não contínuo e porosidade difusa, além de verificar aspectos das fibras e parênquima nos anéis, semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Os traumáticos identificados, provocados por injúrias cambiais desencadearam a formação de anéis falsos de crescimento. O conhecimento a respeito dos aspectos anatômicos da madeira contribuiu para o entendimento de como as injúrias causadas na madeira influenciam a formação dos anéis falsos de crescimento, o que contribuiu para a datação dos anéis nas análises dendrocronológicas LOBÃO (2011).

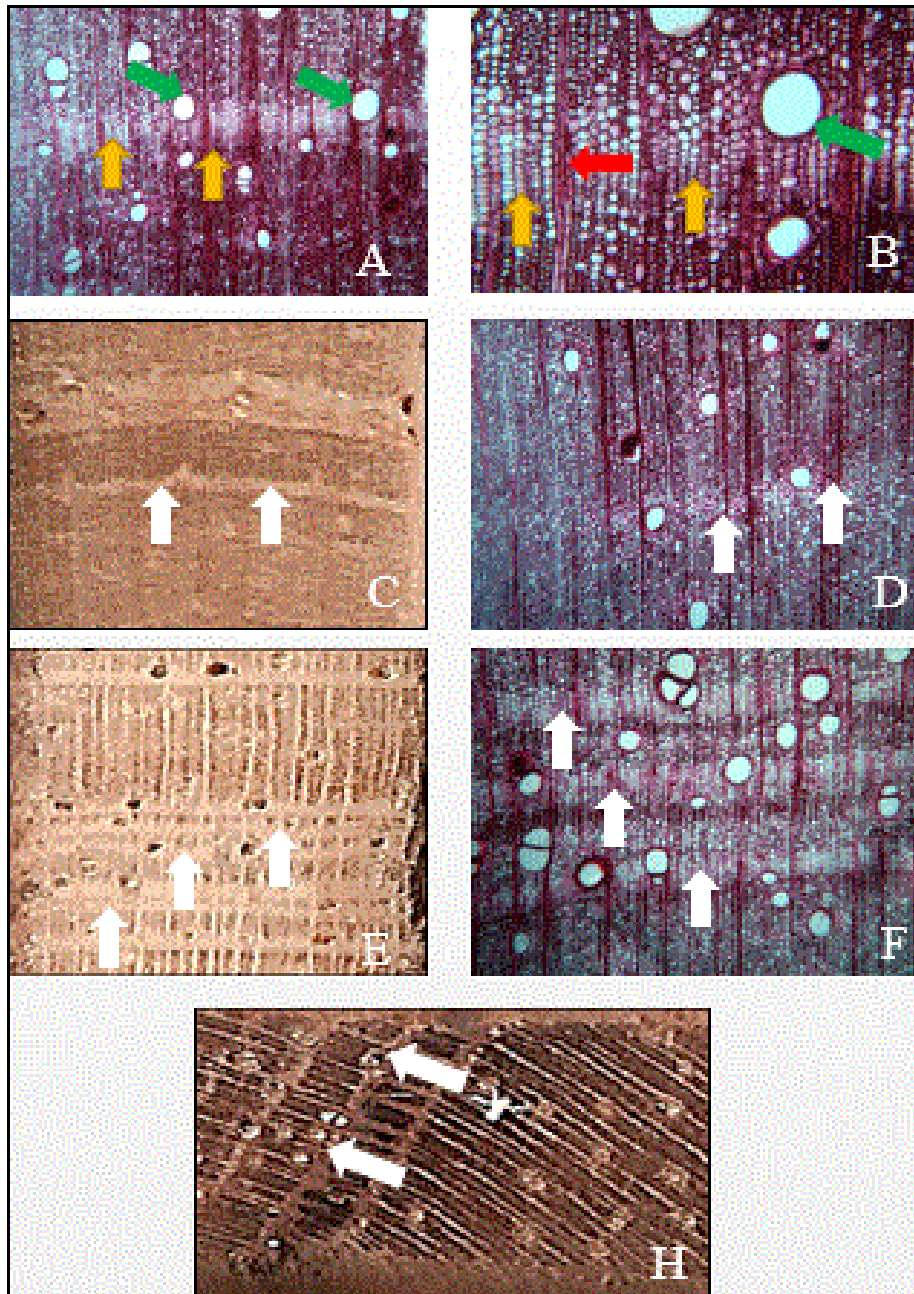


Figura 4. Sessão transversal do lenho de *Cedrela odorata* L., de Porto da Folha, SE. Com vasos (setas verdes), raios (setas vermelhas), anéis de crescimento verdadeiros (setas amarelas) e falsos anéis de crescimentos (setas brancas).

5.2.5 - ANÁLISES DENDROCRONOLÓGICAS

De um total de 31 árvores coletadas foram sincronizadas 27 amostras radiais, correspondendo a 17 árvores. A cronologia teve um total de 46 anos e 982 anéis de crescimentos utilizados. A intercorrelação entre as séries de anéis de crescimento foi 0,55 com sensibilidade de 0,55 (Arstan), valores considerados muito bons, pois ultrapassaram o mínimo significativo de 0,51 e mostram que as plantas são sensíveis aos fatores ambientais, pois seus anéis de crescimento apresentam variações

em suas larguras, conforme os anos de maior ou menor disponibilidade de recursos, principalmente, umidade. A cronologia Residual representou o crescimento médio anual como índices de cada ano para todo o conjunto de árvores do sítio de estudo. Observam-se picos e quedas que representam o crescimento das plantas em resposta as variáveis ambientais (Fig. 5).

A datação cruzada entre as medidas radiais dos anéis de crescimento das séries de amostras estudadas com (55) de correlação foi medida acima do mínimo significativo (51), com sensibilidade de (55). Também pode ser verificada comparando-a com os resultados ANHOLETTO JR (2013) para os Cedros de três áreas de estudo, Cedro de São João, Poço Verde e Porto da Folha onde determinou a média de intercorrelação entre as séries superior a (51) e a sensibilidade que as árvores mostraram em respostas as variáveis climáticas principalmente (precipitação e temperatura) no mesmo campo de estudo do presente trabalho foi de (57), também semelhante a encontrada nesse trabalho que foi de (55). Após o processo de datação cruzada foi criada uma cronologia do tipo residual a qual representou bem os índices referentes ao crescimento médio anual das plantas em respostas as condições climáticas durante a sua vida. Nela observa-se picos evidenciadas em épocas com grandes volumes de chuva e com pouca chuva (Figura 5).

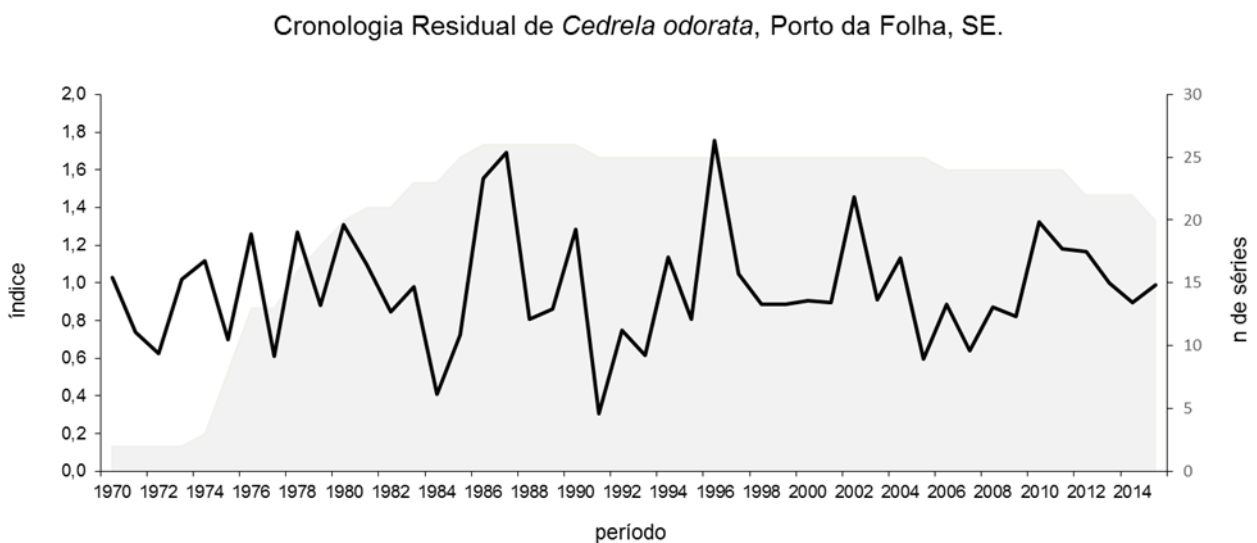


Figura 5. Cronologia Residual (linha sólida) de *Cedrela odorata*, de Porto da Folha/SE. A quantidade de séries de anéis de crescimento que contribuíram a cada ano está representada pela área cinza.

Como resposta as condições climáticas, a cronologia residual foi representativa. Esta cronologia apresentou anos com similaridade aos registros climáticos e outros anos com diferenças (Figura 6). A avaliação da influência da precipitação média anual sob as larguras dos anéis de crescimentos ao longo da vida dos espécimes, mostrou valores positivos de resposta das plantas à

precipitação. PAGOTTO (2015) estudou outras espécies da Caatinga na região, a *Poicianaella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz e *Aspidosperma pyriforme* Mart., e também verificou a influência da precipitação média anual sobre o crescimento das plantas e a formação dos anéis de crescimento anuais. A correlação de Pearson entre estes dados do presente estudo foi de 0,21 não sendo muito expressivo, mas positivo. Outro fator que pode ter influenciado neste resultado, foi a presença de falsos anéis de crescimento, que não puderam ser totalmente removidos durante o processo de sincronização das séries de medidas dos anéis de crescimento.

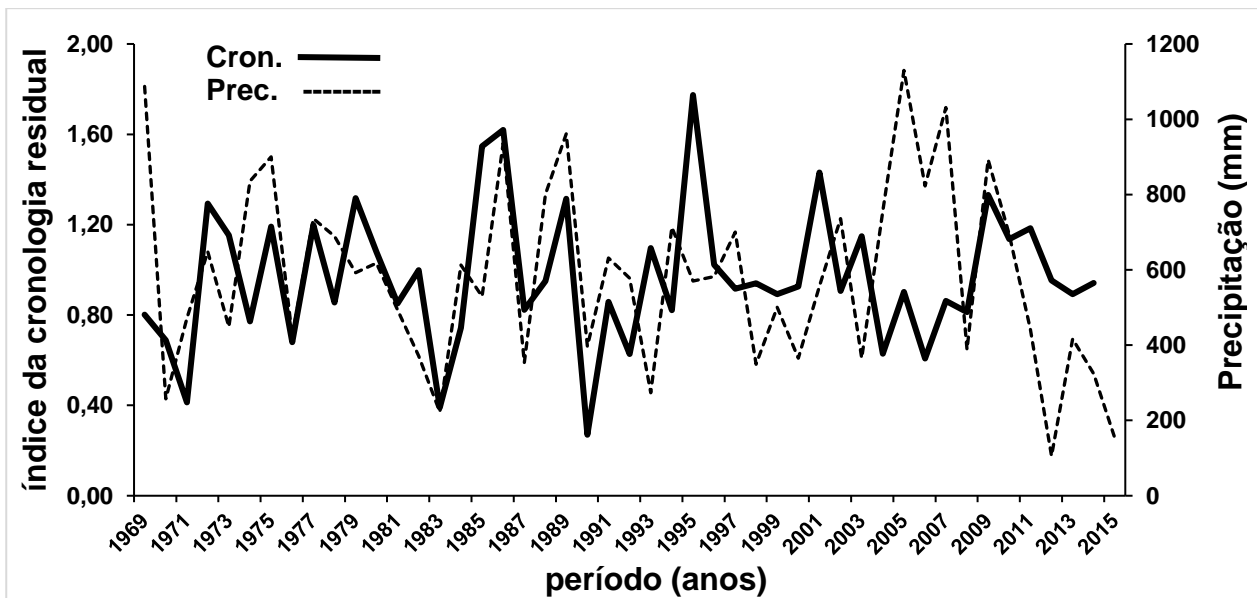


Figura 6. Relação entre a cronologia Residual (software ARSTAN) (linha sólida) e a precipitação pluviométrica (linha pontilhada) de Porto da Folha, SE.

As Estações Meteorológicas de Sergipe, tradicionalmente não possuem dados de temperatura, desta forma, fez-se a correlação da cronologia em relação a índices de Temperatura da Superfície do Oceano Atlântico (TSA) (Fig. 7B), que mostraram correlações significativas com o ano prévio ao calendário (anterior a formação de cada anel de crescimento), sendo significativos os meses de maio e junho, porém representando um período maior entre abril a julho. Estes resultados são correspondentes a outros anteriormente encontrados para a *C. odorata* estudadas também em Porto da Folha/SE (ANHOLETTO JÚNIOR, 2013). Esta correlação indica que o crescimento que ocorre nas plantas é influenciado pelas chuvas do mesmo período, porém estas dependem das temperaturas que ocorreram na superfície do oceano Atlântico no ano anterior, visto que a umidade que chega ao interior do continente, região semi-árida de Sergipe, depende dos ventos alísios.

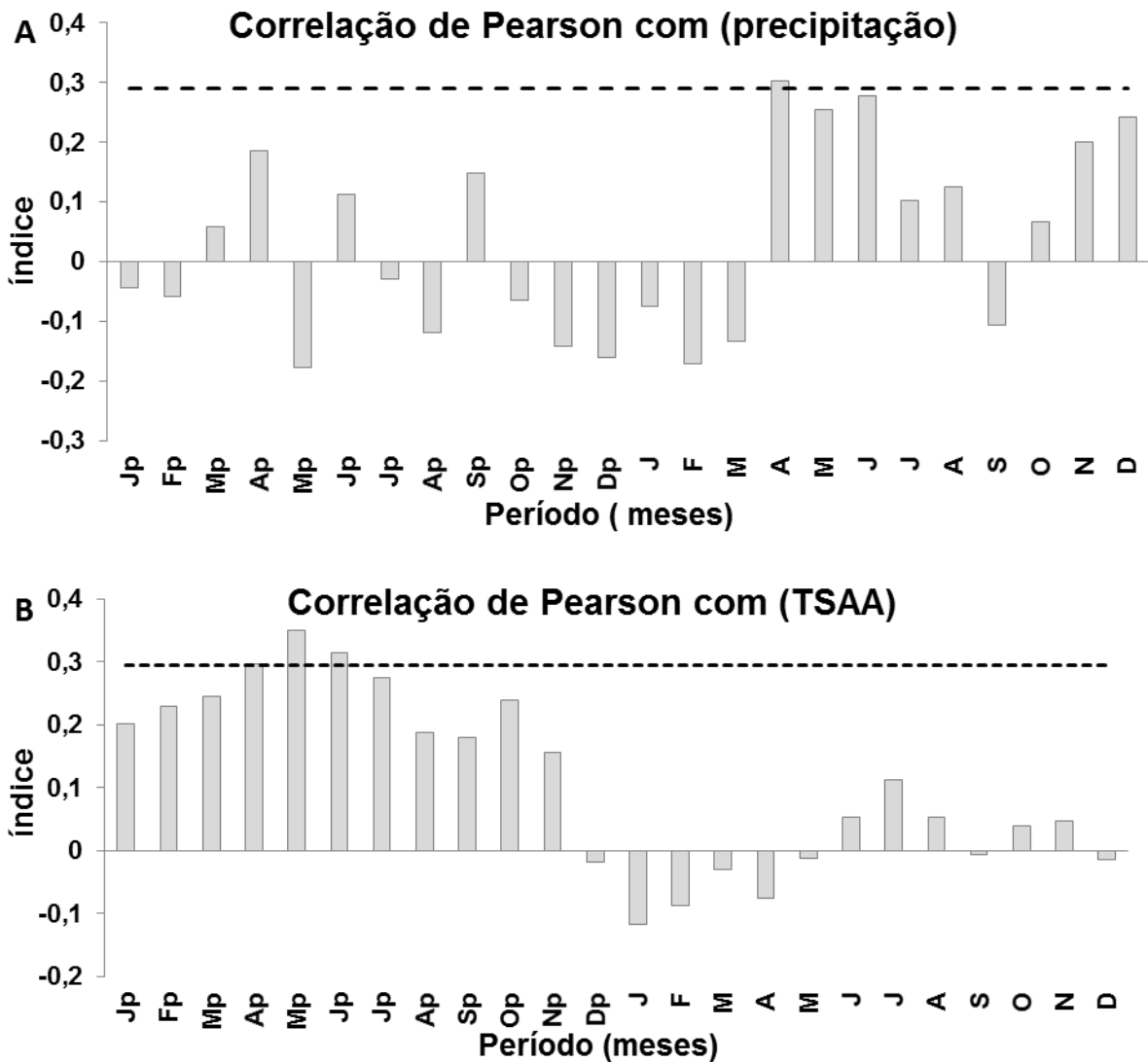


Figura 7. Relações entre a cronologia Standard de *Cedrela odorata* de Porto da Folha/SE e (A) a precipitação regional, e a (B) TSA. Valores acima da linha pontilhada são significativos (acima de 0,29).

6- CONCLUSÃO

Os estudos aspectos anatômicos da *Cedrela odorata* L., estão correspondentes a literatura e permitiram reconhecer os anéis de crescimento verdadeiros e falsos desta espécie na área de Caatinga estudada.

A *C. odorata* L., forma anéis de crescimento anuais, comprovados pela datação cruzada dos anéis.

A precipitação é o fator mais significativo para a formação dos anéis de crescimento de *C. odorata* na área de Caatinga estudada, comprovado pelas correlações que a cronologia apresentou com: a precipitação média anual regional; com a precipitação pluviométrica mensal do ano corrente; e também com a influência que a temperatura da superfície do oceano Atlântico exerce nas chuvas do ano de formação dos anéis de crescimento.

Tabela 2. Cronograma das atividades realizadas entre 2015 e 2016.

Atividades	Período 2015/2016
Treinamento do bolsista	Agosto
Busca de registros climáticos (precipitação e temperatura)	Setembro
Coleta do material e preparo para o polimento em laboratório	Outubro
Polimento do material coletado e escaneamento em laboratório	Novembro Dezembro
Mensurações dos anéis de crescimento	Dezembro a Fevereiro
Análises anatômicas e dendrocronologias	Fevereiro Março
Análises de correlação entre amostras e correção	Abril Maio
Análises de correlação entre amostras e correlação com os dados climáticos	Junho
Relatório e publicação	Julho

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. M. B., SOUZA, E. B., REPELLI, C. A., & ISABEL, M. 1997. Episódios De La Nina Na Bacia Do Oceano Pacífico Equatorial E A Distri-Buição Sazonal E Intrasazonal Bas Chuvas No Setor Norte Do Nordeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 12(1), 63-76 p.

AGUSTINI, A. F.; MATTOS, P. P. de; ALVAREZ, I. A. 2008. Evento de iniciação científica da Embrapa florestas. Anais, Embrapa Florestas: Colombo. 25 p.

ALVIM, T.P. 1964. Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL, Porto Alegre, 1964. Anais. Porto Alegre: UFRGS. 405-422 p.

ANHOLETTO JÚNIOR, C. R. 2013. 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, 90 p.

ARAGÃO, V, R. 2017. Ecologia da madeira e aspectos ecofisiológicos foliares de quatro espécies de florestas tropicais secas no estado de Sergipe. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, São Cristóvão, SE, 89 p.

ARAGÃO, V. R. Anatomia da madeira e dendroecologia de *Aspidospermapyrifolium* Mart. (Apocynaceae), no semiárido sergipano. 2014. Monografia (Ecologia-bacharelado) - Departamento de Ecologia, Universidade Federal de Sergipe, SE. 59 p.

BOTOSSO, P. C., MATTOS, P. P. 2002. Conhecer a idade das árvores: importância e aplicação. Série Documentos, 75. Colombo: Embrapa Florestas, 25 p.

BOTOSSO, P. C. 2011. Identificação macroscópica de madeiras: guia prático e noções básicas para seu reconhecimento, Embrapa Florestas, Colombo, PR, 66 p.

Botosso, P. C., Roland E. Vetter, and M. Tomazello-Filho. 2000. "Periodicidade e taxa de crescimento de árvores de cedro (*Cedrelaodorata* L., Meliaceae), jacareuba (*Calophyllumangulare* AC Smith, Clusiaceae) e muirapiranga (*Eperuabijiga* Mart. Ex Benth, Leg Caesalpinioideae) de floresta de terra firme, em Manaus-AM." *Dendrocronologíen América Latina*, 357-380 p.

BURGER, L. M., RICHTER, H.G. 1991. Anatomia da Madeira. Editora Nobel, São Paulo, 153 p.

- CARDOSO, D. S. 2014. Caracterização anatômica da madeira e potencial dendrocronológico de *Schinopsis brasiliensis* ENGL. (Anacardiácea) na Caatinga sergipana. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação. São Cristóvão, SE. 86 p.
- CORONA, E. 1986. Dendrocronologia: principi e applicazioni. Veroni, Instituti Italiano di Dendrocronologia.
- COELHO, J. V. Dendrocronologia: Método matemático para determinação da idade das árvores. Cuiabá, 2011. Tese (Doutorado em Física Ambiental), Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso. 89 p.
- DÁVILA, N. et al., 2008. Fichas de identificación de espécies maderables de Loreto – Peru. Loreto: Instituto de Investigaciones de La Amazônia Peruana. 12-13 p.
- DO ESPÍRITO SANTO, Alessandra; PUGIALLI, Helena Regina Lima. 1998. Estudo da plasticidade anatômica foliar de *Stromanthethalia* (Vell.) JMA Braga (Marantaceae) em dois ambientes de Mata Atlântica. *Rodriguésia*, 107-122 p.
- DUNISCH, O.; BAUCH, J., GASPAROTTO, L. 2002. Formation of increment zones and intra annual growth dynamics in the xylem of *Swieteniamacrophylla*, *Carapaguianensis*, and *Cedrela odorata* (Meliaceae). *IAWA Journal*, Leden, Netherlands v. 23, 101-119 p.
- FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. 2005. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 1, n. 1.
- Gärtner, H. et al. 2015. A technical perspective in modern tree-ring research-how to overcome dendroecological and wood anatomical challenges. *Journal of visualized experiments: JoVE*. 97 p.
- IAWA - INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS COMMITTEE. 1989. List of microscope features for hardwood identification. *IAWA Bulletin New Series*, Leiden, v. 10, n. 3, 219-332 p.
- JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant Microtechnique*. New York, Mc Graw-Hill Book Co. Inc., 523 p.

JUNIOR, S. L. Descrição macroscópica e microscópica da madeira aplicada na identificação das principais espécies comercializadas no estado de São Paulo. 2013. Dissertação (mestrado em Ciências Programa: Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 273 p.

LARCHER, W. 1986. Ecofisiologia vegetal. São Paulo: EPU, 339 p.

LOBÃO, S. M. Dendrocronologia, felonologia, atividade cambial e qualidade do lenho da *Cedrela odorata* L., *Cedrela fissilis* Vell. E *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* Hub. Ex Ducke, no estado do Acre Brasil. 2011. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 216 p.

LUCHI, Agnes E. 2011. Quantitative features of *Cedrela odorata* L. wood (Meliaceae). *Brazilian Journal of Botany*, v. 34, n. 3, 403-410 p.

NOGUEIRA JÚNIOR, F. C. 2011. 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, 173 p.

NOGUEIRA JUNIOR et al. 2017. Alternativas tecnológicas para o uso sustentável de madeiras da Caatinga em cercas do semiárido do baixo São Francisco. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Sergipe Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, São Cristóvão, 252 p.

OLIVEIRA, E. 2003. Características anatômicas, químicas e térmicas da madeira de três espécies de maior ocorrência no semi-árido nordestino. Tese de doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 149 p.

PAGOTTO, M.A. 2015. A vegetação lenhosa da caatinga em assentamento do estado de Sergipe: aspectos fitossociológicos, anatômicos e dendroecológicos. 2015. Tese (Doutorado em desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal de Sergipe Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa. São Cristóvão, 185 p.

KLEIN, R.M. 1984. Meliáceas. Flora Ilustrada Catarinense. MELI. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. 138 p

RODAL, M.J.N. & MELO, A.L. 1999. Levantamento preliminar das espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco. In: Araújo, F.D. Prendergast, H.D.V. & Mayo, S.J. (Eds.) Plantas do Nordeste. Anais do I Workshop Geral. Kew, Royal Botanic Garden, 53-62 p.

VILLALBA, R.; GRAU, M.R.; BONINSEGNA, J.A.; JACOBY, G.C.; RIPALTA, A. 1998. Tree ring evidence for long-term precipitation changes in subtropical South America. *International Journal of Climatology*.v.18, n.13, 1463-1478 p.

WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees – a review. 1995. *IAWA Bulletin New Series*. v.16, n.4. 337-351 p.

TOMAZLLO FILHO, M.; BOTOSSO, P.C.; LISI, C.S. Potencialidade da família Meliácea para dendrocronologia em regiões tropicais e subtropicais. In: ROIG, F.A (Ed) *Dendrocronologia em América Latina*. Mendoza: EDIUNC, 2000. 381-431 p.

TSUCHIYA, A. 1990. Hypertrophic growth of trees of the Caatinga plant community and water balance. *Latin American Studies*, n. 11. 51-70 p.

TROVATI, L. R. 1982. Resposta da densidade dos anéis de crescimento de *Pinus oocarpa* Scheidsa os fatores climáticos. Piracicaba. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 135 p.