



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA - DECO**

JOSÉ ROBERTO VIEIRA ARAGÃO

*Anatomia da madeira e dendroecologia de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (Apocynaceae), no semiárido sergipano*

São Cristóvão

2014



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA - DECO**

JOSÉ ROBERTO VIEIRA ARAGÃO

Anatomia da madeira e dendroecologia de *Aspidosperma
pyrifolium* Mart. (Apocynaceae), em região de clima
semiárido do Estado de Sergipe

Orientador: Claudio Sergio Lisi

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Departamento de Ecologia
da Universidade Federal de Sergipe como
parte dos requisitos para obtenção do título
de Bacharel em Ecologia.

São Cristóvão

2014

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, por ter me concedido a vida e muita saúde.

Agradeço, a minha avó Maria Moreninha de Matos, por ter sempre me apoiado e direcionado a um caminho prospero de todas as maneiras que pôde; à minha mãe Roseli que me auxiliou nas mais diversas empreitadas, e que auxilia até hoje da maneira que pode; ao meu pai Renares que apesar da distância sempre contribuiu para que eu sempre seguisse em frente e alcançasse meu objetivo; aos meus irmãos Renares Júnior e Maria Kelly, que descontraíram diversos momentos de tensão no decorrer do curso; ao primos Diego, Dione, Daniel, Denisson, Elmar, Renata, Matheus e Maria Eduarda, que estiveram em momentos importantes desta caminhada; aos tios Maria de Deus, Gelson, Helena, Luís, Marcílio, Andrea, Rosangela, Olney (*in memorian*), Fernando e Mary, que apoiaram e se fizeram presentes em momentos difíceis ao decorrer do curso. Agradeço também a todos dos outros demais parentes que, de alguma maneira, contribuíram direta ou indiretamente na minha formação.

Agradeço especialmente a minha namorada, amiga e companheira de todas as horas, Rayanna, pela atenção especial que sempre teve comigo, pelo apoio e incentivo que nunca me deixou fraquejar, pelo companheirismo e compreensão da minha ausência em férias, feriados e finais de semana que estive me dedicando a treinamento ou trabalho, seja ele de campo ou escrito, ao seu otimismo e confiança no sucesso da minha caminhada, aos risos e momentos felizes que tornaram tudo mais agradável durante o caminho, e à motivação que se materializou nela, o que tornou o objetivo alcançável.

Agradeço ao meu excelentíssimo orientador, Claudio Sergio Lisi, pela oportunidade dada em seu laboratório, pela contribuição acadêmica e moral durante os anos de orientação, pela oportunidade de aperfeiçoamento intelectual em outra instituição, pela franqueza da conversa e da amizade construída em cima do trabalho realizado.

Agradeço aos professores solícitos, Aduino, Elizamar, Leandro, Alexandre Liparini, Alexandre Siqueira, Myrna, Leandro, Bianca, Stephen, Adriana, Laura e Robério, que contribuíram para uma excelente formação profissional de ecólogo.

Agradeço aos amigos, de longa data, Leomax, Kleyber, Alex, André, Lázaro, Ediney, Ruy, Vinícius, Jânio, Lealdo, Frank, Jéferson, Neto, Tayran, Fabio, Felipe e Anderson; aos de laboratório, Leonardo, Luciano, Ana Cláudia, Nayanne, Francisco, Daniele e Mariana; aos de curso, Eduardo, José Bruno, Charles, Wendel, Bruno, David, Anderson, Jéssica e Welber. E a todos os demais que dividiram parte da caminhada e contribuíram de alguma forma para que o caminho não fosse tão longo.

Agradeço também ao Mário, aos amigos e colegas de ESALQ, que foram muito atenciosos e prestativos durante minha estadia em Piracicaba, para o curso rápido em anatomia da madeira.

RESUMO

ANATOMIA DA MADEIRA E DENDROECOLOGIA DE *Aspidosperma pyriforme* Mart., NO SEMIÁRIDO SERGIPANO.

A Caatinga é um bioma brasileiro caracterizado pela baixa precipitação pluviométrica anual, responsável por adaptações anatômicas e fisiológicas nos vegetais. A *Aspidosperma pyriforme* Mart. (pereiro) é uma espécie característica, de ampla distribuição e está entre as três mais abundantes deste bioma. Sua madeira dura e resistente é apreciada para construções rurais no nordeste, justificando a sua exploração e necessidade de manejo e conservação. A anatomia da madeira e a dendroecologia auxiliam entender a ecologia desta espécie. O objetivo deste trabalho foi descrever a anatomia da madeira e verificar a resposta de uma cronologia de anéis de crescimento de árvores de pereiro em relação ao clima regional. Foram coletadas 6 árvores (baguetas dos troncos) no assentamento rural Barra da Onça, município de Poço Redondo/SE, para o estudo anatômico, e outras 6 árvores (discos dos troncos) no Monumento Natural Grotta do Angico, para a dendroecologia. As amostras para a anatomia foram dimensionadas em cubos de 2x2x3 cm, seguido de um processo de amolecimento em água com glicerina para a realização de cortes histológicos transversais e longitudinais radial e tangencial, totalizando 540 cortes. Também foram preparados macerados destas amostras. Todo material foi corado com safranina, montado em lâminas semipermanentes e fotografados sob microscópio de luz transmitida nos aumentos de 4-40x, para a descrição anatômica, segundo normativas da IAWA. Para o estudo dos anéis de crescimento, os discos de madeira foram polidos com lixas, os anéis demarcados sob estereomicroscópio e digitalizados em scanner com resolução de 1200 dpi. Os resultados mostram que os elementos de vaso são muito frequentes e muito pequenos, com placa de perfuração simples, pontoações areoladas e apêndices nas extremidades. O parênquima axial é paratraqueal escasso, e o radial predominantemente unisseriado. Suas fibras são libriformes, de comprimento médio, de paredes espessas e lume reduzidos, e possuem pontoações evidentes em toda extensão. A *A. pyriforme*, forma anéis de crescimento anuais, delimitados por linhas de parênquima marginal e eventualmente por zona fibrosa. A sincronização das séries de anéis de crescimento mostrou correlação de 0,603 e sensibilidade de 0,382. A cronologia standard apresentou correlação significativa e positiva com a precipitação do período chuvoso do ano de formação de cada anel de crescimento e correlação significativa e negativa com os índices de temperatura da superfície do oceano Atlântico próximo ao litoral de Sergipe, e com tendência positiva no ano anterior. Os resultados permitem concluir que a *A. pyriforme* apresenta adaptações anatômicas características de vegetação de ambiente xérico como da caatinga, bem como é sensível aos fatores climáticos que ocorrem neste ambiente.

Palavras-chave: Caatinga, ecologia, anéis de crescimento, conservação, pereiro.

Sumário

RESUMO GERAL.....	04
1. CONSERVAÇÃO DE UM BIOMA: ANATOMIA DA MADEIRA E DENDROCRONOLOGIA COMO FERRAMENTAS DE CONSERVAÇÃO DA CAATINGA.....	08
1.1 - O Bioma Caatinga.....	08
1.2 - Mudanças climáticas e o bioma Caatinga.....	11
1.3 - Problemas e soluções na conservação do bioma Caatinga.....	13
1.4 - Referências Bibliográficas.....	16
2. DESCRIÇÃO ANATÔMICA DO LENHO DE <i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. PARA O SEMIÁRIDO SERGIPANO.....	21
2.1 - Introdução.....	21
2.2 - Estado da arte.....	21
2.2.1 - Anatomia da madeira.....	21
2.2.2 - Elementos de vaso.....	22
2.2.3 - Parênquima Axial.....	23
2.2.4 - Parênquima Radial.....	23
2.2.5 - Fibras.....	23
2.2.6 - Tilos (Tiloses).....	24
2.2.7 - Estruturas de excreção ou secreção.....	25
2.2.8 - Anéis de Crescimento.....	25
2.2.9 - Cerne e Alburno.....	26
2.3 - Objetivos.....	27
2.5.1 - Geral.....	27
2.5.2 - Específicos.....	27
2.4 - Material e Métodos.....	27
2.4.1 - Área de estudo.....	27
2.4.2 - Espécie estudada.....	28
2.4.3 - Coleta de dados.....	29
2.4.4 - Preparo das amostras.....	29
2.4.5 - Mensurações.....	32
2.5 - Resultados.....	32
2.5.1 - Anatomia Descritiva.....	32
2.6.2 - Anatomia Quantitativa.....	35
2.6 - Discussão.....	36
2.7 - Conclusões.....	37
2.8 - Referências Bibliográficas.....	38
3. DENDROCRONOLOGIA DE <i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. PARA O SEMIÁRIDO SERGIPANO.....	42
3.1 - Introdução.....	42
3.2 - Estado da arte.....	43
3.3 - Objetivos.....	45
3.3.1 - Geral.....	45
3.3.2 - Específicos.....	45
3.4 - Material e Métodos.....	45
3.4.1 - Área de estudo.....	45
3.4.2 - Espécie estudada.....	47
3.4.3 - Coleta de dados.....	47

3.4.4 - Preparo das amostras.....	48
3.4.5 - Mensurações.....	48
3.5 - Resultados.....	49
3.6 - Discussão.....	52
3.7 - Conclusões.....	54
3.8 - Referências Bibliográficas.....	54
Considerações Finais.....	58

Capítulo 1



1 – CONSERVAÇÃO DE UM BIOMA: ANATOMIA DA MADEIRA E DENDROCRONOLOGIA COMO FERRAMENTAS DE CONSERVAÇÃO DA CAATINGA.

1.1 – O Bioma Caatinga

O Brasil por sua grande extensão territorial possui diversos biomas, cada um deles respondendo a um conjunto de fatores físicos, químicos, bióticos e abióticos (Santos 2009). Dentre os biomas brasileiros, o maior da Região Nordeste, com extensão de quase 845 mil km², é a Caatinga. Este é rico em biodiversidade, pois abriga aproximadamente 178 espécies de mamíferos, 591 de aves, 177 de répteis, 79 espécies de anfíbios, 241 de peixes e 221 abelhas, 932 espécies vegetais lenhosas, herbáceas, cactáceas e bromeliáceas, das quais 380 são endêmicas. Seu clima se caracteriza pela concentração de chuvas em um único período, com duração de 3 a 5 meses, sendo as médias anuais de precipitação pluviométrica entre 400-800 mm, que variam na duração e no local de ocorrência. Cerca de 27 milhões de pessoas ocupam este bioma, que se estende por todos os estados da Região Nordeste do Brasil e engloba parte do estado de Minas Gerais. As atividades econômicas de toda a região nordeste se baseiam na biodiversidade local. O uso de tais recursos da Caatinga torna este bioma negligenciado e passivo a iniciativas de preservação (MMA 2014; Franca-Rocha et al. 2007).

Os primeiros estudos relacionados ao bioma Caatinga foram feitos por Oliveira (1937), Dolianiti (1951), Ducke (1953), Rizzini (1963) e Andrade-Lima (1966), onde foram descritos o tipo de vegetação, o clima, a hidrografia, a paleontologia, o relevo, os solos e as características econômicas e sociais da região. A Caatinga, também chamada de “Zona do Sertão”, está enquadrada no tipo de vegetação Savana-Estépica. Possui flora endêmica de regiões de clima semiárido, com predominância de plantas espinhosas decíduais, além de espécies comuns a outros tipos de clima como os temperados pré-andinos da Argentina e Bolívia. Podem ser encontrados diversos sub-tipos de vegetação enquadrados no tipo Savana-Estépica, onde os principais são a Savana-Estépica Florestada, a Savana-Estépica Arborizada e a Savana-Estépica Parque. Os principais gêneros descritos para estes sub-tipos de vegetação são *Cereus*, *Schinopsis*, *Astronium*, *Celtis*, *Aspidosperma*, *Chamaecrista* e outros, homólogos das formações arbóreas xeromórficas sul-americanas, com dispersão neotropical afro-amazônico, pantropical e andino-argentino.

Em 1966, Andrade-Lima já estabelecera os subtipos de vegetação encontrados na Caatinga, sobre as bases dos estudos anteriores, que caracterizam o bioma nordestino como

Savana-Estépica. Este mesmo autor descreveu cinco tipos de Caatingas, caatinga arbórea, caatinga arbórea aberta, caatinga arbustiva aberta ou seridó e caatinga irreversivelmente degradada, além de caatinga arbustivo-arbórea, esta última reconhecida sem sua especialização. Em 1981, denotou ainda seis unidades de vegetação, onde cada unidade é formada de acordo com as características estruturais da vegetação em relação ao ambiente. Em 2002, Velloso e colaboradores caracterizaram a Caatinga em oito ecorregiões que são distintas entre si, abordando características de solo, disponibilidade hídrica e altitude os quais determinam o subtipo de vegetação local (Fig. 1) (Velloso et al. 2002).

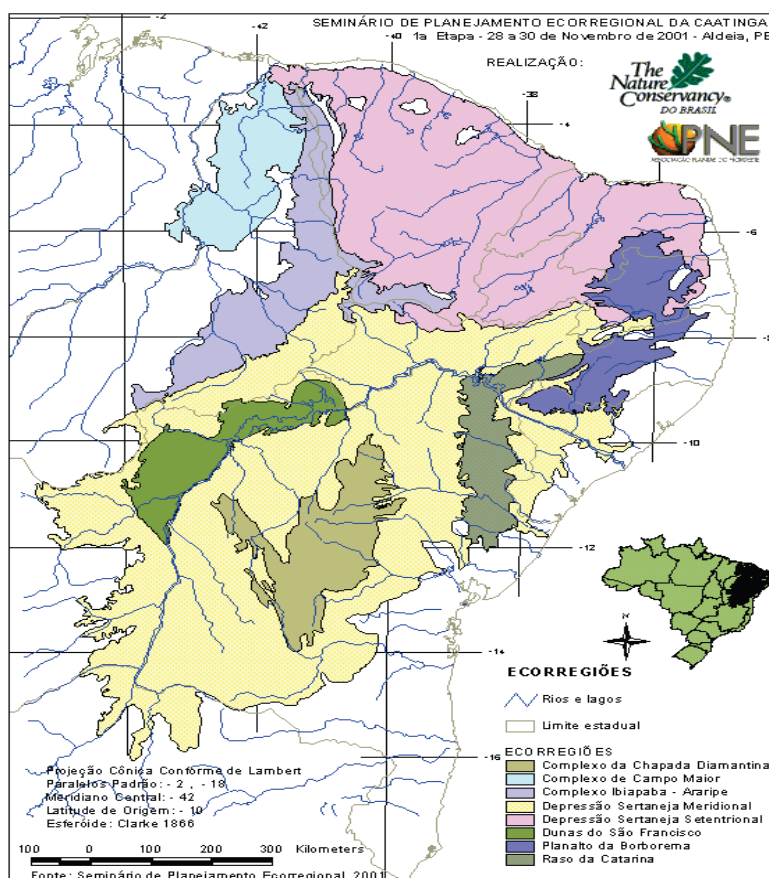


Figura 1: Divisão da Caatinga em ecorregiões (Velloso et al. 2002).

A partir da classificação de Andrade-Lima (1981), Prado (2003) e do Zoneamento Agroecológico do Nordeste (ZANE), elaborado pela EMBRAPA (2000), é possível uma melhor compreensão do bioma Caatinga. Através do ZANE identificou-se 20 unidades de paisagem, estas foram subdivididas em 172 unidades geoambientais e enquadradas em sete Unidades de Tipo de Vegetação, aperfeiçoando o trabalho realizado por Andrade-Lima (1966) (EMBRAPA 2010). Cada Unidade de Tipo de Vegetação possui dois ou mais gêneros de

plantas dominantes em sua área de abrangência, ocorrendo a predominância de espécies vegetais da Caatinga com a mescla em algumas regiões de representantes do Cerrado e Mata Atlântica, onde o potencial ocupacional é elevado e grande parte da área apresenta-se antropizada.

Para determinação das unidades de vegetação e de gêneros vegetais característicos Andrade-Lima (1981) teve como base as análises fitossociológicas onde eram correlacionados além das espécies características da área de Caatinga, as espécies de transição, a altura da mata, os tipos de solo e a adaptação vegetal a eles, a pluviosidade anual e a organização das chuvas, os moldes do relevo, a hidrografia e a presença ou necessidade de unidades de conservação. O esforço realizado nas análises das unidades de vegetação tornou possível o conhecimento fitofisionômico da Caatinga, a dinâmica de entendimento para os processos que ocorrem neste bioma tornou-se eficaz, de forma que cada estado com ocorrência desta vegetação característica está enquadrado em uma ou mais unidades, o que facilita o manejo e conservação das espécies e possibilita a criação de políticas públicas de proteção do bioma (MMA 2010).

Segundo Trovão e colaboradores (2007), as plantas oriundas do bioma Caatinga sofrem alterações fisiológicas decorrentes do curto período chuvoso na região, sendo o potencial hídrico destas espécies é o mais afetado, além de alterações na homeostase de seus fotossistemas. De maneira semelhante, Barbosa et al. (2003) destacam as variações das fenofases vegetais (brotamento, floração e frutificação) de espécies lenhosas em função do regime de chuva da Caatinga, onde os processos de perda de folha das caducifólias e a sua coexistência com as perenifólias dependem do nível de água no solo durante o período seco. Outra característica evidenciada é a produção frutífera diferenciada nos períodos de chuva e seca, sendo que nos meses chuvosos predominam os frutos produzidos com atributos para dispersão zoocórica e nos meses de seca os frutos com dispersão anemocórica, o que caracteriza a adaptação no modelo de reprodução das espécies deste bioma em função das pressões ambientais.

Em espécies lenhosas, as pressões ambientais podem ser observadas também na formação de seu lenho. O início e término do período vegetativo possuem variações na espessura, tamanho e organização celular, além da coloração do lenho inicial e tardio, e da delimitação do final do crescimento vegetativo pelas camadas de crescimento ou anéis de crescimento (Botosso & Mattos 2002). Segundo Marques e colaboradores (2012), as características anatômicas da madeira variam dentro da espécie em função do ambiente em que habita, uma vez que os fatores abióticos são determinantes na variação anatômica e

influenciam caracteres genéticos responsáveis pela adaptação ao ambiente. No entanto, estudos que avaliem as variações climáticas com base no lenho de espécies tropicais ainda são escassos, o que torna necessário o fomento para pesquisas nesta área específica.

1.2 – Mudanças climáticas e o bioma Caatinga

Desde o início da vida no planeta, à cerca de 3,6 bilhões de anos atrás, que o ambiente é alterado. Nesta vasta história de alterações, em sua maioria devido a fenômenos naturais, a única na qual um ser vivo atuou de forma direta e determinante é a que acontece nos últimos séculos, onde o protagonista é o ser humano (IPCC 2014).

O início do modelo drástico de desenvolvimento adotado pela sociedade contemporânea se deu na Inglaterra do século XVIII com a revolução industrial, onde o avanço tecnológico da época permitiu a aceleração da produção, a melhoria dos produtos, o aumento do consumo e conseqüentemente o decréscimo acelerado de matéria prima. Um século após a primeira revolução surgiram inúmeros problemas com o modelo de desenvolvimento, que à sombra da produção em larga escala escondera a falta de alimento de boa qualidade, a precariedade das instalações urbanas erguidas desordenadamente e o avanço sobre áreas naturais. Entretanto o parasitismo humano sobre os recursos naturais se instaura a partir do século XIX com a segunda revolução industrial, onde o paradigma do petróleo em conjunto com a invenção do motor de combustão alavanca a exploração mineral e potencializa a drenagem dos recursos naturais, além de promover a poluição ambiental, pouco discutida até então. O ápice da problemática ambiental se dá no século XX, em menos de 40 anos estouraram duas guerras mundiais, eventos que eximem a maior parte dos recursos naturais e poluem ou degradam de alguma forma o ambiente onde ocorrem (Odum 2004).

Com o final da Segunda Guerra Mundial surgiram os primeiros indícios de consciência ambiental da sociedade. A percepção da escassez principalmente de alimento, o surgimento de novas doenças sem cura aparente e os problemas com a produção culminaram na “revolução ambiental”, onde é possível destacar grandes movimentos ambientais como as primeiras conferências e tratados, estes criados para que se instaurasse um diálogo mundial sobre as condições ambientais. Em contrapartida ao debate sobre a temática ambiental, surgiu a “revolução verde”. Esta trouxe à agricultura mecanização e produção altamente dependente de insumos, que teve como principal atrativo o alimento em grande quantidade e de fácil cultivo. Com a revolução verde, grandes áreas florestais foram degradadas e transformadas em lavouras e os vegetais cultivados eram constantemente pulverizados com químicos no

intuito de evitar a proliferação de pragas. Esta prática concentrava todo o defensivo agrícola no alimento que posteriormente era ingerido pelo consumidor. Poucos anos depois de seu surgimento estudos comprovaram que tais defensivos causavam inúmeros danos à saúde, além de permanecerem por muito tempo imutáveis no meio (Cunha & Guerra 2012).

A utilização demasiada dos recursos naturais, o crescimento populacional de maneira exponencial, seu avanço sobre áreas naturais e a queima de combustíveis fósseis contribuem para o principal problema ambiental da atualidade, o aquecimento global. Tem como um de seus principais agentes o dióxido de carbono, gás constantemente emitido pelos automóveis e indústrias desde o século XIX. O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) tem estudado o aumento da temperatura através das décadas, assim como as variações pluviométricas, circulação de massas de ar e fluxo de correntes marinhas, de forma que os resultados dos últimos dez anos são desanimadores, com quadros de desertificação, derretimento das calotas polares e elevação dos mares em algumas décadas. Estudos paralelos aos do IPCC demonstram que a fenologia das plantas é alterada com o aumento da temperatura do planeta. O ciclo de vida vegetal de diversas espécies tem sido encurtado em função das variações ambientais, da mesma maneira em alguns anfíbios os hábitos de vida tem sido alterados e por se tratar de um grupo sensível algumas espécies foram extintas (Buckeridge 2008).

Para o Brasil, o relatório de 2007 do IPCC mostra alterações críticas no regime de chuvas e na temperatura para as próximas décadas. Na região nordeste onde a escassez de água é um problema as previsões futuras são ainda mais severas. O relatório traz como prognóstico a elevação de temperatura em até 5°C nos próximos 50 anos, além da diminuição do ciclo sazonal das chuvas e do aumento da irregularidade espacial-temporal de sua distribuição. Até o final do século XXI é estimado que a vegetação oriunda do bioma Caatinga seja substituída por outra mais árida, a disponibilidade hídrica será diminuída e as condições extremas da região nordeste originarão um movimento migratório para outras regiões. O fluxo de imigrantes refugiados da seca aumentará ainda mais o contingente de pessoas nas grandes metrópoles, e a manutenção das cidades se tornará inviável, visto que a produção diminuirá em função do clima e os recursos naturais se tornarão ainda mais escassos (Marengo 2006, Carmo 2007).

Em março de 2014 foi divulgado o mais recente relatório do IPCC. Nele estão informações atualizadas sobre a temática ambiental, mais especificamente sobre o aquecimento global. Os dados recentes são ainda mais preocupantes e mostram o aumento brusco de temperatura nos próximos anos se nenhuma atitude for tomada. A emissão do CO₂

deve ser diminuída com o auxílio de políticas públicas, o modelo de produção deve ser reavaliado e novas fontes de energia devem substituir os combustíveis fósseis a fim de superar a atual crise ambiental (IPCC 2014).

1.3 – Problemas e soluções na conservação do bioma Caatinga

A Caatinga é um dos biomas brasileiros mais degradados por ações antrópicas. A alta concentração populacional gera problemas de perda de biodiversidade, produção de alimento e energia. Inicialmente o bioma funcionou como imenso curral, onde o rebanho utilizava a vegetação nativa como pasto às margens do rio São Francisco. Se estabeleceram então as civilizações e em toda sua extensão fizeram uso dos recursos naturais disponíveis. Com o crescimento populacional a demanda do nordeste brasileiro gira em torno basicamente da agropecuária e retirada de recursos madeireiros e não madeireiros da vegetação nativa, sendo que a infraestrutura deficitária para a implantação do sistema agropecuário e a retirada excessiva de matéria prima culmina em um aumento elevado no desmatamento anualmente (Drumond 2000). Além das atividades de agropecuária e extração, a Caatinga sofre com a pressão industrial e da construção civil, que através de sua demanda de minerais acarretam danos ao bioma na forma de impactos pontuais significativos (EMBRAPA 2010).

Um dos principais problemas causados pelo manejo inadequado da Caatinga é a desertificação do Nordeste. Este tema foi primeiramente abordado na Agenda 21, um dos principais documentos gerados na Rio 92, uma das mais importantes conferências sobre o meio ambiente e desenvolvimento organizada pelas Nações Unidas. No Brasil existem áreas com características de clima semiárido que estão concentradas na região nordeste do país e sofrem processos de degradação que tender-se-á desertificação. As faixas de solo onde é possível observar a baixa absorção de água, com ocorrência de solos muito rasos e com pouca vegetação, conseqüentemente mais susceptíveis à desertificação, são chamadas de núcleos de desertificação. Desde que o governo federal criou em 1936 o Polígono das Secas, as áreas que sofrem com estresse hídrico oriundo da quebra no ciclo das chuvas têm sido mapeadas. Com a adaptação ao modelo de núcleos de desertificação, o Polígono das Secas tem aumentado, assim como as ações prioritárias de combate ao processo de aridização, que são direcionadas aos locais críticos (Araújo et al. 2005).

Segundo Fernandes & Medeiros (2009), o processo de desertificação do nordeste tem causado a perda de terras férteis, o que aumenta a demanda por alimento e desencadeia o fluxo migratório de pessoas. Ainda, trás consigo a diminuição da qualidade de vida, sendo

necessária a criação de medidas que possam auxiliar no modelo de produção e seu efeito sobre a sociedade. Esta ideia é corroborada por Marengo (2006) e Carmo (2007), que relacionam as mudanças ambientais à queda na qualidade de vida e à superpopulação em grandes metrópoles.

De acordo com Tabarelli & Silva (2003), existem 82 áreas prioritárias à ação de conservação no bioma Caatinga, as quais se destacam pela biodiversidade local e variam em forma e tamanho. Apesar da alta biodiversidade já identificada, as áreas de maior prioridade à conservação são pouco conhecidas e pesquisadas cientificamente, o que torna necessário, em alguns casos em caráter de urgência, o conhecimento e identificação das espécies que vivem no bioma. Tabarelli & Silva (2003), propõem como método de conservação e ampliação dos conhecimentos sobre a caatinga, a criação de Unidades de Conservação, visto que esta ferramenta é ainda pouco utilizada no país e as Unidades que existem apresentam falhas no funcionamento, além de que grande parte é da categoria de uso sustentável e a necessidade gira em torno de Unidades de proteção integral. No caso das Unidades de Conservação já criadas existem melhorias a serem feitas, sendo que aquelas de uso sustentável devem obedecer às recomendações feitas para diminuir os impactos gerados pela ação humana.

Segundo Vallejo (2002), existe uma grande dificuldade na criação de Unidades de Conservação no Brasil, tanto do ponto de vista do conhecimento científico, que é escasso para algumas áreas, quanto do ponto de vista político e social, que necessitam de comprovações e valores que motivem o ato de preservar. O grande desafio está no modelo usado para o processo de valorização ambiental, visto que este se baseia em políticas públicas que no país são ultrapassadas e de reavaliação demorada. A manutenção dos processos ecológicos ainda é subordinada ao ganho que se tem na exploração de seus recursos, sendo que as Unidades de Conservação criadas não tem desempenhado sua função pelo número pequeno e o isolamento em que estão, o que as torna meros santuários de preservação de espécies.

. No bioma Caatinga, em 2005, 72% das Unidades de Conservação eram de uso sustentável, e a criação de novas unidades por incentivo estadual também seguiu esta tendência, sendo que em sua maioria foram criadas Áreas de Proteção Ambiental (APA), a menos restritiva da categoria de uso sustentável. Para o regimento das unidades foi criado em 2000 o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), este sistema define as categorias de unidades nas esferas federal, estadual e municipal, separando-as por níveis de restrição ao uso dos recursos naturais.

Em 2007, o MMA em um estudo para identificação de áreas prioritárias de conservação, identificou 292 áreas no bioma Caatinga, destas 72 áreas já possuem mecanismos de proteção

(UC's) e 220 são novas e passivas a políticas de conservação. As novas áreas prioritárias para conservação têm em sua maioria o grau de importância extremamente alto, e as sugestões mencionadas no documento tem como prioridade a criação de Unidades de Conservação de proteção integral. A base para o cumprimento das metas de conservação pré-estabelecidas pelo MMA consiste na proteção de espécies com distribuição restrita, onde aquelas com cerca de 1km² devem ter necessariamente 100% de sua distribuição protegida.

Os corpos d'água também são componentes da Caatinga que devem contar com proteção total, visto que o bioma sofre com a escassez de água em parte do ano e a biodiversidade gira em torno dos reservatórios de água. E em virtude de promover a sustentabilidade nas regiões mais frágeis, deve ocorrer o manejo adequado das espécies utilizadas pela população, desta forma é feita a manutenção da população e da espécie manejada (MMA 2007).

Para Barbosa e colaboradores (2005), a criação de novas Unidades de Conservação, assim como a manutenção das já existentes tem o intuito de não só garantir a proteção da biodiversidade da Caatinga, como também diminuir a ameaça futura e os efeitos eminentes de desertificação do bioma. Desta forma se faz necessário o aumento das pesquisas em todo o bioma Caatinga, a fim de compreender a dinâmica das espécies nativas e fundamentar a criação de novas Unidades de conservação. De acordo como Vallejo (2002) e Tabarelli & Silva (2003), as pesquisas científicas são imprescindíveis para ações de proteção, a partir delas podem ser elaboradas e estabelecidas políticas públicas que servirão de base para conservação da biodiversidade, no presente caso, do bioma Caatinga.

Desta maneira, a dendrocronologia é uma ciência com grande potencial para o conhecimento das espécies arbóreas da Caatinga. Trata-se do estudo do desenvolvimento das árvores através da medida dos anéis de crescimento ao longo do lenho radial, que possibilita estabelecer uma correspondência entre a sua espessura com os fatores climáticos do passado e a sua influência nos eventos históricos datados (Coelho 2011). De acordo com Gonçalves (2007), a dendrocronologia não é apenas uma ciência pautada em dados climáticos, como também nos caracteres ecológicos que condicionam as espécies, em dados geomorfológicos que guardam informações de alterações da paisagem nos anéis de crescimento, além de dados hidrológicos, pirocronológicos e arqueológicos que ficam registrados no lenho das árvores. Segundo Rosero-Alvarado (2009), tais estudos dendrocronológicos têm se estabelecido nas regiões tropicais nas ultimas décadas, em locais onde o padrão ambiental é cíclico e bem definido.

Em suporte à dendrocronologia, a anatomia da madeira é uma ciência que dá a base necessária para estabelecer critérios de identificação das espécies vegetais. Segundo Pinheiro (2008), é a ciência que auxilia mais diretamente a Botânica, pois contribui com identificação das árvores quanto à família e ao gênero e, com o auxílio dos demais caracteres macromorfológicos, serve de guia para determinar as espécies a que pertencem às essências florestais. Botosso (2011) diz que a anatomia da madeira é a ciência botânica que se ocupa do estudo detalhado dos diversos tipos de células constituintes do lenho. A partir de tal estudo é possível à identificação de madeiras distintas, com confiabilidade aceitável. Segundo Costa (2001), a anatomia da madeira é o ramo da ciência botânica que se ocupa do estudo das variadas células que compõem o lenho, bem como sua organização, função e relação com a atividade biológica do vegetal.

A dendrocronologia com auxílio do estudo anatômico da madeira são ferramentas importantes na conservação da Caatinga. O estudo do xilema secundário para os táxons deste bioma ainda é escasso e as espécies vegetais endêmicas e que melhor representam a fitofisionomia da Caatinga possuem dados limitados. A obtenção de dados referentes à anatomia permite estabelecer correlações com influência do clima sobre a vegetação local. Desta forma é possível descrever a dinâmica de crescimento de cada espécie e avaliar seu papel no bioma. A partir dos resultados das correlações entre clima e a vegetação é possível traçar estratégias de conservação e manejo para a espécie avaliada, o que contribui com os mecanismos de conservação para a Caatinga. Desta forma o presente estudo visa correlacionar dados dendrocronológicos e anatômicos do lenho de uma espécie arbórea representativa do bioma Caatinga, a *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pereiro), com o intuito de auxiliar a sua conservação e também deste bioma para o estado de Sergipe e toda a região Nordeste.

1.4 – Referências Bibliográficas

ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V. 2005. Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga: suporte e estratégias regionais de conservação. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 446 p.

ANDRADE-LIMA, D. de. 1966a. Contribuição ao estudo do paralelismo da flora amazônico-nordestina. Recife: Instituto de Pesquisas Agronômicas - IPA, 30 p. (Boletim técnico, n. 19).

ANDRADE-LIMA, D. 1981. The caatingas dominium. Revista Brasileira de Botânica, p. 149-153.

BARBOSA, D. C. A.; BARBOSA, M. C. A.; LIMA, L. C. M. 2003. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.). Ecologia e conservação da caatinga. Recife: Universitária UFPE, p. 657-693.

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.

BUCKERIDGE, M. S. 2008. Biologia & mudanças climáticas no Brasil. São Carlos: RiMa Editora, 316 p.

CARMO, R. L. 2007. População e Mudanças Ambientais Globais. Revista Multiciência, 8ª ed., Campinas, p. 65-87.

COELHO, J. V. 2011. Dendrocronologia: método matemático para determinação da idade das árvores. Tese de doutorado, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso.

COSTA, A. 2001. Anatomia da Madeira 42 p. In: Coletâneas Anatomia da Madeira. Disponível em: <<http://www.joinville.udesc.br/sbs/professores/arlindo/materiais/APOSTILANATOMIA1.pdf>>. Acesso em: 12/03/2014.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. 2012. Crise Ambiental do Século XX. In: A questão ambiental: diferentes abordagens. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 27.

DOLIANITI, E. 1951. Notas sobre paleobotânica: sua evolução e estado atual. *Revista Escola de Minas*, Ouro Preto, v. 16, n. 3, p. 5-12.

DRUMOND, M. A.; PIEDADE, K. L. H.; FERNANDES, L. P. C.; CAVALCANTE, O. M.; RIBEIRO, O. V.; GONZAGA, A. S.; DE SOUZA, N. C. E.; CAVALCANTI, J. 2000. Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga. Documento para discussão no GT Estratégias para o Uso Sustentável. Petrolina, 23 p.

DUCKE, A. 1953. As leguminosas de Pernambuco e Paraíba. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 51, p. 417-461, Disponível em: <http://memorias.ioc.fiocruz.br/pdf/Tomo51/tomo51%28f1%29_422-466.pdf>. Acesso em: 10/05/2014.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro Nacional de Pesquisa de Solos/ UEP Recife / CPATSA. ZANE. 2000. Zoneamento Agroecológico do Nordeste. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/zapenet/index.htm>> Acessado em 25/05/2014.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Embrapa Agrobiologia. 2010. Manual para recuperação de áreas degradadas por extração de piçarra na Caatinga, Soropédica-RJ, 78 p.

FERNANDES, J. D.; MEDEIROS, A. J. D. 2009. Desertificação no nordeste: uma aproximação sobre o fenômeno no Rio Grande do Norte, Revista Holos, vol. 3, p. 147-161.

FRANCA-ROCHA, W.; SILVA, A. de B.; NOLASCO, M. C.; LOBÃO, J.; BRITTO, D.; CHAVES, J. M.; ROCHA, C. C. 2007. Levantamento da cobertura vegetal e do uso do solo do Bioma Caatinga. Anais. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis: INPE, p. 2629-2636.

GONÇALVES, G. V. 2007. Dendrocronologia: princípios teóricos, problemas práticos e aplicabilidade. Universidade de Évora, 16 p.

IBGE. 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira 2ª ed., Rio de Janeiro-RJ, 271 p.

IPCC, 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. WGII AR5 Summary for Policymakers, 44 p.

MARENCO, J. A. 2006. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Biodiversidade, vol. 26, Brasília-DF, 212 p.

MARQUES, J. P. R. 2012. Padrão floral dos citros: histopatologia *Colletotrichum acatatum*. Tese de Doutorado, Piracicaba-SP, 101 p.

MMA. 2007. Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira, 301 p.

MMA, Bioma Caatinga. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>>. Acesso em: 03/05/2014.

ODUM, E.P. 2004. Fundamentos de Ecologia. 7. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1029 p.

OLIVEIRA, E. P. de. 1937. Estado actual da paleobotânica brasileira. Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro, v. 2, n. 7, p. 7-17.

PINHEIRO, A. L.; ALMEIDA, É. C. D. 2008. Fundamentos de taxonomia e dendrologia tropical. JARD Produções Gráficas, Viçosa – MG, 72p, 6-7.

PRADO, D. E. 2003. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds). Ecologia e conservação da Caatinga. Ed. Universitária da UFPE, Recife, PE, pp. 03-74.

RIZZINI, C. T. 1963. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro: IBGE, ano 25, n. 1, p. 3-64, jan./mar. 1963. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/colecao_digital_publicacoes.php>. Acesso em: 10/05/2014.

ROSETO-ALVARADO, J. 2009. Dendrocronologia de árvores de mogno, *Swietenia macrophylla* King., Meliaceae, ocorrentes na floresta tropical Amazônica do Departamento de Madre de Dios, Peru. 129 p. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. 2005. Unidades de conservação brasileiras, MEGADIVERSIDADE, vol. 1, nº 1, p. 27-35.

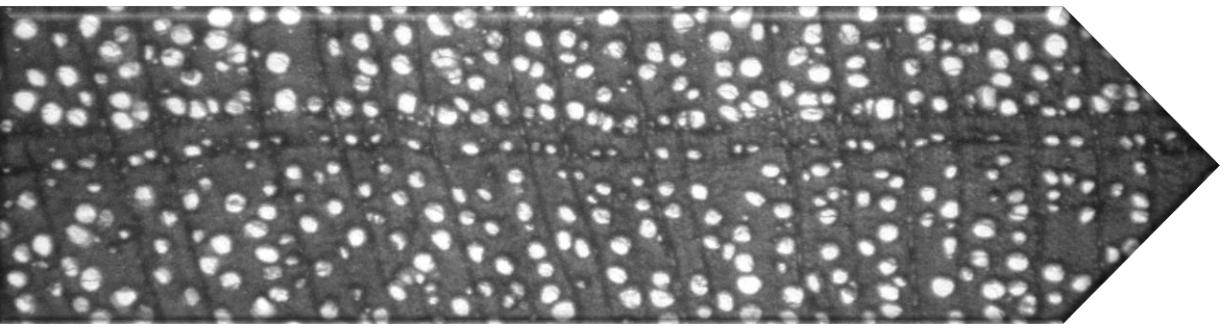
SANTOS, J. M. et al. 2009. Avaliação de Um Estudo de Biomas Brasileiros Mediante Sensoriamento Remoto: contribuições à formação de professores de Ciências, ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.2, n.3, p.83-105.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (eds.). 2003. Ecologia e conservação da Caatinga. Recife: Ed. Universitária da UFRPE, p. 337-365.

TROVÃO, D.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A.; NETO, J. D. 2007. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga, R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.11, n.3, p.307–311.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B. & PAREYN, F. G. C (Eds) 2002. Ecorregiões: propostas para o bioma Caatinga. Recife: Associação Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental - The Nature Conservancy do Brasil, 76 p.

Capítulo 2



2 – DESCRIÇÃO ANATÔMICA DO LENHO DE *Aspidosperma pyrifolium* Mart. PARA O SEMIÁRIDO SERGIPANO.

2.1 – Introdução

A maioria dos remanescentes de vegetação nativa da Caatinga ainda permanece sem proteção. Assim, além do investimento na ampliação e consolidação da rede de áreas protegidas, as estratégias para a conservação da biodiversidade visam contemplar formas inovadoras de incentivos para a conservação e uso sustentável da biodiversidade, tais como a promoção da recuperação de áreas degradadas e do uso sustentável da vegetação nativa, bem como o incentivo ao pagamento pelos serviços ambientais prestados pelo Bioma Caatinga (MMA 2014).

Uma ferramenta para conservação deste bioma é o estudo da anatomia da madeira das espécies arbóreas. De acordo com Burger & Richter (1991) a madeira é um conjunto heterogêneo de diferentes tipos de células com propriedades específicas para o desempenho de funções como condução de líquidos, transformação, armazenamento e transporte de substâncias nutritivas além da sustentação do vegetal. Segundo Costa (2001), a anatomia da madeira é o ramo da ciência botânica que se ocupa do estudo das variadas células que compõem o lenho, bem como sua organização, função e relação com a atividade biológica do vegetal. A anatomia constitui-se de um elemento fundamental para qualquer emprego industrial que se pretenda destinar à madeira. O comportamento mecânico da madeira (secagem, colagem de peças, trabalhabilidade e outros) está intimamente associado a sua estrutura anatômica e composição química elementar. Através da anatomia é possível diferenciar espécies, identificar corretamente a madeira, entender seu funcionamento e conseqüentemente melhorar seu manejo.

2.2 - Estado da arte

2.2.1 - Anatomia da madeira

Morey (1980) diz que a madeira é uma estrutura secundária da planta, da qual o lenho é o principal componente. É originado da atividade do câmbio por um processo de divisão tangencial, crescimento e diferenciação das células derivadas.

A madeira começa a se formar a partir do funcionamento do câmbio e do desenvolvimento do corpo secundário da planta arbórea. Um dos produtos mais importantes da atividade cambial é o xilema secundário, o qual, em função de sua complexidade, encerra praticamente todos os tipos de elementos celulares componentes da madeira (Paula 1997).

Buckeridge (2008) afirma que a madeira é um material com uma dualidade de atributos, que além de fazer parte dos órgãos de um ser vivo, também é usada como matéria prima para diversos fins. Tal material é um agrupado de paredes celulares de formas geométricas, cilíndricas e prismáticas, que figuram como tubos e tijolos de parede celular. Nas angiospermas se encontram fibras que dão sustentação, elementos de vasos que formam uma rede hidráulica responsável pela condução na planta, e células parenquimáticas responsáveis pelo preenchimento e reserva de substâncias, além do câmbio que através de sua divisão produz novas células xilemáticas e floemáticas, o que permite o crescimento da planta.

Segundo Pinheiro (2008), a anatomia da madeira é a ciência que auxilia mais diretamente a Botânica, pois contribui com a identificação das árvores quanto à família e ao gênero e, com o auxílio dos demais caracteres macromorfológicos, serve de guia para determinar as espécies a que pertencem às essências florestais.

Botosso (2011) diz que a anatomia da madeira é a ciência botânica que se ocupa do estudo detalhado dos diversos tipos de células constituintes do lenho. A partir de tal estudo é possível a identificação de madeiras com confiabilidade aceitável.

2.2.2 - Elementos de vaso

Vaso é um conjunto normalmente axial de células sobrepostas que formam uma estrutura tubular contínua e de comprimento variado, que tem a função de condução ascendente dos fluidos da árvore. Suas extremidades perfuradas, ou placas de perfurações, permitem a circulação dos líquidos e podem ser múltiplas ou simples a depender do tipo de descontinuidade dos vasos. O tipo de placa varia de acordo com o gênero ou a espécie, existindo uma grande variedade de formas intermediárias (Burger & Richter 1991).

Melo Júnior (2012) propõe como as principais características dos vasos: a porosidade (anel poroso, anel semiporoso e difuso), o arranjo ou distribuição (tangencial, diagonal, dendrítico e difuso), o agrupamento (solitários, geminados, múltiplos radiais e múltiplos racemiformes), placa de perfuração (escalariforme, reticulada, foraminada e simples) e pontoações (intervasculares, parênquimo-vascular e raiovascular).

2.2.3 - Parênquima Axial

O parênquima axial tem a função de armazenamento e de translocação de água e solutos a curta distância. Na madeira é distinto por células alongadas no sentido vertical e paredes mais delgadas, em comparação com as paredes dos elementos de vaso e das fibras. É classificado de acordo com seu padrão de distribuição em relação aos vasos, podendo ser paratraqueal, quando se encontra associado aos elementos de vaso, apotraqueal, quando não está em contato direto com esses elementos, ou em faixas, que pode ou não estar associado aos vasos, formando faixas retas, onduladas ou em diagonal, contínuas ou descontínuas (Costa et al. 2006).

2.2.4 - Parênquima Radial

Os raios possuem função semelhante a do parênquima axial quanto ao armazenamento e translocação da água e solutos a curta distância, principalmente no sentido lateral. Estes raios são divididos em três tipos de células parenquimáticas: procumbentes, eretas e quadradas. Podem variar em relação à sua composição, organização e número de células, sendo divididos em homocelulares, quando são formados por um único tipo celular, sejam elas procumbentes, eretas ou quadradas, ou em heterocelulares, quando são formados por dois ou mais tipos celulares.

As células do raio que não têm contato com os vasos acumulam amido no início do verão e o mobilizam no início da primavera. Acredita-se que estas células estejam relacionadas com o transporte radial periódico de carbonatos mobilizados para reativação do câmbio (Costa et al. 2006).

2.2.5 - Fibras

As fibras são células de sustentação responsáveis pela rigidez ou flexibilidade da madeira. Possuem forma alongada e extremidades afiladas, com maior dimensão no sentido do eixo longitudinal do tronco da árvore. As paredes das fibras variam em espessura, mas, geralmente, são mais espessas que as paredes das demais células do xilema secundário (Costa et al. 2006). Gonzaga (2006) afirma que fibras possuem células longas e de parede grossa com um vazio interior chamado lume; compõe a maior parte da madeira e podem se destacar

pelo seu aspecto característico reverso, que quando acentuado confere à madeira textura áspera e quando tênue contribui para um aspecto acetinado.

De acordo com Ferri (1999), as fibras formam geralmente feixes constituídos por elementos que têm as paredes espessas, devido à deposição sucessiva de camadas que reduzem gradualmente o lume celular. São consideradas como xilemáticas quando lenhosas, e extra-xilemáticas quando estão fora do lenho (liberianas, corticais e perivasculares). Melo Júnior (2012) afirma que as fibras podem ser classificadas em fibrotraqueídes e fibras libriformes, e os principais atributos a serem observados são os septos (paredes transversais de separação) e a espessura (com paredes muito finas, de espessuras médias e muito espessas).

2.2.6 - Tilos (Tiloses)

Esau (1974) denomina a formação dos tilos como um fenômeno chamado tilose, que é um processo que envolve a superfície de crescimento da membrana de pontuação de um par de pontuações entre a célula parenquimática e o elemento de vaso. O núcleo é parte do citoplasma e da célula parenquimática frequentemente emigram para o interior da tilose. Estas armazenam substâncias ergásticas e podem desenvolver paredes secundárias ou até diferenciar-se em esclerídeos. As tiloses bloqueiam os vasos e reduzem a permeabilidade da madeira. Tecnicamente este elemento é importante no tratamento do lenho com preservadores e em sua escolha para obras de tanoaria. Segundo Cutter (1987), as tiloses são invaginações das células parenquimáticas adjacentes através das pontuações do lume do elemento de vaso.

Os tilos formam-se quando uma ou mais células parenquimáticas adjacentes a um elemento de vaso ou traqueíde inativo se projetam através das pontuações para o lume do elemento de vaso ou traqueíde, obliterando-o. A ocorrência dos tilos evita o fenômeno da cavitação (formação de bolhas de ar), que impede o transporte de água pelos elementos condutores contíguos ainda ativos. Podem possuir paredes delgadas ou muito espessas (esclerificadas) e apresentar ou não conteúdo de amido, cristais, substâncias fenólicas, resinas e gomas. Ferimentos externos e ataque de agentes xilófagos podem provocar o surgimento dos tilos (Costa et al. 2006).

A formação dos tilos é um processo irreversível que esporadicamente pode acontecer nas fibras. Nos elementos de vaso, ocorrem naqueles com diâmetro superior a 80 micrômetros, com pontuações cujas dimensões sejam maiores que 3 micrômetros. Em

elementos de vaso com diâmetros e pontoações inferiores a tais dimensões, formam-se depósitos de gomas (Costa et al. 2006).

2.2.7 - Estruturas de excreção ou secreção

O metabolismo celular do vegetal pode produzir substâncias que ficam parcialmente isoladas do protoplasma, ou até do próprio organismo vegetal. A secreção produzida se dá pela separação de qualquer substância do protoplasto, sendo que esta pode estar associada a algum papel fisiológico específico, seja ele enzimático ou hormonal. As estruturas de secreção podem ser internas ou externas, onde as internas se encontram como glândulas compostas de células diferenciadas do parênquima circunvizinho as quais expelem inúmeras substâncias como resinas, óleos, gomas e mucilagens, que podem formar bolsas encontradas nas folhas ou caule do vegetal. As estruturas externas são desenvolvidas e geralmente presentes em espécies com nectários nas flores (Ferri 1999).

As células secretoras podem ser multicelulares (tricomas, emergências, ductos e canais), ou podem estar individualmente separadas como os idioblastos. Nos idioblastos são retidos óleos essenciais, comumente chamados de células oleíferas, com função de repelir insetos, por sua ação inseticida e dissuasiva alimentar e redução da herbivoria (Costa et al. 2006).

2.2.8 - Anéis de Crescimento

Anéis de crescimento são resultantes das mudanças na atividade do câmbio vascular, provocada por fatores como a fenologia, temperatura, fotoperíodo, precipitação e ritmos endógenos que, por sua vez, controlam a formação dos tecidos xilemáticos (Botosso e Tomazello 2001; Callado et al. 2001).

Segundo Morey (1980) a formação de anéis anuais é indiretamente afetada por uma atuante gama de fatores ambientais que influenciam a largura dos anéis e são diretamente expressos neles, uma vez que ocorrem eventos que alteram as condições ótimas do meio a atividade cambial sofre alterações paralelas. A cronologia de anéis auxilia na identificação dos anéis verdadeiros, possível a partir da comparação entre tamanho do anel e alguma variável ambiental (pluviosidade, temperatura, etc), e permite uma maior correlação entre fatores climáticos e a atividade cambial.

Ferri (1999) afirma que anéis de crescimento são resultado da ação do felogênio em direção interna à casca, que por divisões tangenciais de suas células produzem outras e as diferenciam, formam arcos interfasciculares e fasciculares de câmbio que constituem um anel de células meristemáticas. As camadas cilíndricas do xilema secundário são caracterizadas como anéis anuais de crescimento. Anéis anuais podem corresponder à variação de frio e calor, como também pelas diferenças na disponibilidade de água.

Pela concentração de estudos com anéis de crescimento em regiões temperadas, durante muito tempo se acreditou que em regiões tropicais não houvesse a formação de anéis de crescimento anuais. No entanto estudos recentes (Biondi 2001; Lisi et al. 2008; Tomazello Filho et al. 2009; demonstram a ocorrência de anéis anuais em espécies das zonas tropicais. Tais estudos são baseados na influência que o câmbio sofre em decorrência da pressão do meio, que nos trópicos se caracteriza, principalmente, por variações sazonais de períodos prolongados de chuva ou seca. O câmbio após seu processo de parada e retomada de crescimento deixa um sinal característico, onde é possível destacar as células formadas em cada etapa do processo. Além dos fatores de influência externos, é possível destacar a floração, frutificação e perda de folhas como fatores endógenos que determinam a formação de anéis de crescimento anuais no lenho de árvores e arbustos (Costa et al. 2006).

Segundo Buckeridge (2008), o anel de crescimento é uma marca identificável que demonstra que houve uma mudança no crescimento causada por alguma alteração na atividade do câmbio. O estudo dos anéis é utilizado para avaliação de impactos climáticos no crescimento das árvores, que contribui para reconstrução climática, análise da dinâmica florestal, além de auxiliar na definição de critérios para o manejo sustentável dos recursos madeireiros.

2.2.9 - Cerne e Alburno

O alburno é formado por células que após o alongamento e diferenciação celular, perderam seus protoplasmas e morreram, passando a conduzir água e os solutos dissolvidos nela, sendo distinto do cerne pela sua coloração mais clara. O cerne é constituído de células do alburno que se tornaram inativas para o transporte de água, também é chamado de lenho inativo (Costa et al. 2006). Segundo Esau (1974), a formação do cerne envolve a remoção do material de reserva ou a conversão deste em substâncias de cerne e a morte eventual dos protoplastos dos elementos parenquimáticos.

Segundo Ferri (1999), as células mortas do cerne segregam substâncias corantes, resinas ou gomas que impregnam as paredes celulares; estas são muitas vezes antissépticas e impedem a decomposição desta parte do lenho, agentes xilófagos (ex. bactérias, fungos, cupins, brocas) . Por ser mais duro e resistente, o cerne é preferido para fins de marcenaria, e sua coloração varia com a natureza das substâncias que impregnam as paredes de suas células.

2.3 – Objetivos

2.3.1 – Geral

Analisar os caracteres anatômicos do lenho de *Aspidosperma pyrifolium* Mart., e as possíveis variações em função dos fatores ambientais oriundos da Caatinga do semiárido de Sergipe.

Descrever a anatomia da madeira de *A. pyrifolium* para um ambiente de Caatinga do semiárido do Estado de Sergipe.

2.3.2 – Específicos

1. Descrever anatomicamente o lenho de árvores de *A. pyrifolium* do o semiárido sergipano.
2. Comparar as características anatômicas de *A. pyrifolium* em relação a algumas outras espécies arbóreas deste gênero;
3. Avaliar a influência dos fatores climáticos e ambientais da Caatinga na anatomia da madeira de *A. pyrifolium*.
4. Contribuir, a partir do estudo anatômico, com a conservação e manejo da espécie e do bioma Caatinga.

2.4 – Material e Métodos

2.4.1 – Local de estudo

O local de estudo selecionado foi o assentamento rural Barra da Onça, situado no Município de Poço Redondo (09° 48' 18'' Sul, 37° 41' 07'' Oeste), região semiárida do Estado de Sergipe, cerca de 180 km de distância de Aracaju. O assentamento é considerado o

primeiro de reforma agrária a ser implantado no Estado, possui cerca de seis mil hectares com 211 lotes familiares com limites de 30 hectares por lote, tendo sido criado em 1986.

A vegetação natural da região é a caatinga, constituída sobretudo por florestas arbóreas e arbustivas de pequeno porte, com características xerofíticas e com representantes caducifólias, cactáceas e bromeliáceas. As famílias mais frequentes são Caesalpinaceae, Mimosaceae, Euphorbiaceae, e Cactaceae, sendo os gêneros *Senna*, *Mimosa* e *Pithecellobium* com maior número de espécies. De acordo com os levantamentos de áreas prioritárias à conservação, feito por Tabarelli & Silva (2003), espécies como *Poinceanella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (catingueira), *Amburana cearensis* (Fr.All.) A.C. Smith (amburana), e *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pau-pereiro), são abundantes e típicas do local.

A temperatura média anual da região é de 25,6°C com a ocorrência de precipitações pluviométricas irregulares e mal distribuídas, com média anual de 500 mm, caracterizado em um período seco no verão e um período chuvoso entre os meses de abril a julho (Leite & Wanderley 1976).

2.4.2 – Espécie estudada

A família Apocynaceae inclui aproximadamente 400 gêneros e 3.700 espécies de ervas, subarbustos, árvores e lianas, geralmente latexcentes, distribuídas predominantemente em regiões tropicais e subtropicais, mas também com representantes em zonas temperadas (Judd et al. 2009). No Brasil ocorrem cerca de 95 gêneros e 850 espécies, destacando-se, por seu interesse madeireiro ou ornamental, os gêneros *Allamanda*, *Asclepiase* e *Aspidosperma* (Souza & Lorenzi 2012). O Gênero *Aspidosperma* têm cerca de 43 espécies de distribuição neotropical (Marcondes-Ferreira & Kinoshita 1996), de origem andino-argentina e abriga na Caatinga a espécie endêmica, *Aspidosperma pyrifolium* Mart. Apocynaceae (Andrade-Lima 1981). Tal espécie possui porte regular, altura média de 5 m, diâmetro do caule entre 15 e 20 cm e coloração acinzentada (Braga 1976, Tigre 1968). São sinônimos botânicos as *Aspidosperma refractum* Mart. e *Aspidosperma bicolor* Mart. e tem como nomes populares o pau-pereiro, pereiro-branco, pereiro-de-saia, pereiro-preto, pereiro-vermelho e peroba-rosa.

Ocorre nos Estados do Nordeste até o norte de Minas Gerais, na Caatinga. Tem ampla dispersão em toda zona da caatinga, sendo geralmente encontrado na zona do sertão baixo do Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Paraíba, nas várzeas e baixios argilosos, meias encostas de solo de tabuleiro e rochosos (Maia 2012).

Possui tamanho médio, de até 7-8 m de altura, com caule bem desenvolvido, ereto, e copa normal, em ambientes ecologicamente equilibrados. Em áreas degradadas é comum ser encontrado em rebrotos, de copa ramificando-se já próximo à base. São árvores laticíferas de casca com sabor amargo, lisa, e acinzentada, com lenticelas brancas quando jovem e rugosa, solta em partes mais irregulares, quando senil. As folhas são simples alternas, ovais, 4-9 cm de comprimento, glabras ou pilosas, coriáceas. As flores são pequenas com 10-15 flores alvas, de perfume muito afável. Seu fruto é lenhoso, com forma de gota achatada, de cor castanho-claro, verrugado de cor cinza, deiscente, com sementes aladas, planas e papiráceas (Maia 2012).

Sua madeira possui cor amarelo-claro ou creme, tem textura fina e uniforme. Está é apreciada em atividades como a construção civil, o uso energético e a utilização na medicina popular. É comumente utilizada na recuperação de áreas degradadas, além de possuir porte característico ao uso ornamental (Maia 2012).

2.4.3 – Coleta das amostras

As amostras de madeira foram coletadas utilizando o método não-destrutivo (em árvores com DAP (diâmetro a altura do peito) acima de 10 cm ou sem possibilidade de coleta de discos), com trado motorizado e pelo método destrutivo (em árvores que se bifurcam na base), utilizando serrote. A coleta foi feita no período de seca na Caatinga, nos meses de dezembro de 2012 e janeiro de 2013. As amostras coletadas continham cerne, alburno e casca e foram acondicionadas em sacos de papel e depois secas ao ambiente.

2.4.4 – Preparo das amostras

Para a descrição anatômica as amostras (baguetas e discos) foram cortadas em cubos na região intermediária entre a medula e a casca, com dimensão 2x2x3cm (Fig. 1A). Para cada amostra foram retirados quatro corpos de prova, selecionados aleatoriamente (sem discriminação de cerne e alburno) para o desenvolvimento das análises no Laboratório de Anatomia Vegetal e Dendroecologia da UFS (Fig. 1B). Em seguida os corpos de prova passaram pelo processo de amolecimento, por imersão em solução 2:1 de água e glicerina, e fervura por quinze minutos (Fig. 1D). Foram obtidos cortes histológicos nos sentidos transversal e longitudinal (tangencial e radial), utilizando um micrótomo de deslizamento Zeiss, modelo HYRAX S 50, dotado de navalha histológica perfil C, com espessura de corte

entre 15-20 μm (Fig. 1C). Para cada amostra foi obtido um total de 90 cortes histológicos, sendo 30 por plano, e 540 ao todo. Os cortes foram preparados para a montagem de lâminas semi-permanentes (Johansen 1940). Além dos cortes, parte das amostras foi destinada à maceração, onde lascas 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 48h, com a finalidade de dissociação dos elementos anatômicos (Fig. 1D).

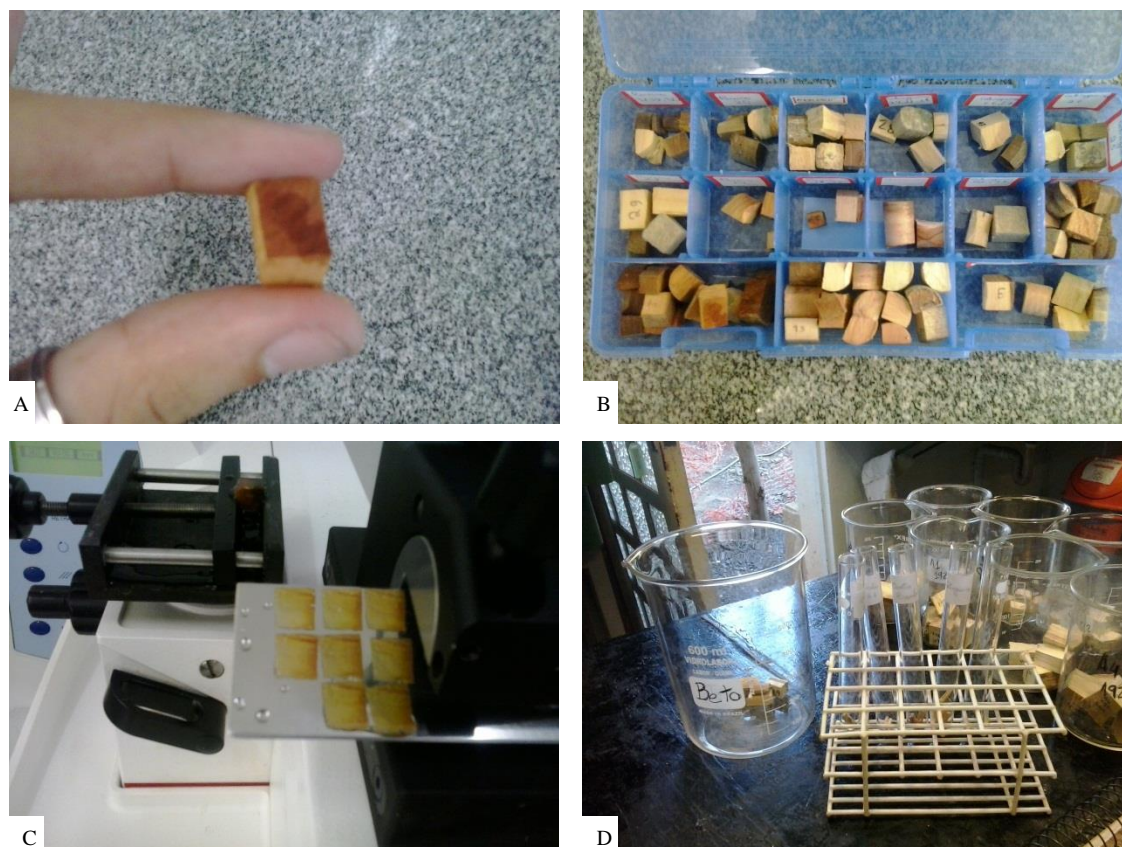


Figura 1. Preparo das amostras para a avaliação da anatomia da madeira de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. **A.** Amostra de madeira em cubo, para o procedimento de corte histológico. **B.** Corpos de prova organizados por indivíduo. **C.** Cortes histológicos da madeira de *A. pyrifolium*, obtidos com micrótomo. **D.** Corpos de prova prontos para o processo de amolecimento (corte histológico), e maceração química (maceração).

Os cortes histológicos foram então tratados com solução de hipocloreto de sódio (20%) morno e lavados com água destilada. A seguir foi utilizada a série alcoólica (30-50%) a fim de substituir a água por álcool, e na etapa 50% os cortes foram corados com Safranina (1%) (3 gotas). O excesso de corante foi eliminado com álcool 50%, e os cortes foram dispostos sobre lâminas com glicerina para finalizar o processo de confecção (Johansen 1940) (Fig. 2A).

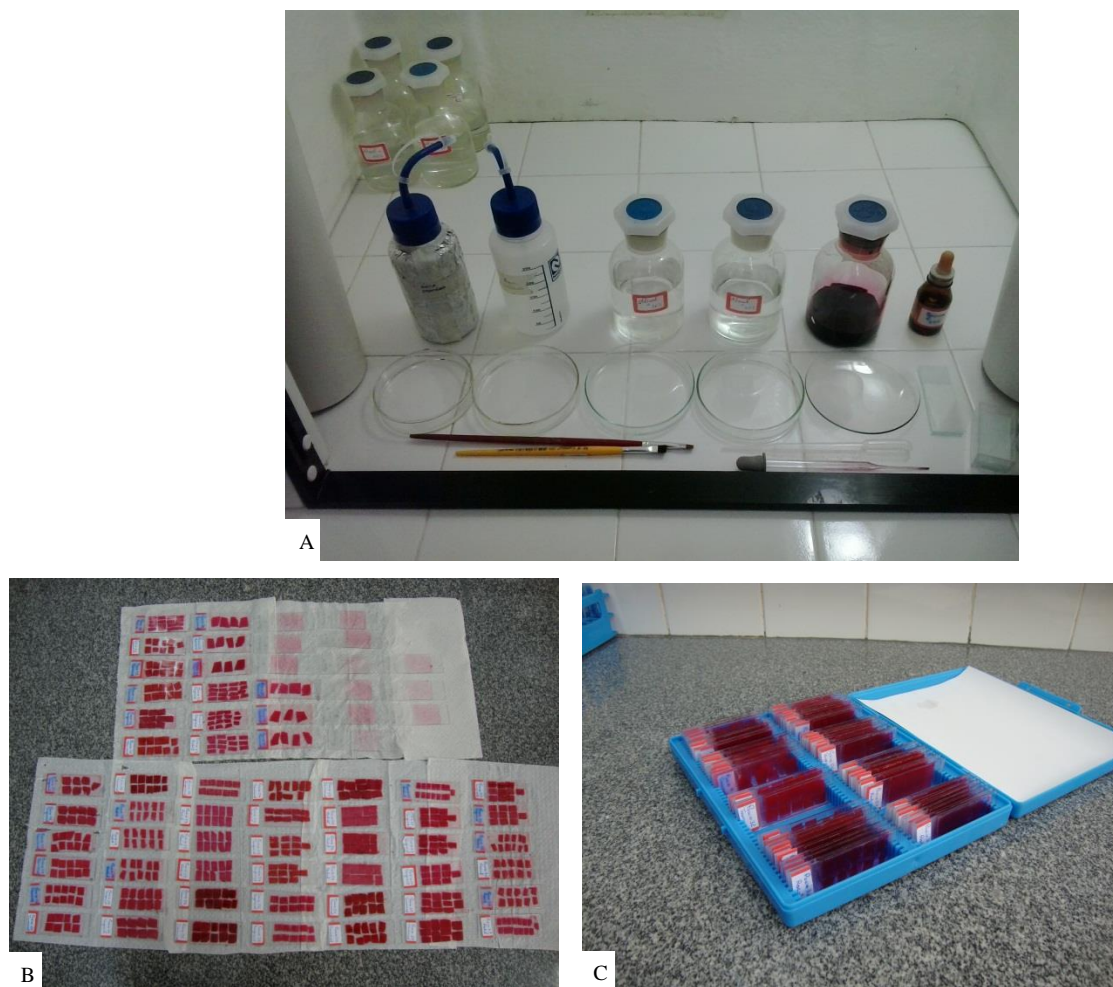


Figura 2. Preparo das lâminas histológicas. A. Processo de coloração dos cortes anatômicos da madeira de *Aspidosperma pyriforme* Mart. B. Lâminas histológicas de corte e macerado produzidas (69). C. Lâminas histológicas organizadas por indivíduo.

Após a retirada da estufa o material foi lavado em água corrente para a remoção do excesso da solução macerante (Fig. 3). Em seguida, com o auxílio de um estilete, disposto sobre lâminas histológicas (2 por amostra) e separado mecanicamente. Após a separação do material macerado, foi estilada uma gota de corante (Safranina 1%) sobre as amostras, em seguida o excesso foi retirado e estilada uma gota de glicerina (50%), por fim, com auxílio do estilete, o processo de separação mecânico foi finalizado sendo confeccionadas as lâminas (Fig. 2B). Na sequência, foram retiradas imagens em microscópio Bioval de luz transmitida nos aumentos de 4x, 10x, e 40x, sendo 30 por aumento para cada amostra (uma por corte), a fim de apurar a descrição anatômica (Franklin 1937) (Fig. 2C).

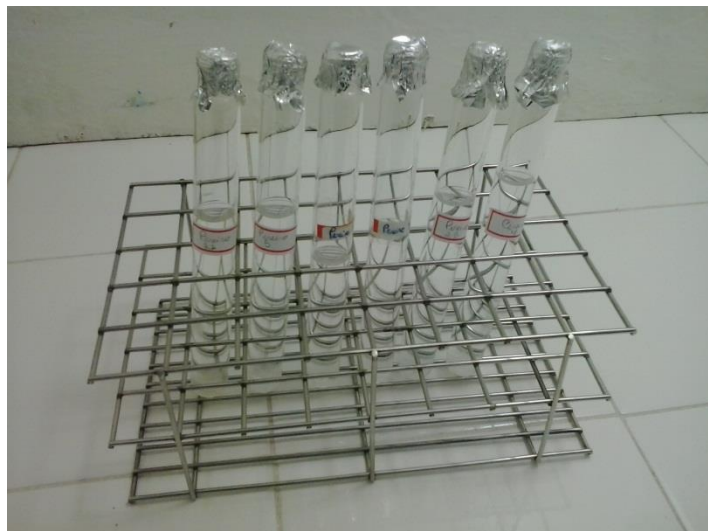


Figura 3. Tubos de ensaio contendo o material macerado, obtido através de reação química

2.4.5 – Mensurações

A análise anatômica dos cortes foi realizada através de observações sob microscopia de luz, empregando um microscópio Zeiss, modelo HYRAX S 50 sendo que as descrições anatômicas seguiram as normas IAWA (1989).

Imagens histológicas foram capturadas com uma câmera digital acoplada a um microscópio Bioval e foram utilizadas para caracterização dos elementos celulares da madeira.. Foram feitas mensurações dos elementos anatômicos através do programa Image Pro-plus (version 4.5.0.29 for Windows), com precisão de 0,01 mm.

Os resultados quantitativos obtidos, cerca de oito mil, foram trabalhados a partir do programa BioEstat (version 5.0 for Windows), a fim de se obter os valores: média, mínimo e máximo, desvio padrão e coeficiente de variação dos elementos anatômicos para as amostras trabalhadas.

2.5 – Resultados

2.5.1 – Anatomia Descritiva

Descrição macroscópica – cerne distinto do albúrnio pela coloração, onde o cerne se apresenta marrom-escuro, e o albúrnio bege; apresenta brilho moderado, gosto amargo e

cheiro imperceptível, madeira dura ao corte, a grã direta, textura fina e camadas de crescimento distintas a olho nu. parênquima axial visível apenas sob lente; raios invisíveis a olho nu, muito finos a finos, numerosos; vasos visíveis apenas sob lente, muito pequenos a pequenos, muito numerosos a numerosos, de porosidade difusa, em arranjo radial, sem obstrução; raios baixos, visíveis no plano tangencial apenas sob lente, não estratificados, pouco contrastado no plano radial.

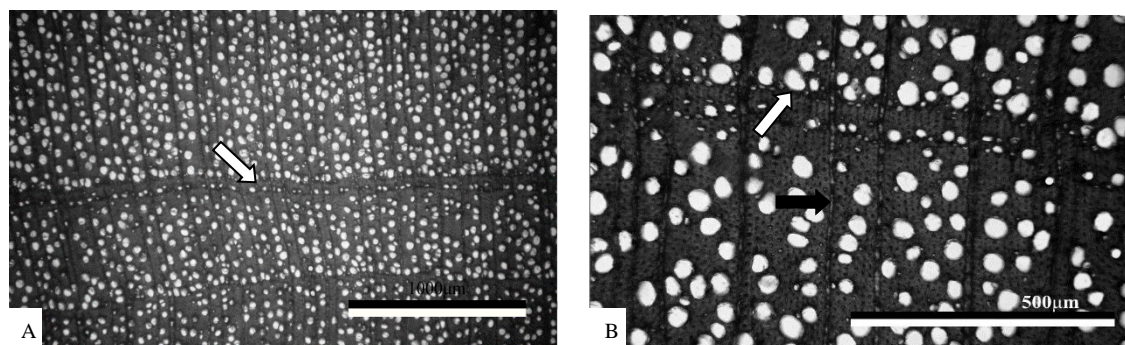
Descrição microscópica – *Vasos*: porosidade difusa, predominantemente solitários, agrupados radialmente, raramente geminados ou múltiplos, muito pequenos, muito frequentes, de forma circular, podendo apresentar apêndices em uma ou nas duas extremidades, bem com sua completa ausência. Têm placa de perfuração simples oblíqua, sendo as pontoações intervasculares pequenas, alternas e areoladas (Fig. 4).

Camada de crescimento: distinta, com ocorrência de achatamento das fibras e presença de linha de parênquima marginal unisseriada; em alguns casos observou-se delimitação da camada de crescimento por zona fibrosa, tal achatamento em bloco das fibras contrasta com as camadas normalmente observadas; a camada de crescimento é caracterizada também pelo tamanho e agrupamento de vasos, onde os vasos apresentam-se mais agrupados e maiores no começo da camada de crescimento, e menos agrupados e menores em seu fim (Fig. 4).

Parênquima Axial: paratraqueal escasso (Fig. 4).

Parênquima Radial: não estratificado, predominantemente unisseriado, com a ocorrência de multisseriados de até três células, muito finos, extremamente baixos e pequenos, muito numerosos, com a presença de substâncias em seu interior; heterogêneos, pouco contrastados, com células procumbentes e presença de substâncias.

Fibras: libriformes de comprimento médio, estreitas, sem septos, com paredes espessas, com lume reduzido, pontoações simples numerosas e evidentes em toda a extensão das fibras (Fig. 4).



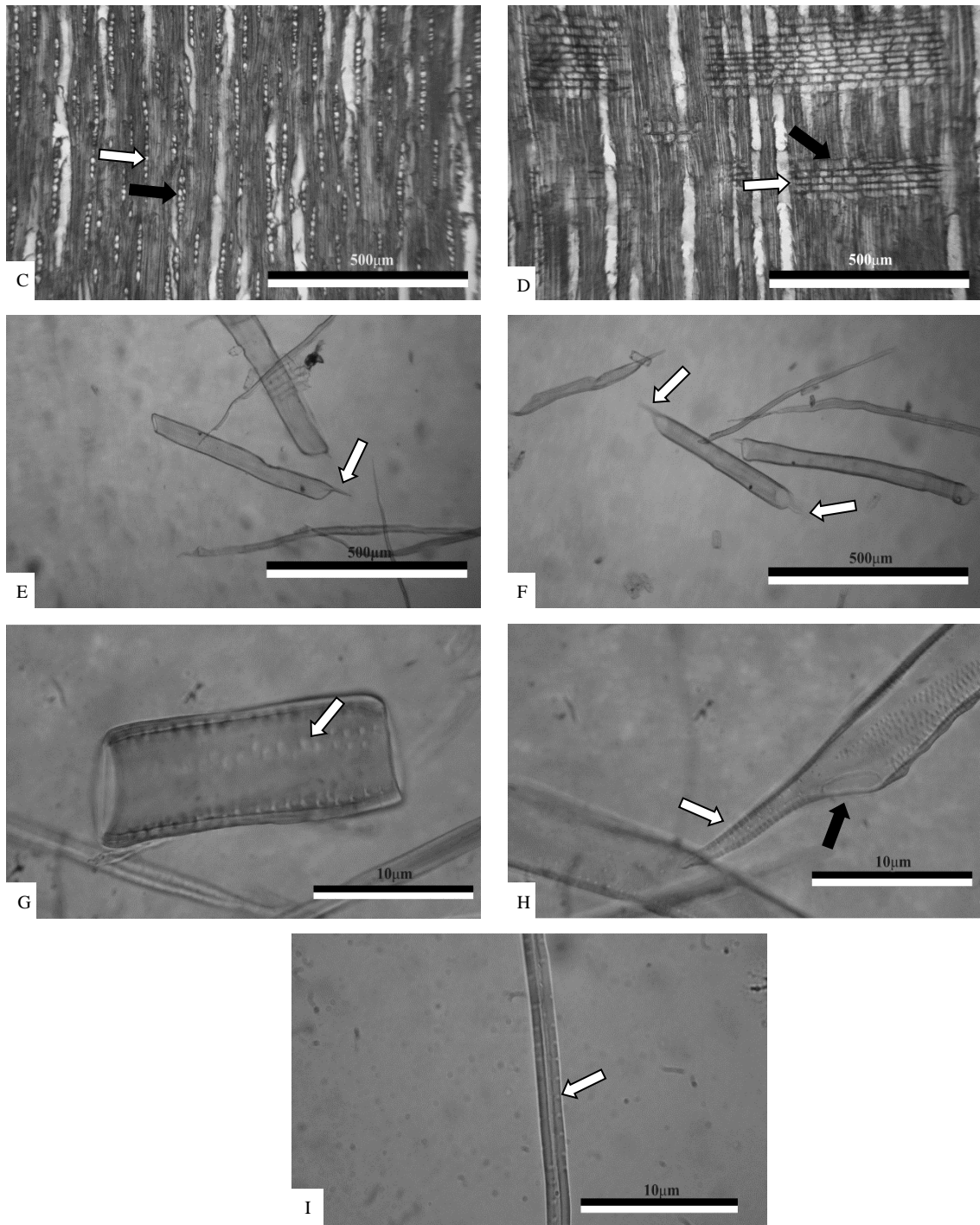


Figura 4: Cortes anatômicos e macerado da madeira de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. A. Seção transversal, marcação das camadas de crescimento (seta branca) (aumento 4x). B. Seção transversal, marcação das camadas de crescimento (seta branca) e do parênquima radial (seta preta) (óptica de 10x). C. Seção longitudinal tangencial, marcação do parênquima radial unisserido (seta branca) e bisseriados (seta preta) (aumento de 10x). D. Seção longitudinal radial, marcação do parênquima radial (seta branca) e das células procumbentes (seta preta) (aumento de 10x). E. Material macerado, elemento de vaso dotado de apêndice em apenas uma das extremidades, marcação do apêndice (seta branca) (aumento de 40x). F. Material macerado, elemento de vaso dotado de apêndice em ambas as extremidades, marcação do apêndice (seta branca) (aumento de 40x). G. Material macerado, elemento de vaso desprovido de apêndice em ambas as extremidades, marcação das pontoações (seta branca) (óptica de 40x).. H. Material macerado, elemento de vaso, marcação do apêndice (seta branca) e da

placa de perfuração simples (seta preta) (aumento de 40x). I. Material macerado, fibras libriformes, marcação das pontoações (seta branca) (aumento de 40x).

2.5.2 – Anatomia Quantitativa

Os dados quantitativos foram tabulados (Tabela 1).

Tabela 1. Análise quantitativa dos elementos anatômicos em *Aspidosperma pyriformium* Mart., para o assentamento rural Barra da Onça, semiárido de Sergipe.

Elementos Anatômicos	Média	V. max.	V. min.	Variância	Desvio P.
Frequência de vasos (nº/mm ²)	216,16	250,00	191,00	12,65	3,56
Frequência de raios (nº/mm)	12,65	16,00	9,00	0,61	0,78
Diâmetro de Vasos (µm)	35,70	58,06	17,74	9,82	3,13
Área de Vasos (µm ³)	1,18	3,60	0,32	0,03	0,18
Altura de Raios (µm)	248,00	503,25	119,75	404,02	20,10
Largura de Raios (µ)	19,88	43,88	9,40	9,82	3,13
Comprimento das fibras (µ)	911,67	1420,00	620,00	4306,08	65,62
Largura das Fibras (µm)	22,47	38,00	16,22	4,78	2,18
Espessura da Parede das Fibras (µm)	13,20	19,42	9,71	3,51	1,88
Espessura do lume das Fibras (µm)	5,93	10,32	2,26	2,48	1,57

Vasos: muito pequenos, com diâmetro médio de $35,70 \pm 3,13 \mu\text{m}$, sendo que o maior valor observado foi de $58,06 \mu\text{m}$, e o menor de $17,74 \mu\text{m}$. São muito frequentes com média de $216,16 \pm 3,56 \text{ mm}^2$, onde a maior valor observado foi de $250,00 \text{ mm}^2$, e a menor foi de $191,00 \text{ mm}^2$. A área média dos elementos de vaso é de $1,18 \pm 0,18 \mu\text{m}^3$, sendo que a maior observada foi de $3,60 \mu\text{m}^3$, e a menor foi de $0,32 \mu\text{m}^3$.

Raios: o parênquima radial é muito fino, com largura média de $19,88 \pm 3,13 \mu\text{m}$, sendo que a largura máxima observada foi de $43,88 \mu\text{m}$, e a mínima foi de $9,40 \mu\text{m}$. Tais raios são extremamente baixos com altura média de $248,00 \pm 20,10 \mu\text{m}$, sendo a altura máxima observada de $503,24 \mu\text{m}$, e a mínima de $119,75 \mu\text{m}$. São muito frequentes com média de $12,65 \pm 0,78 \text{ mm}$, sendo a maior observada de $16,00 \text{ mm}$, e a menor de $9,00 \text{ mm}$.

Fibras: possuem paredes espessas com média de $13,20 \pm 1,88 \mu\text{m}$, sendo que o maior valor observado foi de $19,42 \mu\text{m}$, e o menor de $9,71 \mu\text{m}$. O *lúmen* é reduzido em função da espessura da parede, possui média de $5,93 \pm 1,57 \mu\text{m}$, sendo o maior valor observado $10,32 \mu\text{m}$, e o menor de $2,26 \mu\text{m}$. Tais fibras possuem comprimento médio, com valor de $911,67 \pm$

65,62 μm , sendo o maior valor de 1420,00 μm , e o menor foi de 620,00 μm . Sua largura média é de $22,47 \pm 2,18$ μm , sendo o maior valor 38 μm , e o menor 16,22 μm .

2.6 – Discussão

Oliveira (2003) descreve em seus resultados para *A. pyrifolium* na Paraíba, características semelhantes às observadas no presente estudo, entretanto o diâmetro e a área dos elementos de vaso são menores para os indivíduos encontrados em Sergipe, sendo que estes são mais frequentes, e possuem maior variedade de apêndices observados. Ainda segundo este mesmo autor, o parênquima axial do lenho das árvores de seu estudo é apotraqueal em faixas e difuso, sendo observado neste trabalho o parênquima axial é paratraqueal escasso; já Mattos e colaboradores (2003) descrevem para *A. australe* Muell. Arg. que o parênquima axial que varia de paratraqueal escasso a apotraqueal difuso. Neste sentido, o presente estudo corrobora a ideia de Alves & Angyalossy-Alfonso (2002), que para as espécies nativas do Brasil o parênquima axial apotraqueal é comum em latitudes maiores, e o paratraqueal é observado em locais mais quentes. Os resultados observados para *A. pyrifolium* no semiárido de Sergipe corroboram também a pesquisa de Carlquist (2001), que afirma que em regiões com escassez de água e constante déficit hídrico as espécies tendem a adotar uma diminuição de seus elementos de vaso, bem como o aumento de sua frequência. Esta característica garante a tais espécies, como a *A. pyrifolium* maior segurança no transporte de água, visto que o regime de chuvas na Caatinga exige a otimização da utilização deste recurso.

A porosidade dos vasos para outras espécies do gênero *Aspidosperma* também diferem da avaliada no presente estudo. Cury (2001) descreve para *A. ramiflorum* vasos com porosidade em anéis porosos, além de parênquima axial difuso e marginal com a presença de cristais. Ainda, descreve a anatomia de *A. cylindrocarpon* e *A. polyneuron*, semelhantes à de *A. ramiflorum*, espécies apreciadas na construção civil, todas com elementos de vaso maiores em diâmetro, menos frequentes, de parênquima variado e fibras distintas da espécie de *Aspidosperma* (pereiro) encontrada em Sergipe.

O parênquima radial dos indivíduos de *A. pyrifolium* no presente estudo é mais largo, e mais alto, que o descrito por Oliveira (2003), para o seu local de estudo na Paraíba. Tal observação vai contra a afirmação de Carlquist (2001), o qual sugere que as alterações sofridas pelos elementos de vaso em função das condições ambientais, devem ser similarmente observadas também no parênquima axial e radial. Para outras espécies do gênero

Aspidosperma descritas por Cury (2001) e Mattos e colaboradores (2003), o parênquima radial difere de *A. pyriformium*, seja na altura, no número de células observadas tangencialmente ou na presença de cristais. Visto do plano radial o parênquima radial é comum a todas as espécies consultadas, podendo ocorrer variações nas células procumbentes em relação à sua forma, sendo observado padrão semelhante para *A. pyriformium* do presente estudo, assim como para as demais espécies do gênero.

As fibras observadas em *A. pyriformium* são mais espessas, e mais curtas que as observadas por Oliveira (2003), possuem parede espessa e *lúmen* reduzido. Na comparação com as demais espécies as fibras de *A. pyriformium* são mais curtas, e possui um número maior de pontuações, estas pouco descritas para *A. cylindrocarpon* e *A. polyneuron* (Cury 2001), e para os indivíduos observados por Oliveira (2003), No entanto sendo destacadas por Mattos e colaboradores (2003) na descrição de *A. ramiflorum*, para o Pantanal Mato-Grossense.

As camadas de crescimento são distintas tanto na *A. pyriformium* quanto nas demais espécies dos trabalhos supracitados, os anéis são delimitados por achatamento das paredes das fibras na porção marginal, ou por uma linha de parênquima marginal. Ambas as formas aparecem na *A. pyriformium* de Sergipe, entretanto são pouco esclarecidas por Oliveira (2003). No trabalho de Cury (2001), as espécies do gênero *Aspidosperma* possuem camadas de crescimento delimitadas restritamente por uma (*A. polyneuron*), ou duas (*A. cylindrocarpon*) das características citadas acima. Mattos e colaboradores (2003) também observaram a presença dos dois padrões anatômicos constituindo os anéis de crescimento de *A. ramiflorum*, o que indica que ambos são típicos do gênero.

2.7 – Conclusões

As características anatômicas avaliadas em *A. pyriformium*, como grande frequência de elementos de vaso, fibras espessas e largamente pontoadas, parênquima axial paratraqueal difuso e radial predominantemente unisseriado, demonstram as adaptações sofridas pela espécie para sobreviver no ambiente da Caatinga.

Apesar dos indivíduos de *A. pyriformium* do semiárido sergipano e dos avaliados por Oliveira (2003) crescerem em regiões com características climáticas próximas foram observadas diferenças entre eles, seja no caráter quantitativo ou qualitativo.

O estudo anatômico de *A. pyrifolium* em Sergipe abre a possibilidade de novos estudos relacionados aos caracteres anatômicos peculiares à espécie, bem como gera subsídios relacionados à sua identificação, utilização, seja da madeira, ou dos indivíduos vivos, com a função de reflorestamento. Contudo, os caracteres anatômicos para *A. pyrifolium* indicam o potencial ecológico da espécie no bioma Caatinga, e reforça a necessidade de conservação e manejo adequado.

2.8 – Referências Bibliográficas

- ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. 2000. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Growth rings and vessels. *IAWA Journal* vol. 21, nº 1, p. 3-30
- ANDRADE-LIMA, D. 1981. The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica*, p. 149-153.
- COSTA, C. G.; CALLADO, C. H.; CORADIN, V. T. R.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. 2006. Xilema. In: APPEZZATO-DA-GLORIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. 2006. *Anatomia Vegetal*. Viçosa: UFV, p. 129-154.
- BIONDI, F. A 400-year Tree-ring Chronology from the Tropical Treeline of North America, *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, vol. 30(3), 2001, p. 162-166.
- BOTOSSO, P. C.; TOMAZELLO FILHO, M. 2001. Aplicação de faixas dendrométricas na dendrocronologia: avaliação da taxa e ritmo de crescimento do tronco de árvores tropicais. In: MAIA, N.B.; HENRY, L.M.; BARRELLA, W. (Org.). *Indicadores ambientais: conceitos e aplicações*. São Paulo: EDUC/COMPED/INEP, 285p.
- BOTOSSO, P. C. 2011. Identificação macroscópica de madeiras: guia prático e noções básicas para seu reconhecimento, Embrapa Florestas, Colombo, PR, 66 p.
- BRAGA, R. *Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará*. 3 ed. Fortaleza: ESAM, 1976. 510p.
- BUCKERIDGE, M. S. 2008. *Biologia & mudanças climáticas no Brasil*. São Carlos: RiMa Editora, 316 p.
- BURGER, L. M., RICHTER, H.G. 1991. *Anatomia da Madeira*. Editora Nobel, São Paulo, 153 p.
- CALLADO, C. H.; SILVA NETO, S. J.; SCARANO, F. R.; BARROS, C. F.; COSTA, C. G. 2001. 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.
- CARLQUIST, S. 2001. *Comparative wood anatomy: systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon wood*. 2 ed. Springer-Verlag, Berlin, 448 p.

- COSTA, A. 2001. Anatomia da Madeira 42 p. In: Coletâneas Anatomia da Madeira. Disponível em: <<http://www.joinville.udesc.br/sbs/professores/arlindo/materiais/APOSTILANATOMIA1.pdf>>. Acesso em: 12/03/2014.
- CURY, G. 2001. Descrição da estrutura anatômica do lenho e sua aplicação na identificação de espécies arbóreas do Cerrado e da Mata Atlântica do Estado de São Paulo. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 178 p.
- CUTTER, E. G. 1987. Anatomia Vegetal. Editora Roca, São Paulo – SP, 336p, Cap. 4 pag 89-91.
- ESAU, K. 1974. Anatomia das plantas com sementes; tradução: Berta Lange de Morretes. São Paulo, Edgar Blucher, 1974. 59-70p.
- FERRI, M. G. 1999. Botânica: morfologia interna das plantas (anatomia), 9ª ed., Editora Nobel, São Paulo – SP, 113p, 78-81.
- FRANKLIN, G. L. 1937. Permanent preparations of macerated wood fibers. Tropical woods, v. 49, p. 21-22.
- GONZAGA, A. L. Madeira: Uso e Conservação. Brasília – DF: IPHAN/MONUMENTA, 246p. 22-26p, 2006.
- IAWA - INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS COMMITTEE. 1989. List of microscope features for hardwood identification. IAWA Bulletin New Series, Leiden, v. 10, n. 3, p. 219-332.
- IMAÑA-ENCINAS, J.; REZENDE, A. V.; IMAÑA, C. R.; SANTANA, O. A. 2009. Contribuição dendrométrica nos levantamentos fitossociológicos, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 46p.
- JOHANSEN, D. A. 1940. Plant Microtechnique. New York, Mc Graw-Hill Book Co. Inc., 523 p.
- JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOGG, E.A.; STEVENS, P.E; DONOGHU, M.J. 2009. *Sistemática vegetal: Um enfoque filogenético*. Porto Alegre: Artmed, p. 471-475.
- LEITE, L. W.; WANDERLEY, L. 1976. Zoneamento ecológico-florestal do estado de Sergipe. Aracaju, Condese/Sudene.
- 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, vol. 29 (2), 2008, p. 189-207.
- MAIA, G. N. 2012. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades, 2ª Edição, Fortaleza: Printcolor Gráfica e Editora, 413 p.

MATTOS, P. P.; TEIXEIRA, L. L.; SEITZ, R. A.; SALIS, S. M.; BOTOSSO, P. C. 2003. Anatomia da Madeiras do Pantanal Mato-Grossense: características microscópicas. Embrapa Florestas, Colombo, Paraná. p. 31-34.

MELO JÚNIOR, J. C. F. D. 2012. Anatomia de madeiras históricas: um olhar biológico sobre o patrimônio cultural. Editora Univille, Joinville – SC, 132 p.

MMA, Bioma Caatinga. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>>. Acesso em: 03/05/2014.

MOREY, P. R. 1908. O crescimento das árvores. Editora Pedagógica Universitária, São Paulo – SP, p. 13-22, 25-39.

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.

PAULA, J. E. 1997. Madeiras Nativas: Anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso. Fundação MokitiOkada – MOA, Brasília – DF, 541p.

PINHEIRO, A. L.; ALMEIDA, É. C. D. 2008. Fundamentos de taxonomia e dendrologia tropical. JARD Produções Gráficas, Viçosa – MG, 72p, 6-7.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. 2012. Botânica Sistemática. 3ª edição, Instituto Plantarum, Nova Odessa, 768 p.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (eds.). 2003. Ecologia e conservação da Caatinga. Recife: Ed. Universitária da UFRPE, p. 337-365.

TIGRE, C.B. 1968. Silvicultura para as matas xerófilas. Fortaleza: DNOCS, 175p.

TOMAZELLO FILHO, M.; ROIG, F. A.; POLLITO, P. A. Z. Dendrocronología y dendroecología tropical: Marco histórico y experiencias exitosas en los países de América Latina, Ecologia em Bolivia 44 (2), 2009, p. 73-82.

Capítulo 3



3 – DENDROCRONOLOGIA DE ÁRVORES DE *Aspidosperma pyrifolium* Mart. NO SEMIÁRIDO DO ESTADO DE SERGIPE.

3.1 – Introdução

A comunidade vegetal resulta da ação dos fatores ambientais incidentes sobre as espécies de determinado local, as estruturas vegetais que se repetem numa mesma comunidade vegetal são similares, porém não são idênticas. A complexidade dos processos naturais, é de difícil compreensão, porém apresentam uma ordem, que pode ser sistematizada e organizada para o conhecimento do ambiente (Imaña-Ecrinaset al 2009). No que concerne o crescimento das árvores, a atividade de acumulação de biomassa apresenta relação direta com a formação de anéis de crescimento. Estes são resultantes das mudanças na atividade do câmbio vascular, provocada por fatores como a temperatura, fotoperíodo, precipitação, fenologia e ritmos endógenos que, por sua vez, controlam a formação dos tecidos xilemáticos (Fahn et al 1981; Botosso e Tomazello, 2001; Callado et al. 2001).

No Brasil, por sua grande extensão territorial, há a ocorrência de diversos biomas, cada um deles respondendo a um conjunto de fatores físicos, químicos, bióticos e abióticos (Santos 2009). O único bioma tipicamente brasileiro é a Caatinga, cujas espécies vegetais estão atreladas às condições ambientais específicas e, por conseguinte, possuem características fisiológicas e adaptações peculiares (Trovão et al. 2007).

A Caatinga possui um clima semiárido, com precipitações pluviométricas mal distribuídas, cujas médias ficam em torno de 250 e 800 mm/ano. Possui duas estações bem definidas, sendo o período chuvoso chamado de inverno, que dura de 3 a 5 meses, e o verão ou período seco, que dura de 7 a 9 meses. A temperatura média está entre 24 e 26 °C, com alto nível de insolação, e nos períodos sem chuva ocorrem ventos fortes e secos que contribuem para a aridez da região. O solo da região é raso, com fragmentos de rochas frequentes na superfície, dificultando o armazenamento de água das chuvas (EMBRAPA 2000). A vegetação é tropical seca, dotada de mecanismos de sobrevivência relacionadas à deficiência hídrica como plantas herbáceas anuais, suculência, acúleos e espinhos, vegetais lenhosos que perdem suas folhas na estação seca e uma composição florística não uniforme (Andrade-Lima 1981).

3.2 – Estado da arte

A madeira ou lenho, conforme descrito por Burger & Richter (1991), é o resultado do crescimento secundário do vegetal, organizado em arranjo heterogêneo de células distintas em suas propriedades, e no desempenho das funções vitais (sustentação, transporte e armazenamento de substâncias e condução de líquidos) à planta. Segundo Schweingruber (1995), a ciência que estuda o xilema secundário (madeira) com o objetivo de datação dos anéis de crescimento, para recomposição de registros históricos e ambientais é a dendrocronologia. Tal ciência tem registros de ocorrência na Grécia antiga, bem como relatos de Leonardo da Vinci (sec. XVI) de relação entre os anéis na madeira de *Pinus* e o clima na região da Toscana (Corona 1986). Mesmo com evidências reconhecidas há milênios, a dendrocronologia só teve reconhecimento como ciência no final do século XIX e meados do século XX, sendo que os primeiros livros foram produzidos a partir da metade da década de 70, como Fritts (1976) e Schweingruber (1987, 1995).

Com o crescimento da dendrocronologia enquanto ciência, vários ramos surgiram, estes produzem resultados relacionados ao clima, paleontologia, geomorfologia, hidrologia e pirologia. No estudo dos anéis de crescimento é importante encontrar o padrão de sensibilidade nas espécies lenhosas, ou seja, avaliar a influencia dos fatores climáticos, bióticos e abióticos nas camadas de crescimento, e com isso apontar a realidade ambiental do local estudado (Gonçalves 2007). Segundo Botosso & Mattos (2002), os conhecimentos dendrocronológicos são importantes, pois auxiliam no corte e exploração sustentável da madeira, bem como no entendimento da dinâmica de populações, desenvolvimento e produtividade dos ecossistemas naturais.

Desta forma a dendrocronologia segue sete princípios básicos que a tornam uma ciência extremamente precisa, são eles:

O princípio de uniformidade tem como fundamento que os fatores ambientais atuais e passados influenciam no crescimento dos anéis, desta forma as espécies arbóreas contém registros do ambiente pretérito, que cabe ao estudo dendrocronológico organizar e expressar de maneira objetiva.

Os fatores limitantes, que são os responsáveis pela formação dos anéis de crescimento, onde encontrar o fator ambiental mais sensível, e que melhor retrate a influencia sofrida pela árvore, auxilia no entendimento do clima no passado.

No terceiro fator, o de crescimento agregado, busca-se o entendimento numérico das séries cronológicas de variação de parâmetros anatômicos nos anéis de crescimento, visto que o crescimento arbóreo pode ser quantificado por uma fórmula matemática.

A amplitude ecológica é onde se observa uma preocupação quanto à sensibilidade das espécies avaliadas, onde cada espécie obedece a um nicho específico de condições ambientais para seu crescimento, e conhecer tais fatores aos quais as espécies estão inseridas é fundamental para o entendimento das alterações nas camadas de crescimento e no ambiente.

A seleção do sítio, que se refere à escolha da espécie arbórea que será avaliada, esta deve obedecer ao critério de sensibilidade, onde os fatores ambientais devem influenciar diretamente no crescimento dos anéis e com isso dê robustez aos resultados.

O princípio de datação cruzada é um dos mais fundamentais na dendrocronologia, e que prevê a atribuição de datas aos anéis de crescimentos da madeira, onde a espessura dos anéis e sua anatomia são correlacionadas com o objetivo de atribuir uma sequência cronológica entre o anel mais jovem e o mais antigo.

O último princípio é o da replicação, onde é previsto a avaliação de um número significativo de amostras por árvore, e de árvores por sítio, desta forma diminui-se o ruído ambiental (erros ou falhas atribuídos à anatomia da espécie) e consolidam-se os resultados (Gonçalves 2007).

Seguindo tais modelos, os primeiros estudos dendrocronológicos foram feitos em regiões de clima temperado, onde acreditou-se por muito tempo que apenas espécies arbóreas deste tipo de clima servissem de base para a dendrocronologia, pois às estações do ano bem definidas tornam os anéis de crescimento evidentes e de fácil caracterização. Segundo Jacoby (1989), existe um contingente significativo de espécies tropicais, que possuem anéis de crescimento distintos em sua madeira, e que são estreitamente relacionados a eventos fenológicos e fatores climáticos - como temperatura e precipitação - responsáveis pela ativação e dormência das células do câmbio, formadoras dos anéis.

Neste contexto, nos últimos anos foram desenvolvidos inúmeros estudos dendrocronológicos com espécies tropicais no Brasil. Dentre os biomas brasileiros é possível encontrar, até o ano de 2007, trabalhos realizados na Amazônia, Pantanal e Mata Atlântica, sendo que para os biomas Cerrado, Pampas e Caatinga, até então não houve nenhuma publicação (Oliveira 2007). Apesar das pesquisas realizadas por Tsuchiya (1988; 1990; 1995), ainda são escassos as pesquisas dendrocronológicas com espécies da Caatinga. Em Sergipe, apenas em 2011 foi realizado o primeiro estudo dendrocronológico com espécies da Caatinga (Nogueira Júnior 2011). No ano seguinte, Anholetto Júnior também avaliou uma espécie oriunda deste bioma em seu estudo.. Tal dado demonstra a escassez deste tipo de pesquisa no Estado, e a necessidade de novos trabalhos que fundamentem a potencialidade da dendrocronologia para as espécies arbóreas do bioma Caatinga.

Segundo Oliveira (2003) *A. pyrifolium* é uma das três espécies mais frequentes da Caatinga, com camadas de crescimento distintas, o que possibilita a análise dendrocronológica. Segundo Maia (2012), esta é uma espécie de grande importância econômica e ecológica para a região nordeste. Neste sentido é uma espécie ainda pouco estudada, e que segundo Galindo e colaboradores (2008), pode ser encontrada em regiões conservadas e moderadamente degradadas, ou seja, pode retratar os efeitos da degradação nas camadas de crescimento, o que possibilita o entendimento do ambiente e fomenta ações de conservação.

3.5 – Objetivos

3.5.1 – Geral

Avaliar o potencial de *A. pyrifolium* para estudos dendroecológicos, visando aferir as variações no crescimento em função das características dos fatores ambientais/climáticos da Caatinga do semiárido do Estado de Sergipe.

3.5.2 – Específicos

Identificar anéis de crescimento, e eventuais falsos anéis, em *A. pyrifolium* para o semiárido de Sergipe.

Datar os anéis de crescimento de amostras do lenho e construir uma cronologia de árvores de *A. pyrifolium* crescendo Unidade de Conservação Monumento Natural Grota do Angico, Estado de Sergipe.

Inferir sobre a relação entre incremento radial das árvores de *A. pyrifolium* e os dados de precipitação local e a temperatura da superfície do Oceano Atlântico.

3.6 – Material e métodos

3.6.1 – Área de estudo

O presente trabalho foi realizado na Unidade de Conservação Monumento Natural Grota do Angico (MONA), situada no Alto Sertão Sergipano, distante cerca de 200 km de Aracaju. Situa-se entre os municípios de Poço Redondo e Canindé de São Francisco, e

engloba uma área de 2.183 hectares de Caatinga, às margens do Rio São Francisco (9°41'S 38°31'W) (Fig. 1) (SEMARH 2014).

A região caracteriza-se pela ocorrência do tipo climático semiárido, seco e quente, com precipitação anual total entre 380 e 760 mm, temperatura média anual do ar superior a 18°C e evapotranspiração potencial anual superior à precipitação anual (SEMARH 2014).

A aridez sazonal e regular da região é uma condicionante climática com forte influência sobre os processos dos meios físicos e bióticos locais. Nas regiões mais elevadas e menos declivosas da Unidade de Conservação predominam os luvisolos e, em regiões de maior declividade ao longo dos entalhes fluviais do vale do rio São Francisco e seus afluentes, predominam os neossolos litólicos (SEMARH 2014).

A formação vegetacional é a Caatinga hiperxerófito densa, com 157 espécies registradas, distribuídas em 108 gêneros e 45 famílias, sendo que 18 das espécies encontradas são consideradas endêmicas da Caatinga. As famílias com maior riqueza específica para a área são Fabaceae (27), Cactaceae (13), Poaceae (11), Convolvulaceae e Cyperaceae (10) e Asteraceae (8). Esta formação está associada aos solos argilosos avermelhados com muito cascalho e com pequenos afloramentos rochosos em alguns trechos (SEMARH 2014).

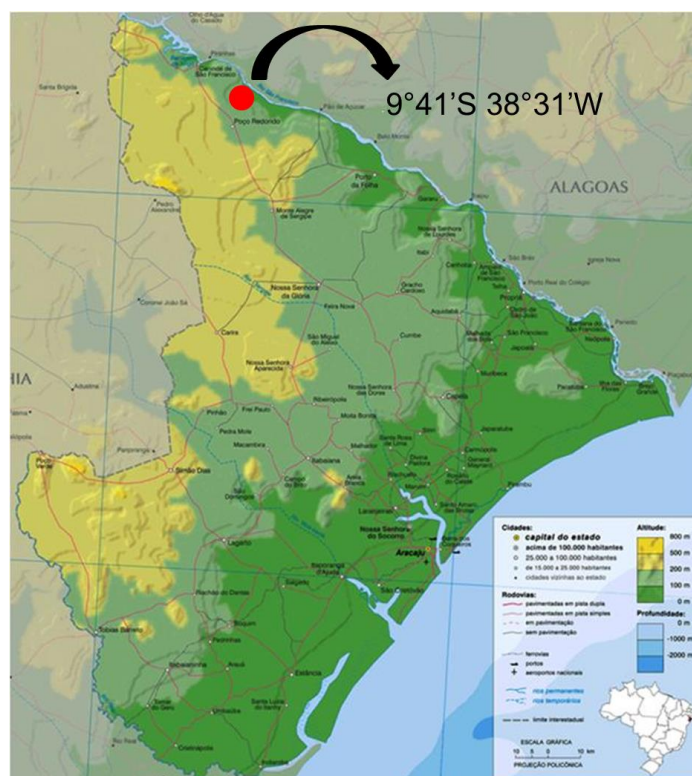


Figura 1: Localização da Unidade de Conservação Monumento Natural Grota do Angico, semiárido de Sergipe (Fonte: SEMARH-SE).

3.6.2 – Espécie estudada

A família Apocynaceae inclui aproximadamente 400 gêneros e 3.700 espécies de ervas, subarbustos, árvores e lianas, geralmente latexcentes, distribuídas predominantemente em regiões tropicais e subtropicais, mas também com representantes em zonas temperadas (Judd et al. 2009). No Brasil ocorrem cerca de 95 gêneros e 850 espécies, destacando-se, por seu interesse madeireiro ou ornamental, os gêneros *Allamanda*, *Asclepiase* e *Aspidosperma* (Souza & Lorenzi 2012). O Gênero *Aspidosperma* têm cerca de 43 espécies de distribuição neotropical (Marcondes-Ferreira & Kinoshita 1996), de origem andino-argentina e abriga na Caatinga a espécie endêmica, *Aspidosperma pyriformium* Mart. (Andrade-Lima 1981). Tal espécie possui porte regular, altura média de 5 m, diâmetro do caule entre 15 e 20 cm e coloração acinzentada (Braga 1976, Tigre 1968). São sinônimos botânicos as *A. refractum* Mart. e *A. bicolor* Mart., tem como nomes populares pau-pereiro, pereiro-branco, pereiro-de-saia, pereiro-preto, pereiro-vermelho e peroba-rosa.

A *A. Pyriformium* tem ampla dispersão na caatinga, nos Estados do Nordeste até a Bahia e norte de Minas Gerais, sendo geralmente encontrado na zona do sertão baixo do Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Paraíba, nas várzeas e baixios argilosos, meias encostas de solo de tabuleiro e rochosos., com caule bem desenvolvido, laticífero, as folhas são simples alternas, ovais e coriáceas. As flores são pequenas, e seu fruto é lenhoso com sementes aladas e planas. Sua madeira possui cor amarelo-claro ou creme, tem textura fina e uniforme. Está é apreciada em atividades como a construção civil, o uso energético e a utilização na medicina popular. É comumente utilizada na recuperação de áreas degradadas, além de possuir porte característico ao uso ornamental (Maia 2012).

3.6.3 – Coleta de amostras

Foram analisadas 6 indivíduos (12 raios) do tronco de *A. pyriformium* que se encontram depositadas no Laboratório de Anatomia Vegetal e Dendroecologia, da Universidade Federal de Sergipe. Tais amostras foram coletadas com o auxílio de um serrote, na altura do DAP (1,30m), em árvores bifurcadas, através do corte parcial das árvores.

3.6.4 – Preparo das amostras

As amostras foram polidas com lixas de diferentes granulometrias (80, 100, 180, 220, 360, 400, 600) com o objetivo de visualizar os anéis de crescimento, estes foram demarcados com auxílio de um estéreo microscópio Motic (aumento de 10x a 40x) e digitalizados em scanner (HP PSC 1510), com resolução de 1200 dpi..

3.6.5 – Mensurações

Obtidas as imagens digitais, foram determinadas as larguras radiais dos anéis de crescimento através do programa Image Pro-plus (version 4.5.0.29 for Windows), com uma precisão de 0,01 mm nas medições.

Com o auxílio do programa COFECHA (Holmes, 1983), as séries de medidas radiais foram submetidas a análise de datação-cruzada (*cross-dating*) de verificar a qualidade da datação dos anéis de crescimento, identificando falsos anéis de crescimento e eliminando possíveis erros de demarcação, através da sincronização das séries individuais. Foram dimensionados intervalos de análise de 20 anos, com segmentos de 10 anos para a avaliação das correlações entre as séries. Este dimensionamento estatístico estabeleceu o valor mínimo de correlação em 0,51 e de sensibilidade em 0,20, para se consolidarem significativos, sendo que para sensibilidade os valores acima de 0,30 são considerados elevados. Em seguida, foi construída a cronologia de anéis de crescimento para as árvores do estudo, utilizando o programa Turbo ARSTAN (Cook & Krusic 2005). As relações entre o crescimento das árvores e o clima foram realizadas utilizando funções de correlação. Com auxílio dos critérios empregados no programa RESPO, em adaptação no Excel (Microsoft Office), foram realizadas análises de correlação de Pearson entre as cronologias e os índices históricos de temperatura da superfície do mar (TSA) (NOAA 2014), e precipitação média mensal local (SEMARH 2014) (Fig. 2) para elucidar a relação crescimento-clima.

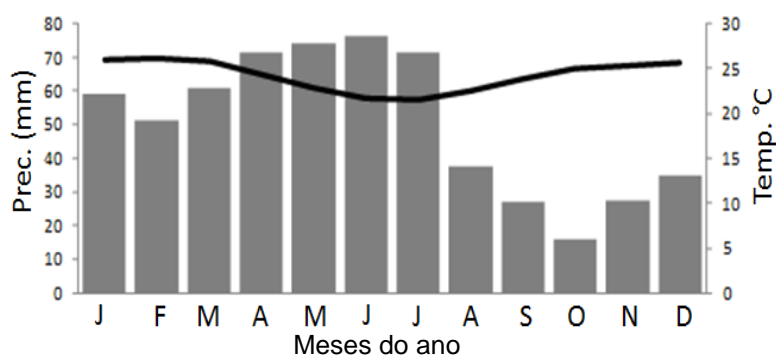


Figura 2. Precipitações e temperaturas médias mensais (período 1963-2010), Poço Redondo, Sergipe, mostrando a sazonalidade anual. (barras cinza = precipitação; linha preta = temperatura) (Fonte: SEMARH-SE).

O software Turbo ARSTAN (Cook & Krusic 2005), retira as tendências de baixa frequência das séries cronológicas. No ARSTAN Turbo utilizaram-se três tratamentos (modelos matemáticos) (Spline -65, RAW e Regressão Linear), os quais foram responsáveis por calcular as cronologias. Foram obtidos então índices dimensionais distribuídos em quatro cronologias (Raw, Standart, Arstan e Residual). Em seguida foram produzidos gráficos de correlação entre as cronologias e os dados climáticos (temperatura e precipitação), a fim de avaliar a resposta da espécie a tais fatores.

3.7 – Resultados

Os anéis de crescimento foram demarcados em função de sua linha de parênquima marginal e, eventualmente, zona fibrosa (Fig. 2A, 2B e 2C), sendo que nos doze raios das seis amostras avaliadas foi observado um número médio de 22 anéis, sendo o máximo de 27 anéis e mínimo o de 15 (Fig. 3A).

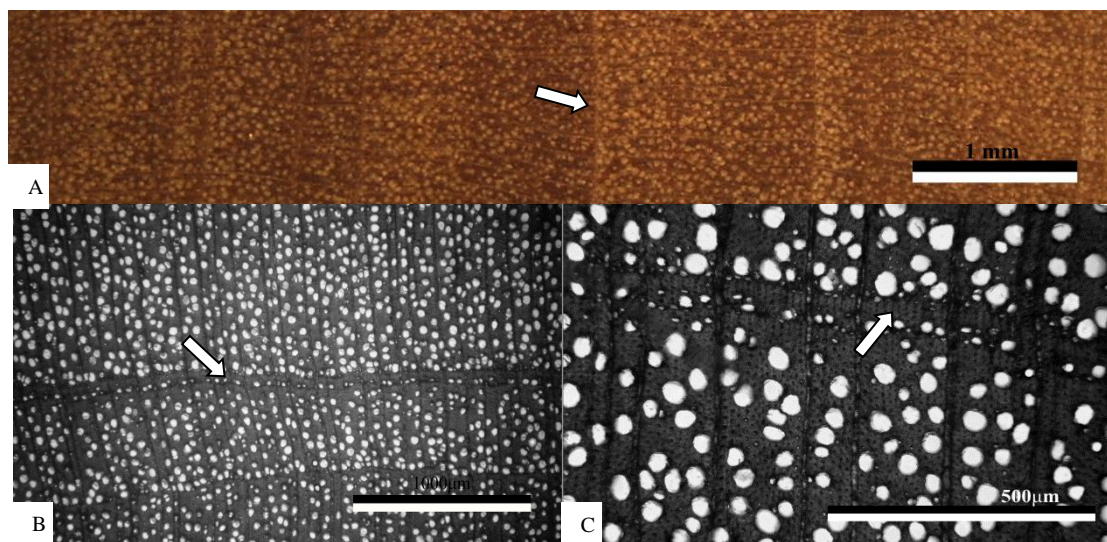


Figura 2. Seção transversal do lenho de *Aspidosperma pyrifolium* Mart.. A. Marcação da camada de crescimento (seta branca) (olho nu). B. Marcação da camada de crescimento (óptica 4x) C. Marcação da camada de crescimento (seta branca) (óptica de 10x).

Foram sincronizados 12 raios de 6 árvores, através da observação gráfica e também de correlações de Pearson em Excel e também no COFECHA (Fig. 3^a e Fig.4). A cronologia

standard, obtida a partir das correspondentes séries de medidas dos anéis de crescimento, está apresentada na Figura 3B.

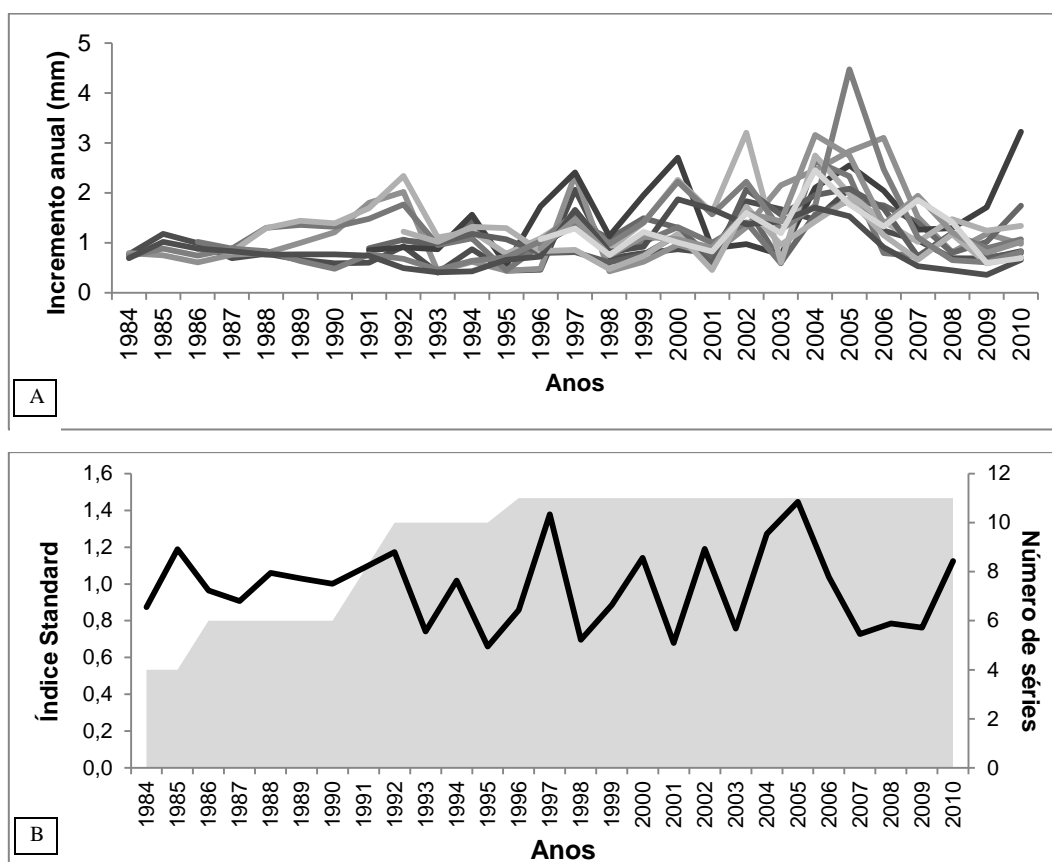


Figura 3. A. Séries de anéis de crescimento sincronizados (linhas cinza). B. Cronologia Standart para *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (linha preta) e quantidade de séries contribuintes da cronologia (área cinza).

A partir da sincronização foi obtida uma intercorrelação de 0,603 entre as séries radiais de medidas das amostras, com sensibilidade de 0,382, em uma cronologia de 27 de extensão (1984 até 2010; Fig. 4). Tais valores de intercorrelação e sensibilidade são expressivos e mostram que embora tenham sido analisadas poucas amostras os resultados são satisfatórios.

```

*****
*C* Number of dated series      12 *C*
*O* Master series 1984 2010   27 yrs *O*
*F* Total rings in all series  266 *F*
*E* Total dated rings checked  266 *E*
*C* Series intercorrelation    603 *C*
*H* Average mean sensitivity   382 *H*
*A* segments, possible problems 1 *A*
** Mean length of series      22.2 **
*****

```

Figura 4. Resultados obtidos a partir da sincronização dos dados cronológicos das amostras de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. a partir do software COFECHA (Holmes 1983).

Dos três tratamentos utilizados, o modelo Spline -65 apresentou as respostas mais sensíveis aos dados ambientais correlacionados com a cronologia (precipitação local e TSA), e das quatro cronologias selecionou-se a Standard, devido a maior sensibilidade e que melhor expressou os resultados (Fig. 3B).

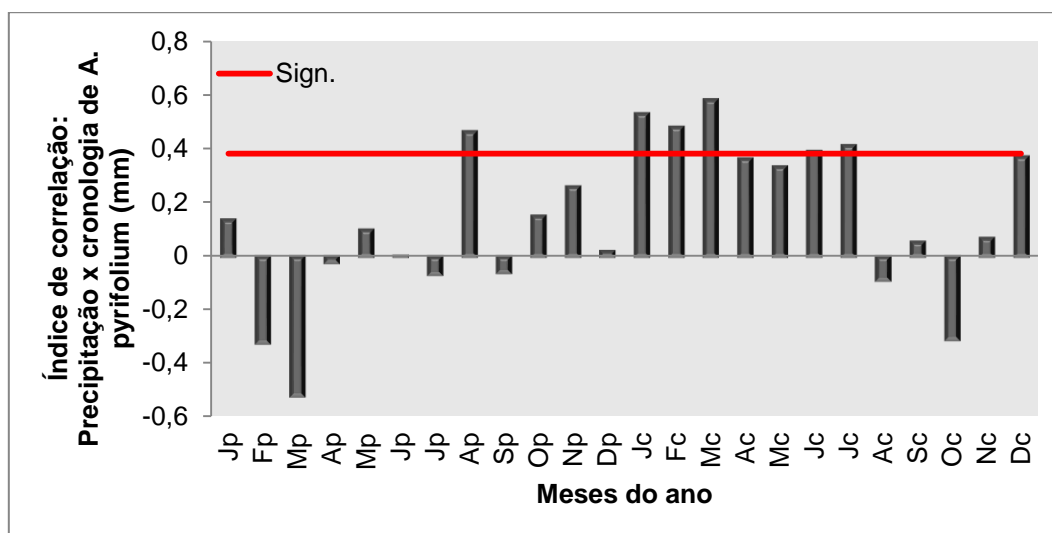


Figura 5: Correlação de Pearson entre a cronologia de anéis de crescimento *A. pyrifolium* e a precipitação de Poço Redondo, SE. Sign. = nível de significância; Meses seguidos de 'p' correspondem ao ano anterior; meses seguidos de 'c' correspondem ao ano corrente.

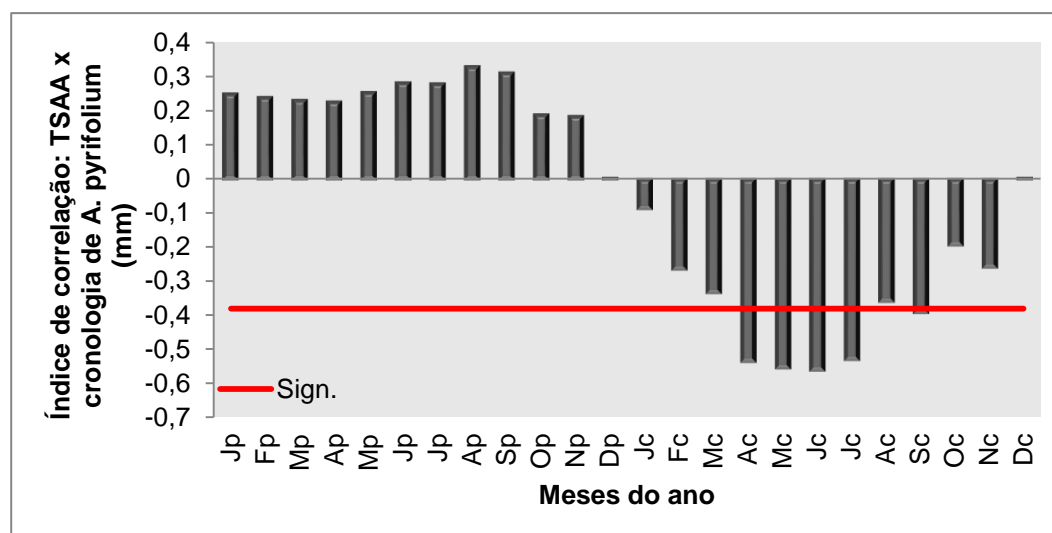


Figura 6: Correlação de Pearson entre a cronologia de *A. pyrifolium* e a temperatura da superfície do oceano Atlântico Sul. Sign. = nível de significância; Meses seguidos de 'p' correspondem ao ano anterior; meses seguidos de 'c' correspondem ao ano corrente.

Verificou-se portanto um período anual significativo da precipitação de janeiro a julho que ocorrem no local de estudo sobre o crescimento das plantas (Fig. 5) e também uma

reposta negativa da temperatura da superfície do Oceano Atlântico sobre o crescimento das árvores no ano de formação dos anéis de crescimento, entre abril e julho, meses mais frios, bem como uma correlação positiva da TSA do ano anterior, porém não significativa (Fig. 6).

3.6 – Discussão

A partir dos resultados obtidos pela sincronização COFECHA (Holmes 1983), foi possível observar que os anéis de crescimento de *Aspidosperma pyrifolium* obedecem um padrão de crescimento anual, o que torna tal espécie passiva aos estudos dendrocronológicos (Fig. 3A). Mattos e colaboradores (2011), afirmam que tais estudos são importantes, pois auxiliam tanto no entendimento da dinâmica do crescimento das espécies florestais, quanto na ação climática que estas sofrem, sendo possível a utilização destes resultados na reconstrução climática do ambiente pretérito e o manejo sustentável da espécie. Este trabalho possibilita novos estudos desta espécie que talvez alcancem extensão cronológica suficiente para a ampliação de informações climáticas, desde que sejam encontradas plantas com quantidades expressivas de anéis de crescimento, tarefa difícil devido ao histórico de exploração desta espécie na Caatinga para construções rurais principalmente (Francelino et al. 2007).

Os valores de intercorrelação entre as amostras (0,603), e a sensibilidade média (0,382) das séries cronológicas se mostraram satisfatórios, visto que o número das amostras era reduzido. Entende-se então que além do sincronismo entre os anéis das amostras, há também uma sensibilidade significativa das séries cronológicas em relação às variáveis climáticas.

O procedimento de construção das cronologias executado no software Turbo ARSTAN em conjunto com os resultados dos procedimentos do RESPO, corrobora os resultados previamente sincronizados pelo COFECHA (Fig. 3B). Para tal cronologia tratada pelo Spline -65 houve influência significativa no crescimento de *A. pyrifolium*, tanto para a precipitação, quanto para a temperatura da superfície do oceano. A precipitação do município de Poço Redondo influenciou positivamente o crescimento dos indivíduos de *A. pyrifolium*, tal fato ocorreu nos meses que correspondem ao início do período chuvoso na Caatinga (janeiro e fevereiro) do ano corrente, enquanto que para o ano anterior houve correlação negativa apenas para o mês de março. Tal influência se tornou menos significativa ao longo do período chuvoso (Fig. 5). A temperatura da superfície do oceano Atlântico Sul também influenciou o crescimento dos indivíduos de *A. pyrifolium* no ano corrente, entretanto negativamente, nos meses de abril a julho. Também verificou-se que ocorreu uma tendência da influencia da

temperatura do Oceano do ano anterior de forma positiva para a formação dos anéis de crescimento (Fig. 6).

Os meses de floração e frutificação (fenologia) corroboram com a correlação significativa obtida entre a cronologia e a precipitação, visto que entre os meses de agosto e novembro a espécie direciona suas reservas energéticas para a reprodução e pouco investe no crescimento arbóreo. Segundo Lorenzi (2009) a *A. pyrifolium* é uma planta xerófita, decídua e heliófila, que floresce entre os meses de outubro e novembro sem a presença de folhas, e os frutos amadurecem entre os meses de agosto e setembro. Barbosa e colaboradores (2006), afirmam que a *A. pyrifolium* perde suas folhas no final da estação seca, e permanece assim de 2 a 3 meses, além de ter dois picos de floração (seca e chuva), e a dispersão de suas sementes ocorre pelo vento.

Segundo Barbosa e colaboradores (2006), em condições de umidade a *A. pyrifolium* não perde sua folhagem, sendo que produz novas folhas em plena estação seca. Tais características foram descritas por Ferri (1960), afirmando que os atributos adaptativos desenvolvidos por este grupo de plantas os dá a capacidade de sobreviver numa região tão árida. Ferri (1960) sugeriu ainda que algumas espécies são mais xerófitas que outras, ou seja, possuem maior capacidade de resistir à seca que as demais.

A *A. pyrifolium* por suas características xerófitas (Lorenzi 2009) teve uma correlação significativa com a precipitação de Poço Redondo no semiárido de Sergipe. Segundo Santana e Souto (2006), a *A. pyrifolium* se mostra dominante perante outras espécies lenhosas na região do Seridó/PB, bem como mais eficiente quanto à adaptação sobre déficit hídrico local. Costa e colaboradores (2013) destacam, além da dominância, a importância ecológica da *A. pyrifolium*, e tornam evidente a necessidade de seu manejo adequado.

Segundo Carvalho (2010), a *A. pyrifolium* é uma espécie que não tolera baixas temperaturas, diminuindo suas atividades fisiológicas em função da queda na temperatura regional. Tais dados corroboram com a análise feita a partir da temperatura da superfície do Oceano Atlântico, visto que entre os meses de abril e julho houve uma queda na média da temperatura da superfície do oceano, e em consequência para estes meses houve uma correlação negativa significativa entre a temperatura e as cronologias para os anéis de crescimento do ano em curso. No ano anterior a temperatura da superfície do oceano influenciou positivamente o incremento dos anéis, entretanto não foi significativa.

Os resultados comprovam a influência dos fatores climáticos no incremento radial anual para *A. pyrifolium*, a temperatura atuou de forma negativa, visto que a espécie não tolera baixas temperaturas, e a precipitação de forma positiva, já que se trata de uma espécie xerófita

sensível e oportunista. A influência só ocorreu no ano de incidência dos fatores climáticos, visto que o ano anterior não se mostrou significativo na formação dos anéis. Ambos os fatores atuam como limitantes, onde tanto a queda na temperatura quanto na precipitação, prejudicam o crescimento dos indivíduos. Vale destacar a disponibilidade hídrica como fator limitante mais evidente, já que a incidência das chuvas promove na espécie um crescimento espaço-temporal atípico comparado a outras espécies do bioma Caatinga.

3.7 – Conclusões

A *Aspidosperma pyriformium* forma anéis de crescimento anuais, que possibilitam a construção de séries cronológicas entre as amostras. As séries cronológicas se correlacionam com a temperatura da superfície do oceano Atlântico, bem como com a precipitação pluviométrica local. Tanto a precipitação, quanto a temperatura influenciam significativamente no ano de formação de cada anel de crescimento, e no mês de março do ano anterior, sendo que a precipitação de forma positiva no ano de formação do anel e negativa em março do ano anterior, e a temperatura de forma negativa no ano de formação do anel. Os fatores climáticos do ano anterior à formação dos anéis tiveram influência baixa, com exceção da temperatura de março que influenciou negativamente na formação dos anéis de crescimento, sendo os demais fatores não significativos.

3.8 – Referências Bibliográficas

ANDRADE-LIMA, D. 1981. The caatingas dominium. Revista Brasileira de Botânica, p. 149-153.

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.

BARBOSA, D.C.A., BARBOSA, M.C.A. & LIMA, L.C.M. 2006. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga. In: Ecologia e conservação da Caatinga (I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva, orgs.). Editora Universitária da UFPE, Recife, p. 657-693.

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

CORONA, E. 1986. Dendrocronologia: principi e applicazioni. Veroni, Instituto Italiano di Dendrocronologia.

BOTOSSO, P. C.; TOMAZELLO FILHO, M. 2001. Aplicação de faixas dendrométricas na dendrocronologia: avaliação da taxa e ritmo de crescimento do tronco de árvores tropicais. In: MAIA, N.B.; HENRY, L.M.; BARRELLA, W. (Org.). *Indicadores ambientais: conceitos e aplicações*. São Paulo: EDUC/COMPED/INEP, 285p.

BRAGA, R. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. 3 ed. Fortaleza: ESAM, 1976. 510 p.

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

CALLADO, C. H.; SILVA NETO, S. J.; SCARANO, F. R.; BARROS, C. F.; COSTA, C. G. 2001. 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.

CARVALHO, P. E. R. 2010. Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*). In: Espécies arbóreas brasileiras. Embrapa Florestas, Brasília, vol. 4, p. 445-455.

COOK, E. R.; KRUSIC, P. J. 2005. 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.

CHAVES, A. D. C. G.; SANTOS, J. O.; FERNANDES, A. A.; SOUSA, R. M.; MARACAJÁ, P. B. 2013. Comparativas de levantamentos fitossociológicos realizados em diferentes áreas da Caatinga. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental, Paraíba*, vol. 7, nº 1, p. 102-107.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro Nacional de Pesquisa de Solos/ UEP Recife / CPATSA. ZANE. 2000. Zoneamento Agroecológico do Nordeste. Disponível em:<<http://www.cnps.embrapa.br/zapenet/index.htm>> Acessado em 25/05/2014.

FERRI, M. G. 1963. Evolução do conceito de xerofitismo. *Revista de Botânica da Universidade Federal de São Paulo*, vol. 19, p. 102-113.

FRANCELINO, M. R.; FERNANDES-FILHO, E. I.; RESENDE, M.; LEITE, H. G. 2003. Contribuição da Caatinga na sustentabilidade de projetos de assentamento no sertão norte-riograndense. *Revista Árvore*, vol. 27, nº 1, p. 79-86.

FRITTS, H. C. Tree rings and climate. London: Academic Press, 1976.

GALINDO, I. C. L.; RIBEIRO, M. R.; SANTOS, M. F. A. V.; LIMA, J. F. W. F.; FERREIRA, R. F. A. L. 2008. Relações solo-vegetação em áreas sobre processo de desertificação no município de Jataúba, Pernambuco, *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, vol. 32, p. 1283-1296.

GONÇALVES, G. V. 2007. Dendrocronologia: princípios teóricos, problemas práticos e aplicabilidade. Universidade de Évora, 16 p.

HOLMES, R. L. 1983. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-Ring Bulletin*, v.43, p.69-78.

JACOBY, G.C. 1989. Overview of tree-ring analysis in tropical regions. *IAWA Journal*, Utrecht v.10, n.2, p. 99-108, 1989.

JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOGG, E.A.; STEVENS, P.E; DONOGHU, M.J. 2009. *Sistemática vegetal: Um enfoque filogenético*. Porto Alegre: Artmed, p. 471-475.

LORENZI, H. 2009. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, Nova Odessa, Instituto Plantarum, São Paulo, vol. 2, p. 37.

MAIA, G. N. 2012. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades, 2ª Edição, Fortaleza: Printcolor Gráfica e Editora, 413 p.

MARCONDES-FERREIRA, W.; KINOSHITA, L. S. 1996. Uma nova divisão infragenérica para *Aspidosperma* Mart. (Apocynaceae). *Revista Brasileira de Botânica* vol. 19, nº 2, p. 203-214.

MATTOS, P. P.; BRAZ, E. M.; HESS, A. F.; SALIS, S. M. A. 2011. A dendrocronologia e o manejo florestal sustentável em florestas tropicais. Documentos Embrapa Florestas, Colombo/PR, 37 p.

MMA, 2005. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas PAN-Brasil. Brasília, 242 p.

NOAA – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. Climate indices: Monthly atmospheric and Ocean time series. Disponível em: <www.esrl.noaa.gov>. Acesso em: 24/05/2014.

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.

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.

OLIVEIRA, J. M. 2007. Anéis de crescimento de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze: bases de dendroecologia em ecossistemas subtropicais montanos no Brasil. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 139 p.

SANTOS, J. M.; LAHM, R. A.; BORGES, R. M. R. 2009. Avaliação de Um Estudo de Biomas Brasileiros Mediante Sensoriamento Remoto: contribuições à formação de professores de Ciências, ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.2, n.3, p.83-105.

SANTANA, J. A. S.; SOUTO, J. S. 2006. Diversidade e Estrutura Fitossociológica da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó RN. *Revista de Biologia e Ciência da Terra*, Paraíba, vol. 6, nº 2, p. 232-242.

SCHWEINGRUBER, F. H. 1987. Tree rings – basic and applications of dendrochronology, Berna, Kluwer Academic Publishers.

SCHWEINGRUBER, F. H. 1996. Tree rings an environment, Dendrochronology, Berna, Paul Haupt Publishers.

SEMARH, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 2014. Plano de Manejo do Monumento Natural Grota do Angico, Sergipe, 55 p. Disponível em:<<http://www.semarh.se.gov.br/uploads/planos/PlanodeManejoMONA.pdf>>. Acesso em: 18/01/2014.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. 2012. Botânica Sistemática. 3ª edição, Instituto Plantarum, Nova Odessa, 768 p.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (eds.). 2003. Ecologia e conservação da Caatinga. Recife: Ed. Universitária da UFRPE, p. 337-365.

TIGRE, C.B. 1968. Silvicultura para as matas xerófilas. Fortaleza: DNOCS, 175 p.

TROVÃO, D. M. B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A.; NETO, J. D. 2007. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga, R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.11, n.3, p.307–311.

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

TSUCHIYA, A. 1995. Preliminary study on the relationship between vessel growth of thorny shrubs and water balance in the semi-arid region, northeastern Brazil. Geographical Sciences, n. 50, p.: 123-131.

Considerações Finais

A *Aspidosperma pyrifolium* Mart. é uma espécie característica de regiões de clima quente e com deficiência hídrica sazonal, como o bioma Caatinga, onde é endêmica, amplamente distribuída e abundante. Apresenta resposta imediata às variações no meio, distinta das demais espécies deste ecossistema. Sua madeira é apreciada em inúmeras atividades no nordeste brasileiro, desde na construção civil, até no uso como fonte de energia, que se dá pela banalização e degradação do ambiente onde está inserida, este que é tão rico em espécies, e proporcionalmente habitado e sucateado por populações humanas. O estudo anatômico do lenho, bem como a dendroecologia, são importantes na complementação da descrição da espécie, e auxilia no entendimento da dinâmica de populações no semiárido, o que gera subsídios para ações de manejo e conservação da espécie, como também do bioma onde está inserida.

A anatomia do xilema secundário proporcionou a descrição das características estruturais anatômicas, bem como o entendimento do funcionamento fisiológico da espécie. A similaridade com outras populações, e com outras espécies do gênero, mostra a adaptação filogenética deste táxon, entretanto as variações encontradas nos indivíduos sergipanos são únicas, e não descritas para outros locais, isso mostra que em Sergipe a espécie adaptou-se de maneira diferente às condições ambientais da Caatinga, e que tais variações são recursos adaptativos peculiares ao Estado.

Os anéis de crescimento distintos em *A. pyrifolium* tornaram possível a realização do estudo dendroecológico, houve a possibilidade da construção de uma cronologia, que se correlacionou significativamente com as variáveis ambientais que atuam no bioma Caatinga. Os dados cronológicos permitiram descrever o intervalo de influência de cada variável ambiental, bem como correlacionar os indivíduos de idades distintas em uma cronologia com alta correlação entre as séries e sensível às variações ambientais. Mesmo com um número reduzido de amostras as análises foram satisfatórias, o que mostra o potencial dendroecológico que a *A. pyrifolium* possui. A expansão das análises com o aumento no número de amostras avaliadas, poderá contribuir para melhor interpretação as variações radiais, bem como entender a resposta da espécie ao ambiente, e promover a reconstrução de dados climáticos históricos, que em Sergipe são escassos e incompletos.

Os estudos, anatômico e dendroecológico de *A. pyrifolium* contribuíram significativamente para entender o funcionamento da espécie no meio de Caatinga, estes devem ser ampliados, bem como mais espécies necessitam desta mesma avaliação, visto que

ainda são escassas as pesquisas nesta área para a vegetação de caatinga e podem auxiliar no entendimento da dinâmica vegetal, bem como contribuir para o manejo adequado e a conservação deste bioma genuinamente brasileiro.