



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA VOLUNTÁRIA – PICVOL

**COLEÇÃO E DENDROECOLOGIA DA FLORA DE SERGIPE
Dendroecologia de Árvores da Caatinga**

Área do conhecimento: Ciências Biológicas
Subárea do conhecimento: Botânica
Especialidade do conhecimento: Dendroecologia

Relatório Final
Período da bolsa: de setembro/2023 a agosto/2024

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica PICVOL

Orientador: Claudio Sergio Lisi

Autor: Gesilene dos Santos Correia



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

RESUMO

A Caatinga faz parte da chamada Floresta Tropical Seca (FTS), sendo ela vista como a mais ameaçada entre os trópicos. Diante da escassez de estudos acerca do bioma em questão, bem como da própria espécie selecionada, vale utilizar da dendrocronologia para compreender como as árvores na região estão se comportando frente a alterações ambientais, como os relativos as mudanças climáticas. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi analisar a influência das condições ambientais no crescimento de uma população de *Pachira cearensis* (Ducke) Carv.-Sobr. em um fragmento florestal da Caatinga no Estado de Sergipe/Brasil. Para isso, foram coletadas 30 árvores, sendo 120 raios da *P. cearensis* em uma reserva legal do Assentamento Che Guevara, no município de Lagarto/SE. Após a coleta, as amostras foram polidas, analisada a sua estrutura macroscópica (camadas de crescimento, parênquima e vasos) em microscópio estereoscópico, bem como demarcadas as camadas de crescimento, escaneadas as amostras, mensurados os anéis de crescimento utilizando o CooRecorder, verificada a intercorrelação entre os raios pelo CDendro e rodados os dados no COFECHA para obter a intercorrelação e sensibilidade da população. A cronologia para correlação com dados climáticos de precipitação e temperatura foi montada utilizando o programa estatístico R com filtro estatístico de regressão linear. Os resultados foram expressivos e a população apresentou sinal comum no crescimento. Foi verificado também, uma resposta proporcionalmente inversa entre temperatura e o crescimento, demonstrando a necessidade de mais estudos sobre como a espécie está se comportando frente as mudanças climáticas, visto o baixo número de trabalhos realizados. Para complementar o estudo, foi realizado o incremento acumulado da população, o que demonstrou ainda um crescimento relativamente rápido da espécie, que pode apresentar potencial para reflorestamento.

Palavras-chave: anéis de crescimento; biodiversidade; anatomia da madeira.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

SUMÁRIO

1. Introdução	4
2. Objetivos	6
2.1. Objetivo geral	6
2.2. Objetivos específicos	6
3. Metodologia	7
3.1. Área de estudo	7
3.2. Espécie trabalhada	8
3.3. Coleta das amostras	10
3.4. Preparo das amostras e análise dos anéis de crescimento	11
4. Resultados e discussões	16
4.1. Descrição anatômica macroscópica da <i>Pachira cearensis</i> (Ducke) carv.-sobr...16	
4.2. Dendrocronologia da <i>Pachira cearensis</i> (Ducke) carv.-sobr.	17
4.3. Dendroclimatologia da <i>Pachira cearensis</i> (Ducke) carv.-sobr.	19
4.4. Incremento acumulado de <i>Pachira cearensis</i> (Ducke) carv.-sobr.	22
5. Conclusões	25
6. Perspectivas de futuros trabalhos	25
7. Referências	26
8. Outras atividades	30



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga consiste em um bioma cuja denominação possui origem Tupi-Guarani, que significa “mata branca”, isso devido a sua aparência clara durante a estação seca em que as plantas caducifólias perdem suas folhas (Leal, Tabarelli e Silva, 2003; Souza, 2018). Esse bioma possui uma área territorial de cerca de 844.453 km², equivalendo a 10,1% do território nacional (IBGE, 2024) e 70% do Nordeste (Alves, 2007), no qual, fitogeograficamente, compreende os estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí (figura 1), além da região norte do estado de Minas Gerais (Alves, 2007; Drumond *et al.*, 2000).

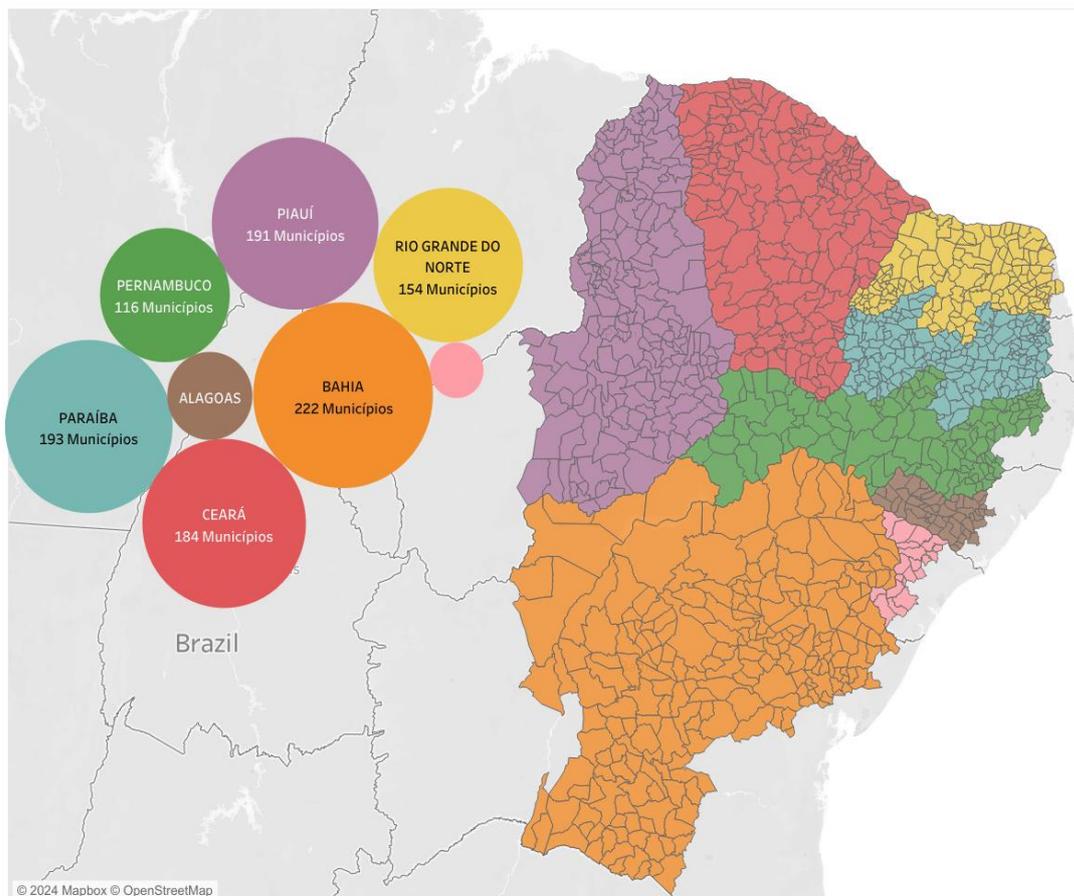


Figura 1. Área de ocorrência do Bioma da Caatinga no Nordeste. **Fonte:** Embrapa, 2024.

Apesar das dificuldades em se descrever o bioma da Caatinga, devido a sua elevada heterogeneidade que vai desde animais, vegetais, clima e variação edáfica, é



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

possível descrevê-la considerando o predomínio das espécies (Souza, 2018). Assim, a vegetação da caatinga é xerófila, com fisionomia e florística diversa, possui espécies lenhosas e herbáceas, considerada floresta de pequeno porte, em sua maioria possui espinhos e são caducifólias (perca das folhas no início da estação seca), além da grande presença de cactáceas e bromeliáceas (Drumond *et al.*, 2000). Possui, ainda, em elevada presença, árvores com raízes profundas, dentre muitas outras características fisionômicas, florísticas e morfofuncionais (Souza, 2018).

Urge ressaltar que, a Caatinga está cada vez mais sendo vítima de ações antrópicas, o que está levando a prejuízos com relação a fauna e a flora da região. Esse bioma faz parte da chamada Floresta Tropical Seca (FTS), sendo ela vista como a mais ameaçada entre os trópicos, o que mostra o quanto esses territórios vêm sendo ameaçados e alterados. Mesmo com tamanha problemática, ainda há poucos estudos na Caatinga, levando a escassez de informações acerca da biologia e ecologia das espécies desse ecossistema (Leal, Tabarelli e Silva, 2003).

Uma forma de estudar algumas espécies da Caatinga é a dendrocronologia, cujo termo vem do grego “dendron” ou árvore, “kronos” ou tempo e “logos” ou conhecimento, sendo atualmente um método científico muito utilizado para estudos paleoclimáticos e datação de madeira (Gonçalves, 2007). As informações registradas a partir dessa ciência permite a realização de pesquisas ambientais e históricas, isso através da demarcação do lenho das árvores e peças de madeira (Tomazello, Botosso e Lisi, 2001). Assim, trata-se de uma ciência cuja relevância é significativa na reconstrução do crescimento das árvores e planos de manejo florestal sustentável (Tomazello, Roig e Pollito, 2009). Além de consistir em um método com alto nível de exatidão (Gonçalves, 2007).

Dentre os sub-ramos de estudo da dendrocronologia, encontra-se a dendroclimatologia que utiliza os anéis de crescimento para tais estudos climáticos do passado e do presente (Tomazello, Botosso e Lisi, 2001), além da estimativa de idade e incremento médio (Mattos *et al.*, 2011), o que possibilita estudos ambientais e históricos (Tomazello, Roig e Pollito, 2009).



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Os anéis de crescimento consistem em camadas de tecidos lenhosos resultantes da atividade cambial periódica. Esse funcionamento ocorre em duas situações, a vegetativa e a de estresse fisiológico. Dessa forma, os anéis de crescimento se formam a partir dessas deposições anuais (Encinas, Silva e Pinto, 2005).

Por algum tempo acreditava-se que as espécies de regiões tropicais possuíam crescimento constante, não sendo viável estudos dendrocronológicos. Entretanto, pesquisas mostram crescimento intermitente em árvores tropicais, sendo a atividade cambial resultante de mudanças de fatores como temperatura e precipitação, levando a alterações nos elementos anatômicos do xilema (Botosso, Vetter e Tomazello, 2000).

Algumas espécies arbóreas possuem uma determinada sensibilidade ao meio ambiente, o que é possível ser registrado pelos anéis de crescimento. Dessa forma a dendrocronologia consegue realizar o estudo desse registro ambiental (Gonçalves, 2007).

Uma espécie com potencialidade para estudos dendrocronológicos e que ainda é escassa de trabalhos, é a *Pachira cearensis* (Ducke) Carv.-Sobr.. Trata-se de um gênero recentemente descrito por Carvalho-Sobrinho *et al.* (2020), sendo endêmica do Brasil.

Diante da escassez de estudos no Bioma da Caatinga, bem como da própria espécie selecionada, vale utilizar da dendrocronologia para compreender como as árvores na região estão se comportando frente a alterações ambientais, como os relativos as mudanças climáticas.

Esse assunto vem se tornando algo cada vez mais constante devido as alterações estarem sendo verificadas no ambiente. Entretanto, ainda são poucos os estudos e informações confiáveis a respeito, mesmo diante de mudanças ambientais visíveis ao redor do globo (Anholetto Junior, 2019).

Visto que essa necessidade está prevista nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, nota-se a urgência em estudos que contribuam para conhecimentos que auxiliem em possíveis soluções de melhorias para cumprir o objetivo 13 da ODS que trata de uma “Ação Contra a Mudança Global do Clima”, visando soluções diante das alterações climáticas e seus impactos na natureza.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Dessa forma, essa pesquisa buscou verificar a influência das condições ambientais no crescimento de uma população de *Pachira cearensis* em um fragmento florestal da Caatinga de Sergipe.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Analisar a influência das condições ambientais no crescimento de uma população de *Pachira cearensis* (Ducke) Carv.-Sobr. em um fragmento florestal da Caatinga no Estado de Sergipe/Brasil.

2.2. Objetivos específicos

- Entender a anatomia dos anéis de crescimento de uma espécie arbórea da Caatinga;
- Obter uma cronologia dos anéis de crescimento;
- Correlacionar a cronologia com a precipitação e a temperatura local/regional;
- Analisar o crescimento em diâmetro (incremento acumulado) da *Pachira cearensis* (Ducke) Carv.-Sobr.
- Facilitar a inserção de um estudante de graduação no meio científico da dendroecologia;
- Redigir um trabalho para apresentação em evento.

3. METODOLOGIA

3.1. Área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido em uma Reserva Legal do Assentamento Che Guevara (-10.862575, -37.630132), localizada no município de Lagarto/Sergipe. Essa região possui temperatura média 24,5 °C e precipitação média anual de 1.188,21 mm, sendo iniciada a estação chuvosa no mês de março e indo até julho ou mesmo agosto, e a estação seca no mês de setembro até fevereiro (EMDAGRO, 2022). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Pesquisa (IBGE), o município possui os Biomas da Caatinga em transição com a Mata Atlântica, o chamado ecótono (figuras 2 A e B).



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

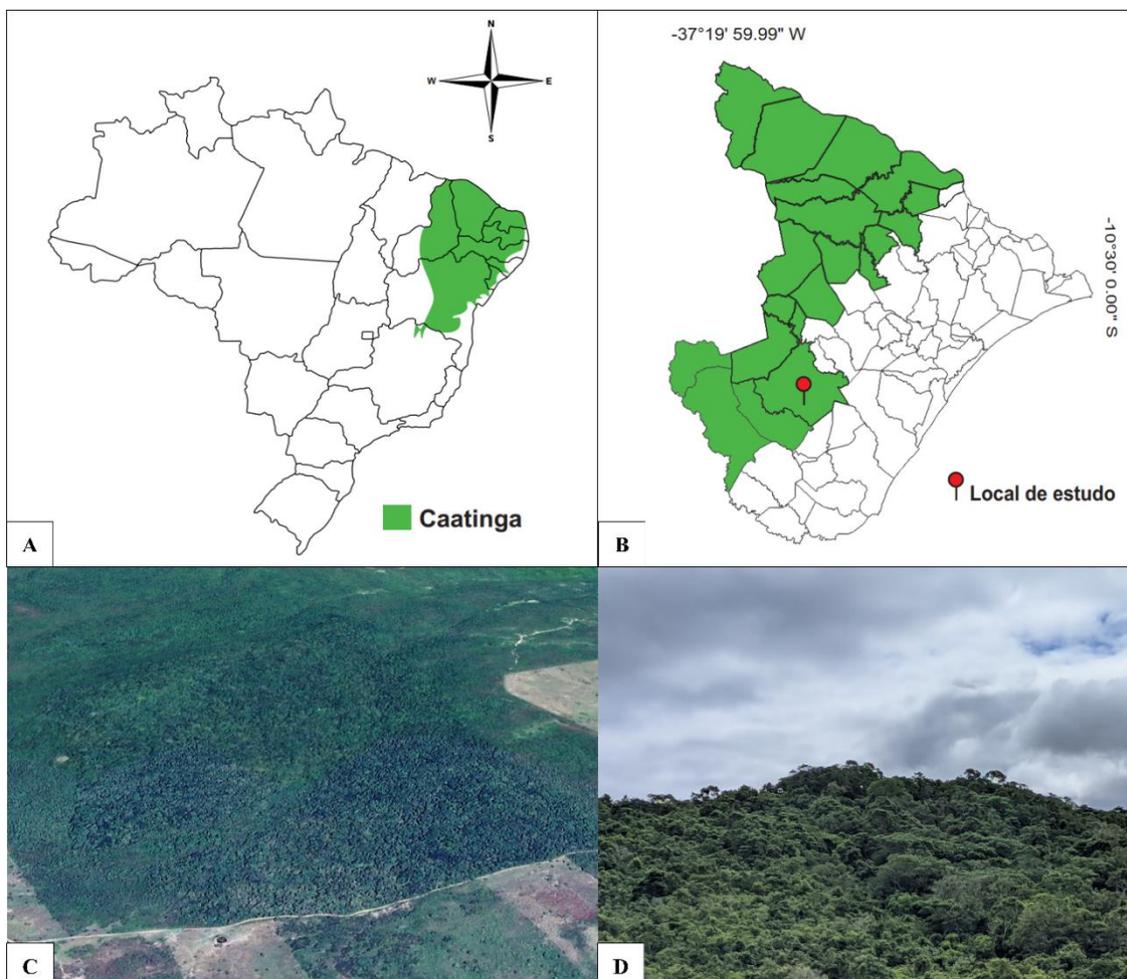


Figura 2. Limitação territorial da Caatinga no Brasil (A); local de estudo (B); Imagem de satélite da área florestal selecionada (C); parte da mata em que foi realizado o estudo (D). **Fonte:** Autor (A, B e D); Google Maps (C).

Para a seleção da área foram considerados os princípios fundamentais da dendrocronologia, que coloca em questão que o crescimento das árvores é dependente dos recursos presentes no meio ambiente (capacidades do solo, as alterações de temperatura e humidade, o declive ou orografia, a altitude e latitude) (Gonçalves, 2007).

Diante disso, para a escolha da área de estudo foram considerados dois princípios dendrocronológicos, o “Princípio da seleção do sítio” e o “Princípio dos fatores limitantes”. O primeiro diz que a seleção das espécies deverá considerar os critérios que determinam a sensibilidade dos indivíduos a mudanças climáticas, ou seja, se uma espécie



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

for sensível a seca, ela se encontra em um local onde a precipitação é um fator limitante. O segundo princípio em questão, se refere a justamente os fatores limitantes mencionados no princípio anterior. Ele menciona que a ocorrência dos anéis de crescimento depende de um fator, que pode ser temperatura, humidade e a precipitação (Tomazello, Botosso e Lisi, 2001; Gonçalves, 2007). Esse princípio é fundamental para a seleção do sítio de estudo, isso porque a área precisa ser propícia a formação dos anéis de crescimento, onde existirá fatores limitantes que permitem sua formação anual (figura 3).

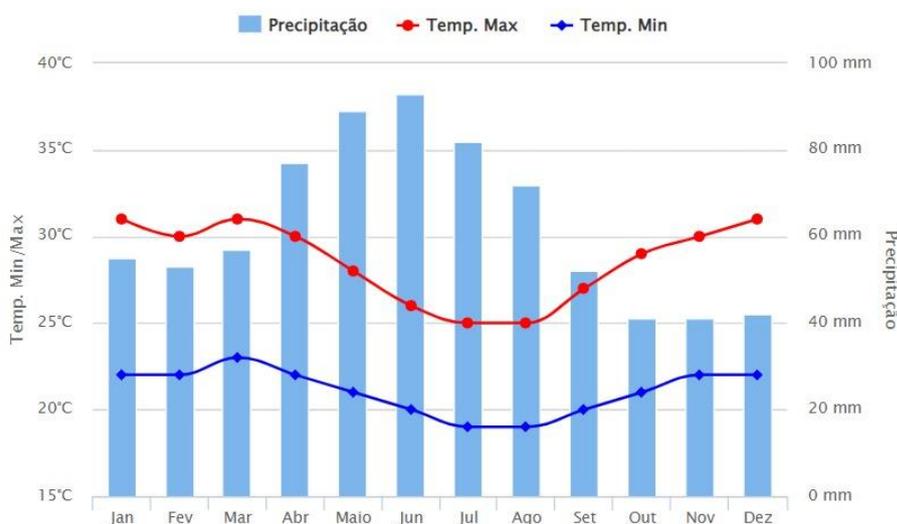


Figura 3. Climograma do município de Lagarto/SE, mostrando os fatores limitantes propícios ao estudo.
Fonte: Climatempo, 2024.

3.2. Espécie trabalhada

A espécie selecionada pertence à família Malvaceae, a qual é constituída por aproximadamente 250 gêneros e 4200 espécies no mundo (Souza e Lorenzi, 2019), e com grande importância econômica (Nogueira Jr., 2011).

Um dos gêneros pertencentes a família é o gênero *Pachira*, cuja madeira é de baixa densidade, sendo adequada para a fabricação de embalagens, caixotes, painéis e artefatos (Carvalho-Sobrinho *et al.*, 2014). Seu fruto é do tipo cápsula (figuras 4 D e E), deiscente e com muitas sementes pequenas (figura 5 F), suas folhas são compostas com pecíolo comum (figura 4 E), já suas flores são grandes e brancas (Nogueira Jr., 2011).



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Dentre as espécies desse gênero encontra-se a *Pachira cearensis* (Ducke) Carv.-Sobr., descrita recentemente por Carvalho-Sobrinho *et al.* (2020). Trata-se de uma espécie endêmica do Brasil, com morfologia das flores e características do xilema secundário típicos do gênero em questão. Sendo que vai se diferenciar da *Pachira endecaphylla* devido possuir os folhetos mais estreitos e em menor quantidade, possui, ainda, ápices agudos, aristados e cápsulas com tamanho menor (Carvalho-Sobrinho e Dorr, 2020).

Diante da recente descrição, a espécie ainda possui poucos estudos, havendo necessidade de trabalhos detalhados acerca das descrições anatômicas e morfológicas, bem como fenologia, dendrocronologia, dentre outros possíveis estudos visto o potencial da espécie e a necessidade de verificar o comportamento das árvores frente a mudanças climáticas, principalmente quando ainda existem poucos trabalhos.

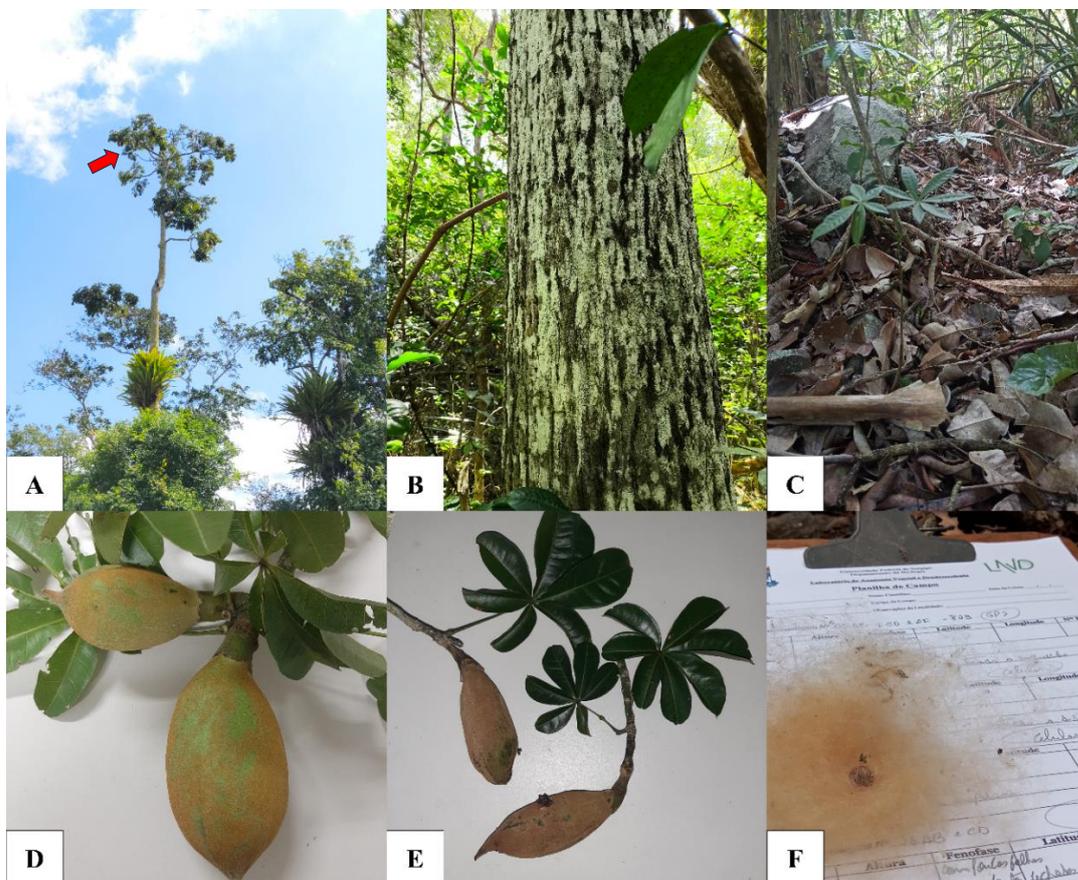


Figura 4. Árvore de *Pachira cearensis* com frutos indicados por seta vermelha (A); tronco (B); indivíduo jovem (C); frutos (D); folhas e frutos (E); semente (F). **Fonte:** Autor.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Com a espécie selecionada, foi dada sequência a uma série de etapas para as análises de dados posteriores (figura 5).



Figura 5. Panorama geral das etapas metodológicas até a análise dos resultados. **Fonte:** Autor.

3.3. Coleta das amostras

Para a realização da coleta foi considerado mais um princípio da dendrocronologia, o “Princípio da replicação”, que diz que é necessário recolher um bom número de amostras por árvore e de árvores por sítio. Isso devido ser possível reduzir possíveis problemas ambientais que possam alterar a anatomia da espécie e prejudicar os dados (Gonçalves, 2007).

As amostras foram coletadas na área de estudo selecionada (Reserva Legal do Assentamento Che Guevara, Lagarto/SE), onde foram realizadas quatro coletas. Na primeira, no dia 16/10/2023, foram coletadas 4 árvores. Na segunda coleta, no dia 21/11/2023, foram coletadas mais 7 árvores. Na terceira coleta, no dia 27/02/2024, foram coletadas 16 árvores. E na quarta coleta, no dia 12/03/2024, foram coletadas mais 3



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

árvores, totalizando um “n” amostral de 30 indivíduos coletados. Para cada indivíduo foram coletados 4 raios, totalizando 120 amostras coletadas.

Para a obtenção de todo esse material foi utilizado método não-destrutivo a partir do uso do trado de incremento manual (figura 6 C), que possui diâmetro interno de 5,15mm. As coletas foram realizadas na altura do diâmetro do peito, com variação para cima ou para baixo em casos de declives do solo ou alterações na árvore. Ao coletar, os pequenos orifícios causados no troco das árvores foram tampados com a própria casca para que a cicatrização ocorra sem prejuízos para os indivíduos coletados. Além da coleta do material, também foram coletadas informações individuais como: observação da fenologia, circunferência da altura do peito (C.A.P) utilizando fita métrica e coordenadas geográficas com auxílio de um GPS. As amostras foram armazenadas e identificadas em canudos plásticos e levadas ao Laboratório de Anatomia Vegetal e Dendroecologia (LAVD), na Universidade Federal de Sergipe (UFS), onde foi dada sequência ao estudo.



Figura 6. Coleta de *Pachira cearensis* (A e B); trado de incremento manual (C); coleta de um raio de amostra (D); amostra coletada em que é possível visualizar a medula (E); local em que foi feita a coleta que será posteriormente cicatrizado pela árvore sem prejuízos (F). **Fonte:** Autor.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

3.4. Preparo das amostras e análise dos anéis de crescimento

Ao chegar ao laboratório, as amostras foram presas em suporte de madeira para aguardar a secagem. Na sequência, os exemplares que estavam no mesmo suporte foram separados utilizando serra (figura 7 A). Dentre os 4 raios de cada árvore, foram selecionados dois para as análises do presente trabalho e depositadas no laboratório as outras duas para possíveis análises futuras (como análises isotópicas, por exemplo).

Após definidos os 60 raios que seriam estudados, foram colados nos suportes em posição correta para visualização dos anéis de crescimento (seção transversal com as fibras em posição vertical), utilizando cola branca e pincel (figuras 7 C e D).



Figura 7. Separação das amostras para as análises (A e B) e colagem em suporte de madeira (C e D).
Fonte: Autor.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Com os raios já colados nos suportes, as amostras foram polidas utilizando lixadeira da marca Bosch e lixas de granulometrias de 600 e 1200 mm (figuras 8 A e B). Cada raio foi identificado com uma etiqueta contendo o nome da amostra, do pesquisador, data de coleta, CAP, altura, local de coleta e localização no GPS (figura 8 C).

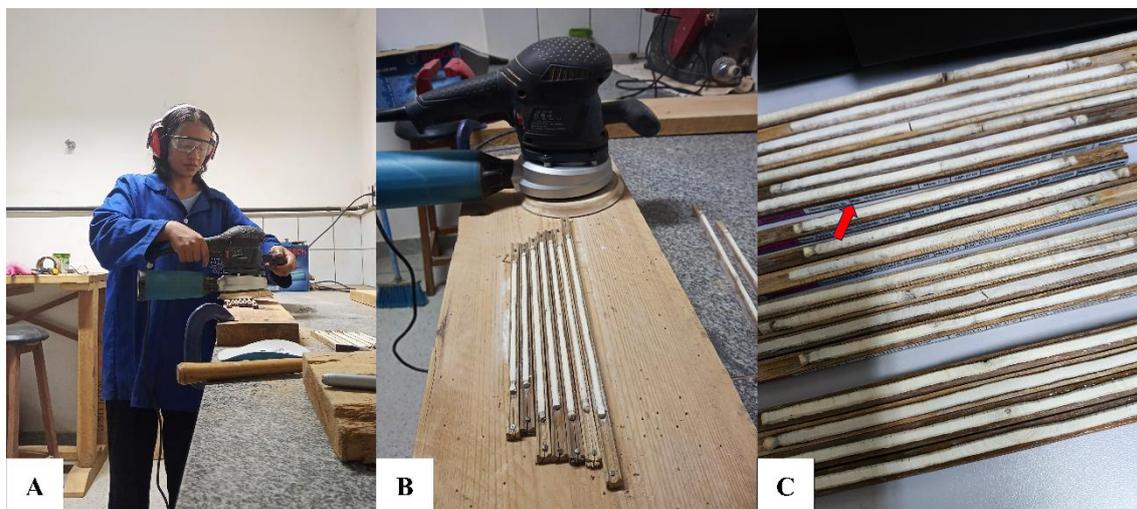


Figura 8. Polimento das amostras com lixadeira (A e B) e identificação com etiquetas (C). **Fonte:** Autor.

Cada amostra foi analisada em microscópio estereoscópico da marca Motic, utilizando aumento de 40X a 400X para identificar suas estruturas (lenho inicial, lenho tardio, parênquima, fibras e vasos) e marcação das camadas de crescimento para facilitar nas análises subseqüentes (figura 9).

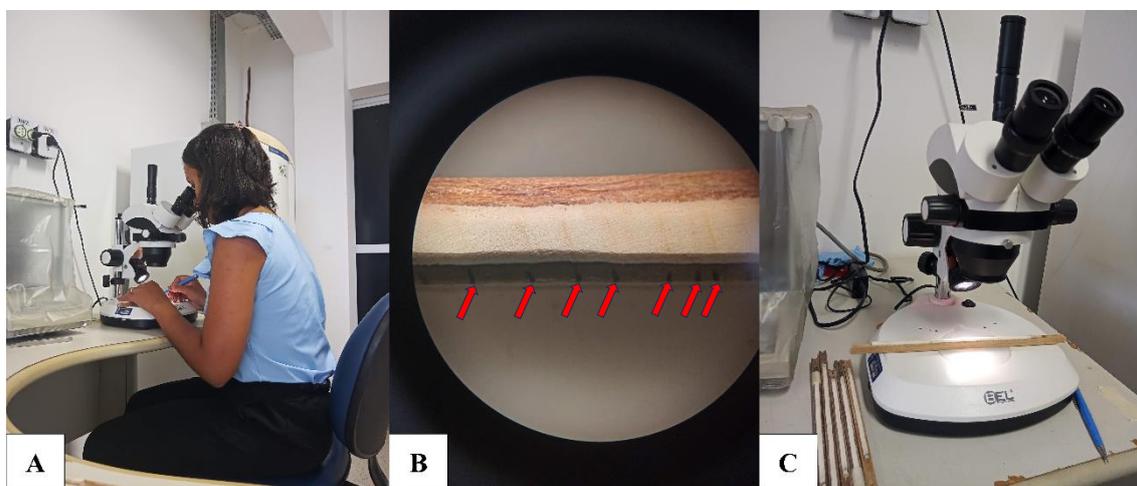


Figura 9. Marcação das camadas de crescimento (A); camadas marcadas com lápis grafite (B); microscópio estereoscópico (C). **Fonte:** Autor.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Posteriormente, os raios foram digitalizados utilizando um Scanner HP® (deskjet F4180) ajustado para resolução de 1200 dpi. Com as amostras escaneadas, iniciou-se as análises com software PowerPoint, em que foram organizadas as imagens digitalizadas dos raios um abaixo do outro e a partir daí realizado um procedimento semelhante a datação cruzada. A ideia foi conectar os limites anéis de crescimento entre um raio e outro, identificando visualmente períodos característicos e facilitando a marcação assertiva dos anéis de crescimento e consequentemente melhorando a cronologia (figura 10).

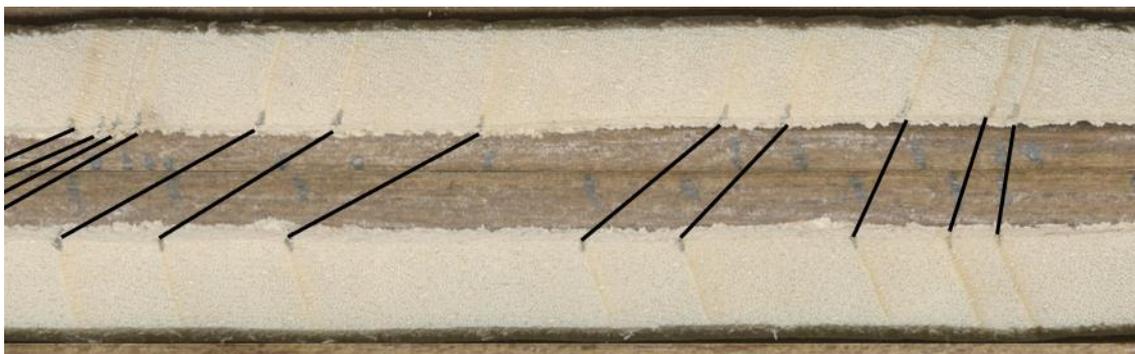


Figura 10. Datação cruzada entre dois raios da mesma árvore. **Fonte:** Autor.

Dando continuidade as análises, os anéis de crescimento foram mensurados utilizando o software CooRecorder versão 7.8, onde foi possível acompanhar em tempo real a sincronização das amostras através de gráficos (figura 11).

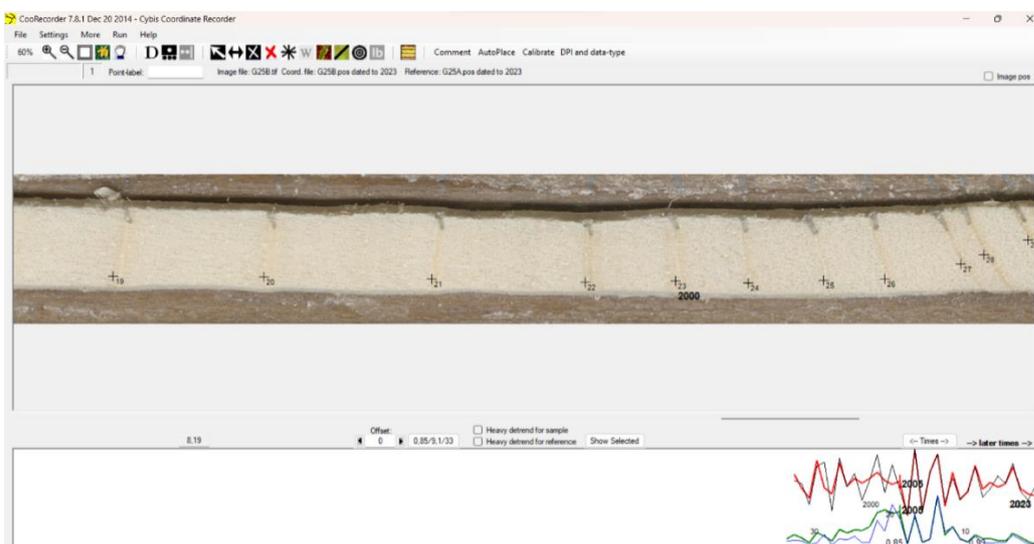


Figura 11. Janela do CooRecorder mostrando a correlação entre dois raios da árvore G25. **Fonte:** Autor.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

Após todas as amostras serem mensuradas, foi utilizado o software CDendro 7.8 (figura 12 A) para obter dados de como está a intercorrelação entre os raios das árvores e obter os dados de mensuração para serem rodados no software COFECHA versão 6.06 (figura 12 B), no qual foi possível verificar como estava a intercorrelação e sensibilidade da população. Os dados foram rodados diversas vezes, sendo ajustado, quando possível, os erros indicados pelo software COFECHA. Com a obtenção dos dados desse programa foi possível selecionar os raios que apresentaram melhor sincronização (boa correlação matemática) para montar a cronologia da *Pachira cearensis*, previamente correlacionando com a precipitação utilizando o Excel e posteriormente a cronologia final, bem como a correlação com dados climáticos utilizando o pacote dplR (Bunn *et al.*, 2010) no software estatístico R, isso porque esse programa permite aumentar a precisão analítica já que transforma larguras simples em índices dimensionais (Fritts, 1976). Com as mensurações dos anéis de crescimento obtidas a partir do Coorecorder, foi realizado, ainda, o Incremento acumulado utilizando o Excel para tabular os dados.

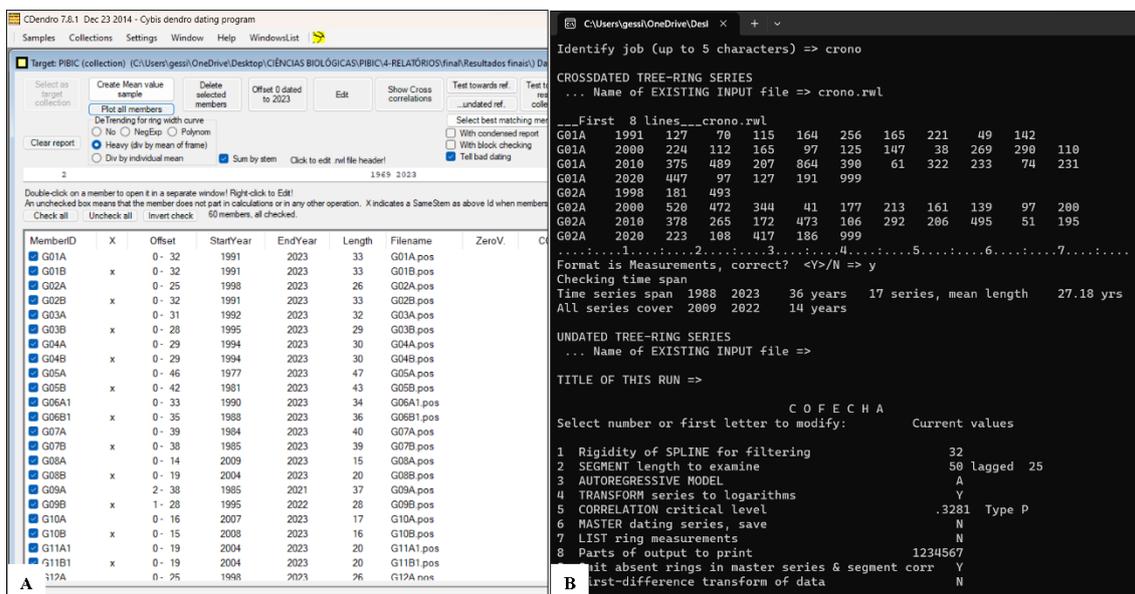


Figura 12. Janela do CDendro com todas as amostras das árvores (A); COFECHA rodando os dados obtidos no CDendro (B). **Fonte:** Autor.

Para que não houvesse tendências biológicas individuais entre as árvores, foi utilizado o filtro estatístico de regressão linear (Fritts, 1976; Cook, 1985). E com isso foi



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

calculado a intercorrelação das séries, r -bar, e a expressão do sinal da população, o chamado EPS. Já para obter o sinal climático do crescimento das árvores, foi correlacionado a cronologia os anéis de crescimento com o clima local, isso a partir dos coeficientes de correlação de Pearson, através da precipitação mensal.

Os dados climáticos utilizados foram provenientes dos bancos de dados meteorológicos da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Sustentabilidade e Ações Climáticas (SEMAC), do estado de Sergipe e da Companhia de Desenvolvimento Regional de Sergipe (CODESE) do município de Lagarto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Descrição anatômica macroscópica da *Pachira cearensis* (ducke) carv.-sobr.

A *Pachira cearensis* registra de forma precisa o período de incremento relativo à estação de crescimento, o que atribui a essa espécie potencial para estudos dendrocronológicos. Seu anel de crescimento é composto de duas camadas, o lenho inicial (tonalidade mais clara) e o chamado lenho tardio (tonalidade mais escura) (figura 13) (Encinas, Silva e Pinto, 2005). Vale ressaltar que as diferenças na estrutura e na largura dos anéis de crescimento pode ser devido a fatores ambientais diversos (Lisi *et al.*, 2008).

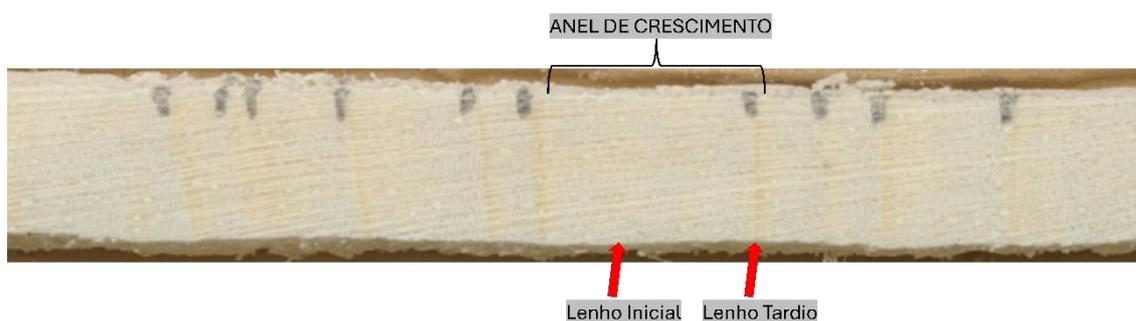


Figura 13. Plano anatômico transversal de *Pachira cearensis* mostrando os anéis de crescimento e as partes que o constitui. **Fonte:** Autor.

O plano transversal possui parênquima axial visível sob lente de 10x, com disposição apotraqueal difuso em agregados, além de parênquima radial (raios) visíveis sob lente 10x e não estratificados. Já os vasos são visíveis a olho nu, arredondados, porosidade difusa, parcialmente solitários e podem ocorrer em múltiplos de três a quatro.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

As camadas de crescimento são visíveis a olho nu, com coloração mais escura nos limites, isso porque ocorre espessamento das paredes das fibras à medida que o parênquima confluyente diminui (figura 14).

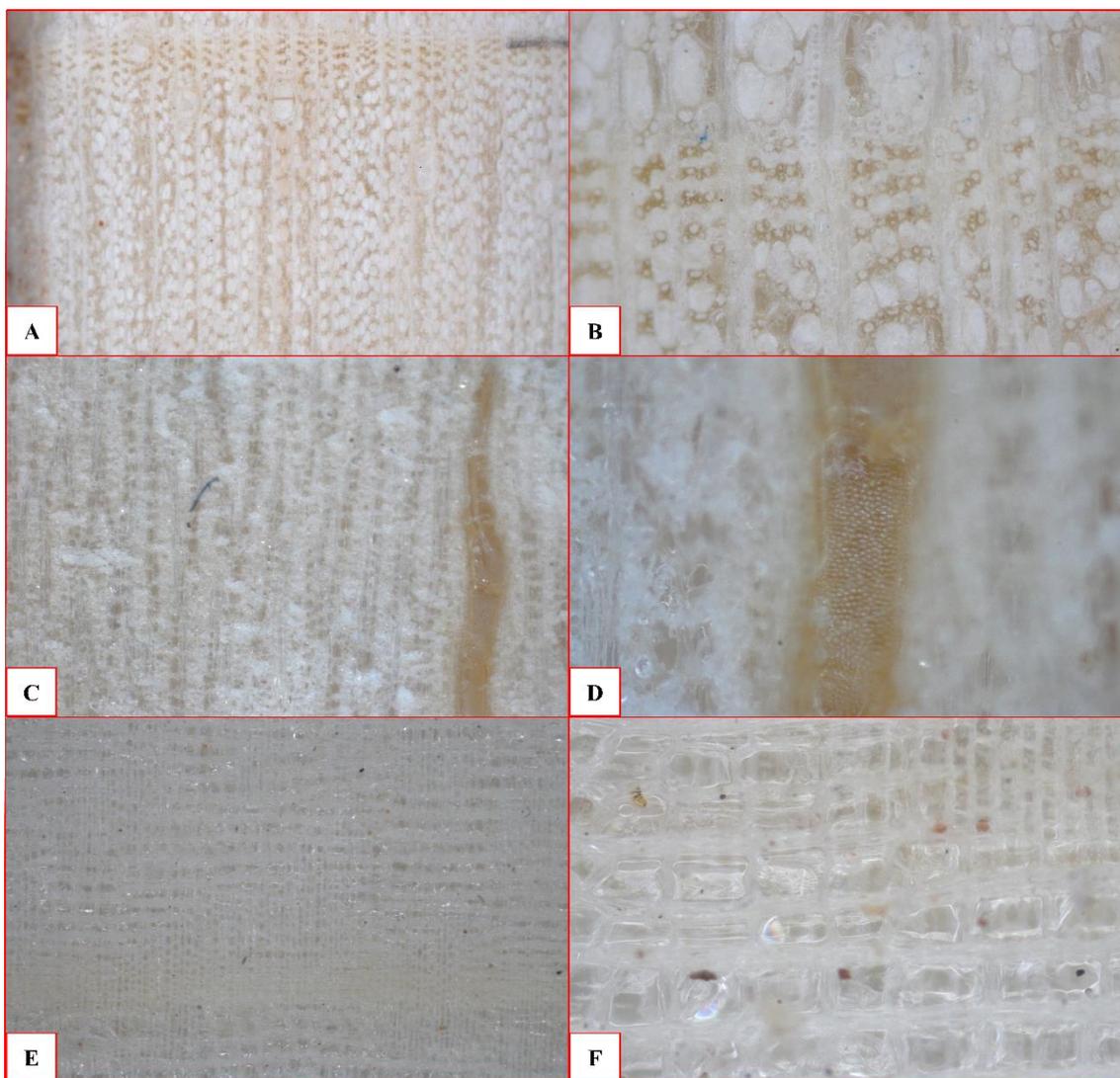


Figura 14. Imagens macroscópicas da *Pachira cearensis* nos três planos: Plano transversal - 4x (A); Plano transversal - 10x (B); Plano tangencial - 4x (C); Plano tangencial - 10x (D); Plano radial - 4x (E); Plano radial - 10x (F). **Fonte:** Autor.

4.2. Dendrocronologia da *Pachira cearensis* (ducke) carv.-sobr.

O princípio da dendrocronologia utilizado foi o “crossdating”. Sua base é dar aos anéis de crescimento datas de calendário, o que permite correlacionar várias amostras.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Vale ressaltar a necessidade de muitas árvores para melhor segurança nos estudos (Gonçalves, 2007) (figura 15).

Dentre as 30 árvores coletadas, foi possível correlacionar 15 (50%), as quais foram utilizadas para a construção da cronologia e do incremento acumulado. Diante das primeiras análises foi verificado que a espécie possui crescimento anual, isso diante da sincronização (figura 15) e intercorrelação (figura 16).

Essa verificação é relevante para a realização de estudos dendrocronológicos com a espécie, já que ainda possui poucos trabalhos. Essa resposta anual da planta é possível devido a sensibilidade da espécie a fatores climáticos e ambientais, no qual as árvores registram tudo nos anéis de crescimento permitindo variados estudos dendroclimáticos (Gonçalves, 2007).

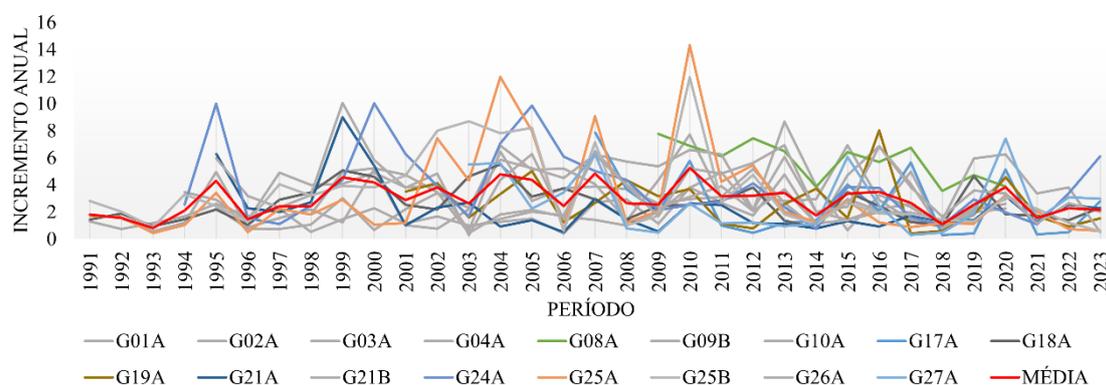


Figura 15. Sincronização das séries radiais dos anéis de crescimento de *Pachira cearensis* aplicando o método de datação cruzada. **Fonte:** Autor.

As análises permitiram sincronizar 460 anéis de crescimento, mensurados em 15 indivíduos, ou 17 raios (obs. não foram incluídas outras 15 árvores, que tinham tido os anéis mensurados e analisados, mas que não puderam fazer parte da cronologia, ou seja, no total foram mensurados 1259 anéis de crescimento). A intercorrelação obtida foi de 0,44, a sensibilidade de 0,65 e a extensão da cronologia foi de 34 anos (1990-2023), a partir dos 17 raios indicados acima. Esses valores de intercorrelação e sensibilidade são muito expressivos para o estudo (figura 16 e tabela 1).



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

```

*****
*C* Number of dated series          17 *C*
*O* Master series 1990 2023      34 yrs *O*
*F* Total rings in all series     460 *F*
*E* Total dated rings checked     460 *E*
*C* Series intercorrelation       .441 *C*
*H* Average mean sensitivity      .652 *H*
*A* Segments, possible problems   32 *A*
*** Mean length of series         27.1 ***
*****

```

Figura 16. Resultados de intercorrelação gerados a partir do programa COFECHA. **Fonte:** Autor.

Seq	Series	Interval	No. Years	No. Segmt	No. Flags	Corr with Master	//----- Mean msmt	Unfiltered Max msmt	-----\\ Std dev	Auto corr	Mean sens	//---- Filtered Max value	-----\\ Std dev	Auto corr	AR ()
1	G01A	1991 2023	33	3	3	.152	2.12	8.64	1.633	.164	.715	2.95	.666	-.106	1
2	G02A	1998 2023	26	3	3	.408	2.54	5.20	1.474	.044	.686	2.72	.661	.072	1
3	G03A	1992 2023	32	3	3	.431	2.97	7.70	1.967	.178	.680	2.65	.573	.006	2
4	G04A	1994 2023	30	3	2	.575	3.28	6.82	1.554	-.033	.589	2.55	.564	-.113	3
5	G08A	2009 2023	15	1	0	.523	5.16	7.74	1.825	.547	.315	2.61	.705	-.178	1
6	G09B	1995 2022	28	3	3	.314	3.11	6.54	1.990	.560	.537	2.58	.731	-.055	1
7	G10A	2007 2023	17	1	1	.423	2.59	7.82	2.336	-.093	.978	2.64	.724	.160	1
8	G17A	2000 2023	24	2	1	.412	2.27	5.10	1.323	-.204	.742	2.78	.750	-.193	1
9	G18A	1990 2023	34	3	2	.419	2.50	5.49	1.297	.362	.468	2.74	.593	.001	2
10	G19A	2001 2023	23	2	2	.243	2.67	7.99	1.809	-.180	.742	3.07	.741	-.004	2
11	G21A	1995 2023	29	3	3	.376	2.24	8.97	1.837	.309	.626	2.88	.736	-.098	1
12	G21B	1995 2023	29	3	1	.462	3.59	10.02	2.194	.095	.650	2.70	.559	-.086	1
13	G24A	1994 2023	30	3	1	.567	3.86	9.98	2.653	.287	.633	2.58	.630	-.059	2
14	G25A	1990 2023	34	3	2	.611	3.07	14.31	3.352	.163	.781	3.02	.760	-.043	1
15	G25B	1990 2023	34	3	2	.636	3.38	11.92	2.763	.223	.620	2.65	.493	-.028	1
16	G26A	2003 2023	21	2	2	.473	3.31	6.89	1.926	.177	.566	2.63	.612	-.067	1
17	G27A	2003 2023	21	2	1	.422	2.71	7.39	2.187	.063	.777	2.96	.885	.165	2
Total or mean:			460	43	32	.441	2.98	14.31	2.028	.164	.652	3.07	.660	-.040	

- = [COFECHA PIBI COF] = -

Tabela 1. Detalhamento da sincronização analisada com o programa COFECHA mostrando os valores da série Master. **Fonte:** Autor.

A série máster, obtida após o estudo no Cofecha foi analisada no Excel permitindo a confecção do gráfico que representa os crescimentos anuais registrados nos anéis de crescimento (figura 17). O baixo crescimento até aproximadamente 2003, é devido a juventude das árvores, porém uma redução do crescimento significativa para a população de *P. cearensis* está registrada a partir de 2012, possivelmente refletindo uma resposta da espécie às variações ambientais atuais.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

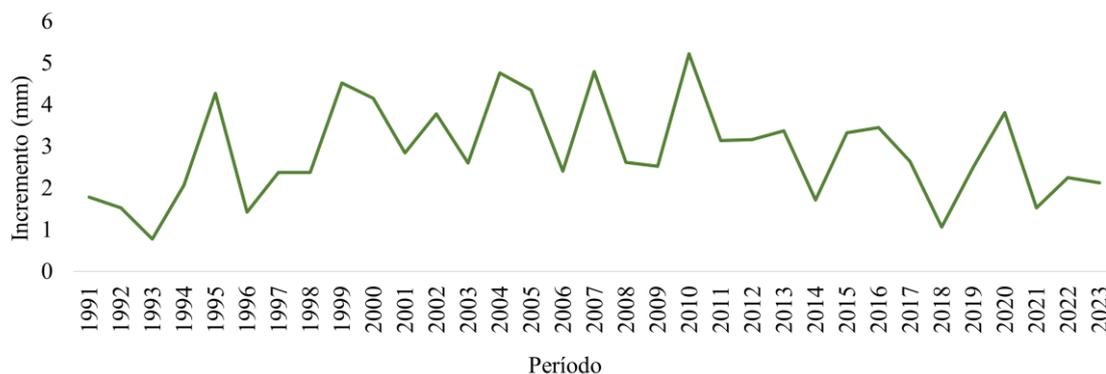


Figura 17. Crescimento médio da *Pachira cearensis* em fragmento florestal do semiárido sergipano.
Fonte: Autor.

4.3. Dendroclimatologia da *Pachira cearensis* (ducke) carv.-sobr.

A dendrocronologia tem auxiliado muito a climatologia e a ciência do solo (Palermo, Latorraca e Abreu, 2002). Com isso, estudos como esse traz resultados essenciais para entender as mudanças climáticas e como as espécies de árvores podem se comportar influenciadas pelo ambiente.

A cronologia obtida foi correlacionada com os registros climáticos do município de Lagarto, SE, mostrando-se significativa. Utilizando o Excel obteve-se valor de correlação de Pearson de 0,47 (figura 18). Onde é possível observar a resposta das *Pachira cearensis* as variações de precipitação.

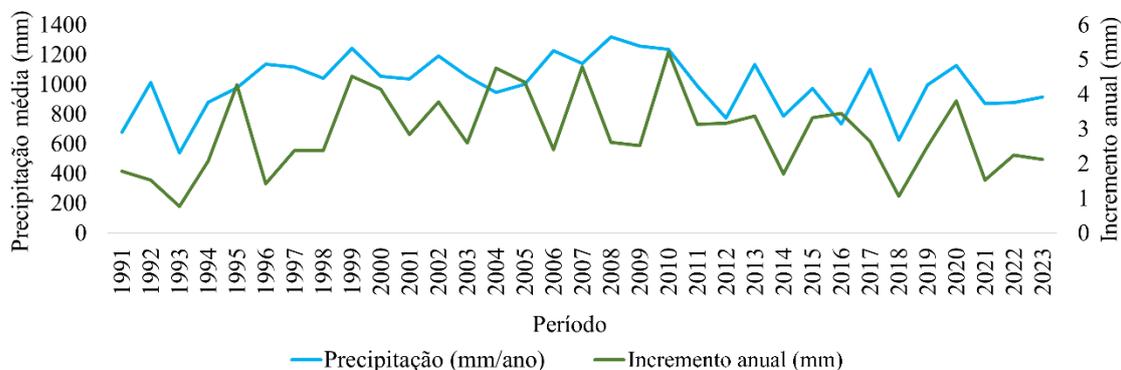


Figura 18. Correlação entre a precipitação e o incremento anual utilizando o Excel. **Fonte:** Autor.

Para aprimorar a cronologia foi utilizado o software R com base em índices, assim foi obtido valores de intercorrelação (correlação entre as árvores) 0,40, sensibilidade



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

(resposta da população arbórea ao ambiente) 0,66, r-bar (intercorrelação das séries) 0,28, EPS (expressão do sinal da população) 0,74 e correlação (relação entre a cronologia e a precipitação) 0,36 com nível de significância $p < 0,05$, o que demonstra sinal comum entre as árvores da população em estudo (figura 19).

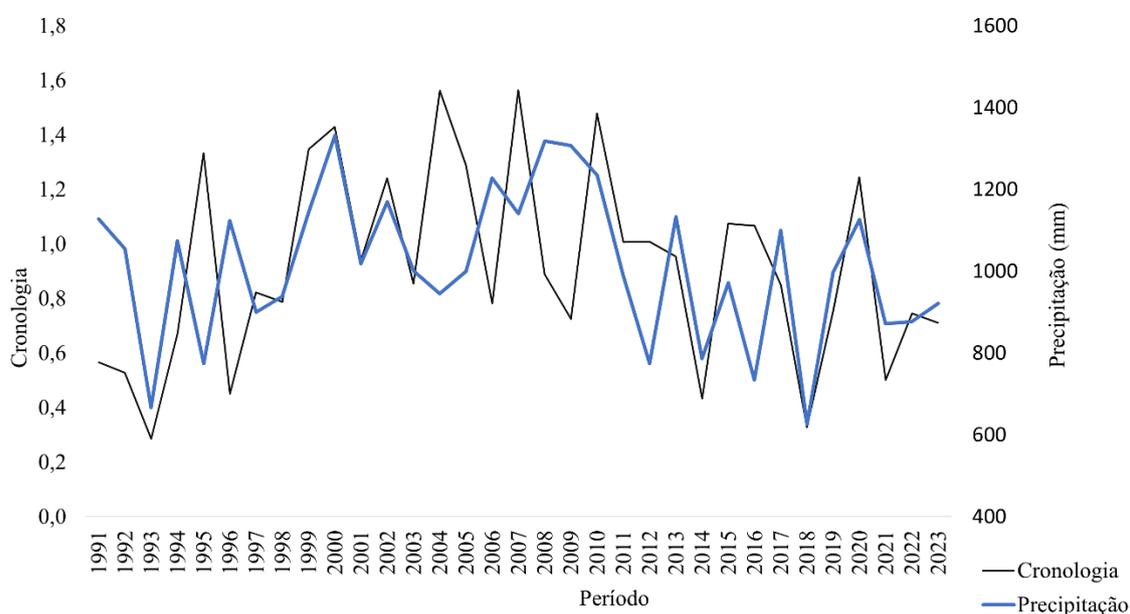


Figura 19. Correlação de 0,36 entre a cronologia e a precipitação em fragmento florestal no Semiárido Sergipano (obtida pelo software “R”), onde a linha azul corresponde a precipitação e a preta se refere a cronologia. **Fonte:** Autor.

Quando comparados os valores de correlação entre a cronologia dos anéis de crescimento da *Pachira cearensis* com a precipitação mensal (figura 20), foi observado que a precipitação não apresentou um período com maior significância para o crescimento das plantas, e sim meses específico (fevereiro e agosto) se destacaram. Entretanto vale ressaltar que existem outros fatores ambientais, que podem influenciar o desenvolvimento da espécie, atrelados a precipitação. Estudo desenvolvido por Vasconcellos (2016) demonstrou alterações causadas por diferentes combinações de fatores ambientais. No trabalho em questão, foi avaliado o crescimento da *Ceiba speciosa* em um ambiente urbano e outro florestal, sendo observado que ambas responderam a precipitação, mas as do ambiente urbano apresentou maior sensibilidade.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

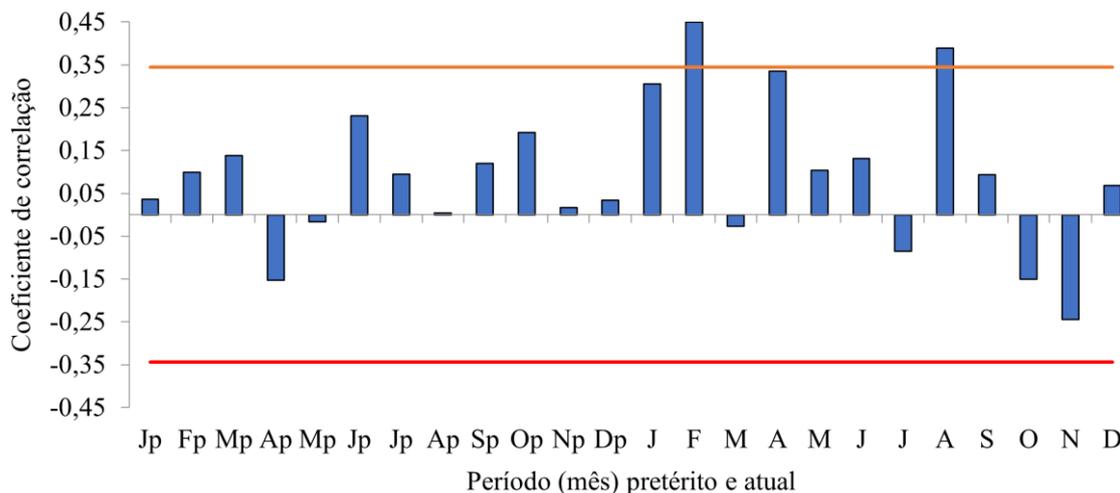


Figura 20. Coeficientes de correlação entre a cronologia dos anéis de crescimento da *Pachira cearensis* e a precipitação mensal. As barras que ultrapassaram a linha laranja foram mais significativas. **Fonte:** Autor.

Não é de hoje que se conscientiza sobre os impactos ambientais, isso devido aos elevados prejuízos ecossistêmicos que essas alterações podem causar. Diante disso, um dos pontos em destaque é o alerta do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que aponta que a temperatura da Terra aumentou aproximadamente 1°C, sendo estimado um aumento variando de 1,5°C e 2°C durante o século XXI (IPCC, 2021).

Segundo o relatório do IPCC (2014), o Brasil irá passar por mudanças climáticas significativas na precipitação e temperatura nas próximas décadas. O que pode provocar prejuízos irreversíveis nos ecossistemas. Diante disso, nota-se a necessidade de entender como as florestas vem se comportando diante desse cenário, sendo estudos como esses necessários e capazes de trazer informações relevantes. Isso pode ser mostrado na figura 21, em que é possível notar que está ocorrendo certa tendência de decréscimo no crescimento da *P. cearensis* se comparada a temperatura, mesmo a população de plantas não apresentando índice de correlação significativo com esse fator ambiental. É possível observar no gráfico (figura 21) que à medida que a temperatura vai aumentando o crescimento está reduzindo. Ou seja, existe uma relação proporcionalmente inversa entre temperatura e crescimento.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Brodrigg *et al.*, 2020, comentam até que essas condições podem acarretar a intensificação das secas e elevar a sensibilidade das espécies a ponto de ocasionar a mortalidade das árvores.

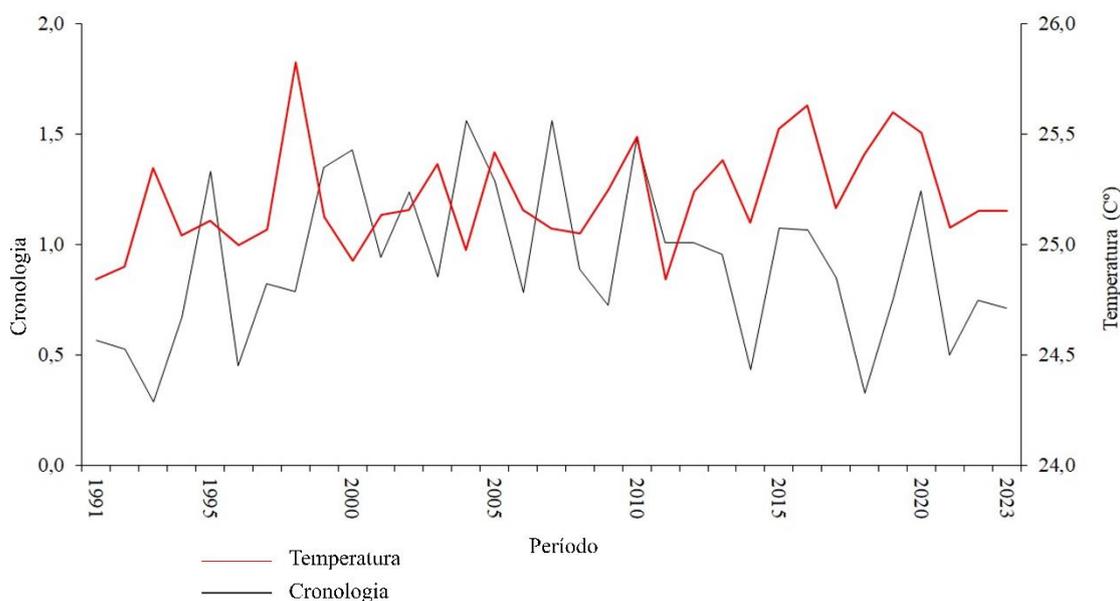


Figura 21. Correlação entre temperatura e cronologia da *P. cearensis*, onde a linha vermelha corresponde a temperatura e a linha preta a cronologia. **Fonte:** Autor.

Diante de tais resultados, observa-se que mesmo se a espécie arbórea não apresentar correlação significativa com algum dos fatores ambientais em estudo, ainda assim poderá sofrer alterações no seu crescimento anual. Bezerra *et al.*, (2021), associa a relação entre aumento da temperatura e redução da precipitação com o crescimento das plantas. O que é preocupante, visto que as previsões de aquecimento em torno de 0,5 e 0,7 C° por década até 2100 (Aragão, Zuidema e Groenendijk, 2022).

4.4. Incremento acumulado de *Pachira cearensis* (ducke) carv.-sobr.

O incremento acumulado se refere ao aumento do diâmetro da árvore que ocorre ano após ano, devido a atividade dos meristemas apical e cambial, estudado em um determinado período. Sendo influenciado por alterações climáticas e ambientais (Encinas, Silva e Pinto, 2005). A principal função da medição do crescimento é compreender



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

informações sobre a produção de árvores e reflorestamento, isso através de pequenas previsões do crescimento (Encinas, Silva e Pinto, 2005).

Ou seja, o incremento consiste no crescimento da árvore ou de um fragmento florestal em um determinado período. Este período pode ser dias, meses, anos etc. Dessa forma, o acréscimo anual (i) de uma variável dendrométrica (y) entre um ano qualquer (t) e o ano seguinte ($t+1$) é dado pela expressão $i = y(t+1) - y(t)$. Se $t = 1$ (primeiro ano), o acréscimo anual é todo o crescimento que ocorre dentro de um ano. Diante disso, o incremento é a maneira de expressar o crescimento das variáveis dendrométricas em relação ao tempo (Encinas, Silva e Pinto, 2005).

Dessa forma, foi obtido o incremento acumulado das árvores utilizadas na cronologia (sem repetição de raios da mesma árvore) para fornecer mais informações acerca do crescimento da espécie. Assim, a média de incremento foi 0,51 cm/ano, no qual a espécie leva em torno de 34 anos para atingir 10 cm de comprimento do raio (figura 22).

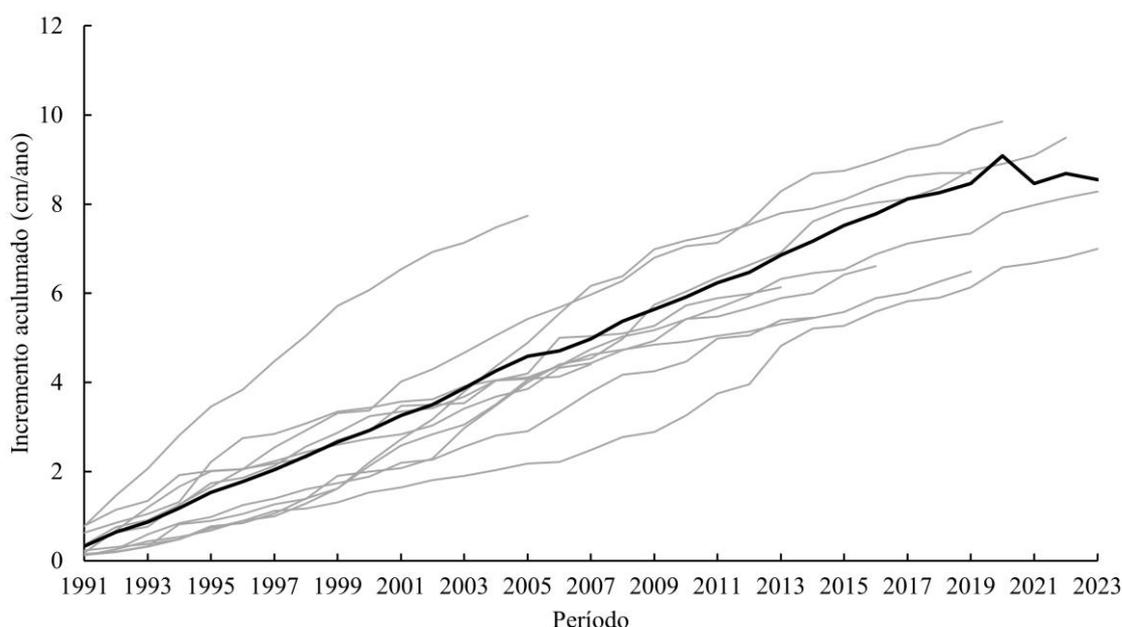


Figura 22. Incremento acumulado de *Pachira cearensis* em cm. **Fonte:** Autor.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

A população apresentou média de 27 ± 6 anos, sendo que as duas árvores mais velhas com 34 anos apresentaram média de incremento acumulado de 5,37 cm e 4,41 cm, com a circunferência na altura do peito (C.A.P) de 83 cm e 81 cm respectivamente. Já a mais nova apresentou 15 anos, incremento de 4,77 e C.A.P de 88 cm (figura 23 e tabela 2). Esses dados demonstram que o crescimento está ligado a vários fatores ambientais ao qual a árvore, de forma individual, pode estar condicionada. As duas árvores mais velhas, mesmo com a mesma idade, apresentaram incrementos diferentes e ainda uma delas se mostrou menor em diâmetro do que a árvore mais jovem, assim como a C.A.P da árvore mais nova foi maior que as mais velhas. Essas diferenças estão também indicando a boa sensibilidade da espécie ao ambiente.

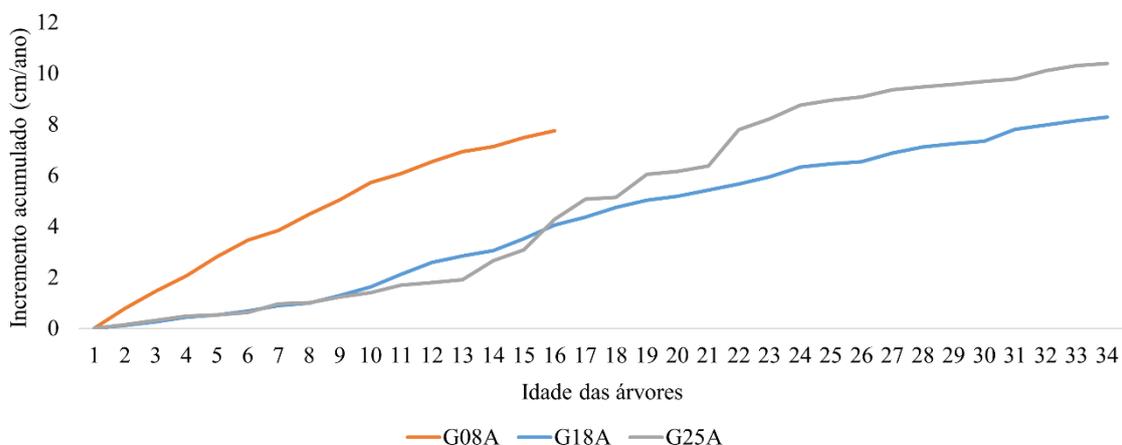


Figura 23. Incremento acumulado das árvores mais velhas (G18A e G25A) e a mais jovem (G08A).

Fonte: Autor.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

• INCREMENTO ACUMULADO DE <i>Pachira cearensis</i>			
➤ Árvores	➤ Média de incremento (cm/ano)	➤ Idade	➤ C.A.P (cm)
G01A	3,17	33	70
G02A	3,64	26	62
G03A	4,59	32	78
G04A	5,39	30	86
G08A	4,77	15	88
G09B	4,61	29	79
G10A	2,74	17	50
G17A	2,68	24	54
G18A	4,41	34	81
G19A	3,50	23	61
G21A	3,98	29	88
G24A	6,69	30	107
G25A	5,37	34	83
G26A	3,62	21	54
G27A	3,20	21	62

Tabela 2. Incremento acumulado, idade e C.A.P das árvores de forma individual. **Fonte:** Autor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da pesquisa realizada demonstraram o potencial da espécie para estudos dendrocronológicos, e a espécie *Pachira cearenses* possui anéis de crescimento anuais. A descrição anatômica macroscópica caracterizou a espécie e os anéis de crescimento. A *P. cearensis* se apresentou sensível às alterações ambientais, com comportamento que refletiu as mudanças climáticas que estão ocorrendo e que ainda podem chegar. Por fim, se mostrando uma árvore de crescimento rápido, pode ter bom potencial para reflorestamento.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

6. PERSPECTIVAS DE FUTUROS TRABALHOS

A pesquisa desenvolvida contribuiu de forma significativa para a Ciência, devido à baixa quantidade de trabalhos acerca da *Pachira cearensis*. Dessa forma, urge a necessidade de trabalhos futuros para compreender melhor a dinâmica dessa espécie frente as mudanças climáticas e até mesmo para compreender melhor sua dinâmica de crescimento. São inúmeros os trabalhos que podem ser desenvolvidos, como sua fenologia, atividade cambial, comparação em diferentes localidades que possa ser encontrada, o que pode contribuir até para a conservação do bioma, visto o encontro de dados que demonstrem a degradação do ambiente a partir das alterações morfológicas, fisiológicas e anatômicas da espécie em questão.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

7. REFERÊNCIAS

- ALVES, J. J. GEOECOLOGIA DA CAATINGA NO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO. **CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem**, [S. l.], v. 2, n. 1, 2007. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/266>. Acesso em: 15 jul. 2024.
- ANDRADE, Eunice Maia. A FLORESTA TROPICAL SECA, CAATINGA: AS CERTEZAS E INCERTEZAS DAS ÁGUAS. **TRIM: revista de investigación multidisciplinar**, Ceará, v. 12, n. 4, p. 11-20, jan./2017. Disponível em: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/23593>. Acesso em: 15 jul. 2024.
- ANHOLETTO JÚNIOR, Claudio Roberto. **Aplicação da dendrocronologia na avaliação das mudanças climáticas nas florestas de várzea da Amazônia Central**. 2019. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-23012020-100658/>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- ARAGÃO, J. R. V.; LISI, Claudio Sergio. Caatinga Tree Wood Anatomy: Perspectives on Use and Conservation. **Floresta Ambiente**, São Cristóvão/SE, v. 26, n. 2, p. 1-14, mai./2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.099717>. Acesso em: 14 out. 2023.
- ARAGÃO, J.R.V.; ZUIDEMA, P.A.; GROENENDIJK, P. Climate-growth relations of congeneric tree species vary across a tropical vegetation gradient in Brazil. **Dendrochronologia**. v. 71. 2022.
- BEZERRA, A. C.; COSTA, S. A. T. D.; SILVA, J. L. B. D.; ARAÚJO, A. M. Q.; MOURA, G. B. D. A.; LOPES, P. M. O.; NASCIMENTO, C. R. Annual rainfall in Pernambuco, Brazil: regionalities, regimes, and time trends. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, pp. 403-414, 2021.
- BOMFIM LFC, DA COSTA IVG, BENVENUTI SMP 2002 Diagnóstico do Município de Lagarto. In: FEITOSA, F. A. C. (Ed), **Cadastro da Infra-Estrutura Hídrica do Nordeste: Estado de Sergipe**, Aracaju: CPRM, 17 p.
- BOTOSSO, Paulo C.; VETTER, Roland E.; TOMAZELLO, Mario. **Dendrocronologia en América Latina**. 1. ed. Mendoza, Argentina: EDIUNC, 2000. p. 356-429.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

BRODRIBB, T. J.; POWERS, J.; COCHARD, H.; CHOAT, B. Hanging by a thread? Forests and drought. **Science**. v. 368, p. 261–266, 2020.

BUNN, A.G. Statistical and visual crossdating in R using the dplR library. **Dendrochronologia**, v. 28, n. 4, p. 251-258, 2010.

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

CARVALHO-SOBRINHO, J.; DORR, L.J. Notes on Brazilian Pachira (Malvaceae: Bombacoideae): A new combination and lectotypification of three basionyms. **Journal of the Botanical Research Institute of Texas**. v. 14, n. 2. 2020.

CARVALHO-SOBRINHO, J.G.; ALVERSON, W.S.; MOTA, A.C.; MACHADO, M.C.; BAUM, D. A. A new deciduous species of Pachira (Malvaceae: Bombacoideae) from a seasonally dry tropical forest in Northeastern Brazil. **Systematic Botany**, v. 39(1), p. 260-267. 2014.

COOK, E.R. A time series analysis approach to tree ring standardization (dendrochronology, forestry, dendroclimatology, autoregressive process). The University of Arizona. 1985.

DINIZ MTM, MEDEIROS SC, CUNHA CJ 2014 Sistemas atmosféricos atuantes e diversidade pluviométrica em Sergipe. **Bol. Goia. Geogr.** (Online). Goiânia, v. 34, n. 1, p. 17-34, jan./abr.

DRUMOND, M. et al. **Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga**. Embrapa Semiárido, Petrolina. p. 330- 340.

EMDAGRO. Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe. Disponível em <https://www.emdagro.se.gov.br/wp-content/uploads/2022/07/LAGARTO-Informacoes-Basicas-Municipal-abril-2022.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2024.

ENCINAS, J.; SILVA, G.; PINTO, J. **Idade e crescimento das árvores**. Brasília 2005.

FRITTS, H. C. **Tree rings and climate**. London: Academic Press, 1976. 100p.

FRITTS, H. C. Tree rings and climate. The Blackburn press, New Jersey. 1976. In: Devall, M. S.; Parresol, B. R.; Wright, S. J. Dendroecological analysis of *Cordia alliodora*, *Pseudobombax septenatum* and *Annona spraguei* in Central Panama. **AWA Journal**, vol. 16(4), p. 411-424. 1995.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

GONÇALVES, Gerardo Vidal. Dendrocronologia: princípios teóricos, problemas práticos e aplicabilidade. **Universidade de Évora**, 2007.

HIGUCHI, P.; SILVA, A. C. da; LIMA, B. L. da S.; HASSAN, V. O. C.; MENDOZA, T. M. Demografia e crescimento radial acumulado de uma espécie arbórea endêmica e ameaçada de extinção do Planalto Sul Catarinense. **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 34, n. 1, p. e73640, 2024. DOI: 10.5902/1980509873640. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/73640>. Acesso em: 15 jul. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 04 mar.2024.

IBGE, **mapas de biomas e vegetação**. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm> Acesso em: 27 jan. 2024

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

IPCC. MASSON-DELMOTTE, V. *et al.* Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2021. In press, doi:10.1017/9781009157896.

JANZEN, D. H. **Tropical dry forests, the mosts endangered major tropical ecosystem**. In: Wilson, E. O. (ed) Biodiversity. National Academy Press, Washington, D.C, 1988.

LEAL, I.; TABARELLI, M.; SILVA, J. **Ecologia e conservação da Caatinga**: 1.ed. Pernambuco: Editora: Universitária da UFPE, 2003.

LISI, C. S.; TOMAZELLO-FILHO, M.; BOTOSSO, P. C.; ROIG, F. A.; MARIA, V. R.; 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**, p. 29, v. 2, p. 189-207. 2008.

MACEDO, Thais Mendes. **O Clado *Pachira* (bombacoideae, malvaceae) no Sudeste do Brasil**. 2015. Tese (Mestrado) - Universidade de Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes, SP, 2015. Disponível em: Plataforma Sucupira (capes.gov.br). Acesso em: 13 out. 2023.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

MATTOS, P. P. de. et al. A dendrocronologia e o manejo florestal sustentável em florestas tropicais.; Colombo: Embrapa Florestas Corumbá: Embrapa Pantanal, 2011. 37 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 218); (Embrapa Pantanal. Documentos, 112).

NOGUEIRA, F.C. Estrutura e composição de uma vegetação riparia, relações dendrocronológicas e climáticas na Serra dos Macacos em Tobias Barreto, Sergipe-Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Sergipe – UFS, São Cristóvão-SE. 173. 2011.

Organização das Nações Unidas (ONU). *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.* [S.l.], 2015. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/pt/brasil>. Acesso em: 16 abr. 2024.

PALERMO, G. P. D. M; LATORRACA, J. V. D. F; ABREU, H. D. S. MÉTODOS E TÉCNICAS DE DIAGNOSE DE IDENTIFICAÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO DE ÁRVORES TROPICAIS. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 165-175, jan./2002. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=M%C3%89TODOS+E+T%C3%89CNICAS+DE+DIAGNOS+E+DE+IDENTIFICA%C3%87%C3%83O+DOS+AN%C3%89IS+DE+CRESCIMENTO+DE+%C3%89RVORES+TROPICAIS&btnG=. Acesso em: 4 nov. 2023.

SANTOS, E.F.N.; SOUSA, I.F. Análise estatística multivariada da precipitação do estado de Sergipe através dos fatores e agrupamentos. **Revista Brasileira de Climatologia**. v. 23. 2018.

SETTE, C. R. *et al.* CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DO TRONCO DAS ÁRVORES DE *Eucalyptus grandis* W. HILL. EX. MAIDEN E RELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E FERTILIZAÇÃO MINERAL. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 34, n. 6, p. 979-990, ago./2010.

SOUZA, M. P. D. (2018). Regeneração natural em área de caatinga manejada, no Município de Cuité, no Estado da Paraíba.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas e exóticas no Brasil, baseados em APG III. Ed. 3, Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2019.

TOMAZELLO, Mário; BOTOSSO, Paulo Cesar; LISI, Claudio Sergio. **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações:** Análise e aplicação dos anéis de crescimento das



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

árvores como indicadores ambientais: dendrocronologia e dendroclimatologia . 1. ed. São Paulo: EDUC, 2001. p. 117-171.

Tomazello Filho M, Roig FA, Pollito PAZ. 2009. Dendrocronología y dendrología tropical: marco histórico y experiencias exitosas en los países de America Latina. *Ecol. Bol.* 44(2): 73–82.

VASCONCELLOS, T.J. Dinâmica de crescimento radial de *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna em ambientes florestal e urbano no estado do Rio de Janeiro, Brasil: estrutura anatômica do câmbio e do lenho, dendrocronologia e dendroquímica. 2016.

WORBES, Martin. HOW TO MEASURE GROWTH DYNAMICS IN TROPICAL TREES A REVIEW. **IAWA Journal**, Germany, v. 16, n. 4, p. 337-351, jan./1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1163/22941932-90001424>. Acesso em: 15 fev. 2024.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

8. OUTRAS ATIVIDADES

- Apresentação de dois trabalhos na modalidade pôster na **V Conferência Brasileira de Restauração Ecológica**, com os respectivos títulos – Trabalho 1: “Análise do Crescimento em Diâmetro de *Pachira cearensis* (Ducke) Carv.-Sobr. no Semiárido de Sergipe: Implicações para Conservação e Restauração Florestal” e Trabalho 2 – “Análise do Crescimento em Diâmetro de *Handroanthus* sp. em uma área de transição (Caatinga-Mata Atlântica): Implicações para Conservação e Restauração Florestal”, durante os dias 08 a 12 de julho de 2024, nas cidades de Petrolina/PE e Juazeiro/BA;
- Apresentação de resumo voluntário na IX SEMAC - 33º Encontro de Iniciação Científica da UFS (33º EIC) com o título “**Estudo fenológico do fruto de *Cedrela odorata* L. (Meliaceae) em Sergipe, Brasil**”, em novembro de 2023;
- Participação como membro da equipe no Projeto Universal “Dendroecologia inferida por uma abordagem multiproxy de anéis de árvores nas florestas tropicais sazonalmente secas do Brasil”, desenvolvido pelo Laboratório de Anatomia Vegetal e Dendroecologia.
- Monitoria na IX SEMAC- Biologia em Foco: Exposição de coleções biológicas e práticas da pesquisa científica de 27 de novembro de 2023 a 01 de dezembro de 2023;
- Participação no curso “Espacialização dos dados pluviométricos por interpolação IDW: análise multitemporal das precipitações anuais do município de Aracaju (SE)”, em novembro de 2023;
- Exposição da coleção biológica da xiloteca do Laboratório de Anatomia Vegetal e Dendroecologia na IX SEMAC, em novembro de 2023;
- Participação no ciclo de palestras “Decifrando questões ambientais com isótopos estáveis”, em outubro de 2023;
- Participação no “II SIMPÓSIO DA PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO” nos dias 21 e 22 de novembro de 2023;



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

- Participação do encontro “ECOLOGIA EM AÇÃO - Forrageio em cupins: nas trilhas da seleção de recursos” em novembro de 2023;
- Participação no curso preparatório PRÉ-PIBIC, referente ao Edital N° 02/2023.