



## FENOLOGIA E CRESCIMENTO DE ÁRVORES *Cordia* sp. EM DIFERENTES PERÍODOS SAZONAIS E MICROAMBIENTES

### PHENOLOGY AND GROWTH OF *Cordia* sp TREES IN DIFFERENT SEASONAL PERIODS AND MICROENVIRONMENTS

Maria Rosália Nascimento da Costa<sup>1</sup>, Moisés Silveira Lobão<sup>1\*</sup>, Neila Cristina de Lima Fernandes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Anatomia da Madeira, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil.

\*Autor correspondente: moises.lobao@ufac.br

#### Resumo

Os estudos de fenologia e crescimento diamétrico das árvores servem para entender o processo de dormência do câmbio que formam os anéis de crescimento anuais das espécies florestais. Este projeto teve como objetivo verificar, por meio de observações fenológicas e leituras das cintas dendrométricas, o crescimento radial da espécie de *Cordia* sp. nos diferentes períodos sazonais climáticos em Rio Branco- Acre, visando sua aplicação em estudos dendrocronológicos. Foram instalados dendrômetros nas árvores para determinar o incremento do tronco e as diferentes fenofases por observações visuais mensais, sendo estes correlacionados com os dados climáticos da Estação Meteorológica de Rio Branco- Acre. As observações fenológicas e de crescimento radial comprovaram a influência da sazonalidade climática na dormência do câmbio das árvores, determinando a formação dos anéis de crescimento anuais nas espécies de *Cordia* sp. Comprovando que essa espécie pode ser utilizada na dendrocronologia.

**.Palavras-chaves:** Freijó, Cinta dendrométrica, Anéis de crescimento

#### Abstract

The studies of phenology and diametric growth of trees serve to understand the dormancy process of the cambium that form the annual growth rings of forest species. For this purpose, it is necessary to determine growth of the trunk and its relationship with climatic seasonality and its phenological cycles. This project aimed to verify the means of phenological observation, the radial growth of the *Cordia* sp. species in different climatic seasonal periods in Rio Branco - Acre, and its application in dendrochronological studies. The methodological procedures were installed dendrometers in the trees to determine the trunk increment and the different phenophases through the monthly measurements, being these results correlated with the climatic data of the Meteorological Station of Rio Branco - Acre. The results verified the influence of seasonality on trunk growth the different phenophases occurring during the year, in provence of dormancy and formation of ring annual that is related to climate change during the period of growth of the trees and in the different months of year. With this it was verified that the trees of the species of *Cordia* sp. can be used in the dendrochronology

**Keywords:** Freijó, Dendrometric tape, Tree rings



## INTRODUÇÃO

Os estudos de fenologia e de anatomia do lenho de árvores de significativo número de espécies tropicais indicam que a variação climática tem íntima relação com a formação e estrutura dos anéis de crescimento que as quais dependem da dormência e da ativação do câmbio em resposta às estações de crescimento das árvores [1]; [22]; [23]; [27].

Diversos fatores, dentre as quais podemos destacar a sazonalidade da precipitação e da temperatura, além do fotoperíodo, constitui efeito indutor da dormência e da ativação do meristema cambial no tronco das árvores tropicais [2]; [3]; [23].

Nos trópicos, até o final do século passado, acreditavam-se que muitas espécies de árvores apresentam crescimento contínuo, porém hoje verifica-se que muitas espécies tropicais perdem as folhas na estação seca, interrompendo o crescimento em diâmetro do seu tronco no período seco e com o reinício das chuvas acontece a brotação e formação de novas folhas, o que possibilita o reinício do seu ritmo de crescimento radial [4], [5].

De acordo com [6] vários métodos têm sido aplicados isoladamente ou em conjunto na determinação da sazonalidade do ritmo de crescimento radial de árvores de espécies tropicais e subtropicais, as quais podemos destacar: faixas dendrométricas, injúrias cambiais, datação por rádio carbono, dentre outros.

Os estudos fenológicos de árvores tropicais apesar de terem crescido nesses últimos anos, ainda são poucos, principalmente quando se trata da relação entre os ciclos fenológicos, a atividade de câmbio e a presença de anéis de crescimento, sendo este estudo comparativo uma interessante ferramenta para interpretar e relacioná-los com os fatores climáticos locais [7]; [4]; [8]; [3]; [9]

A escolha para esse estudo utilizando a *Cordia* sp. (Freijó) deve-se a sua variabilidade, quanto aos diferentes usos em sistemas silviculturais, podendo ser utilizado em plantios homogêneos, enriquecimento de áreas de vegetação natural (florestas exploradas ou capoeiras), áreas de conversão florestal ou sistemas agroflorestais [10], [11]; [12]; [13].

Pelo exposto, o presente trabalho teve como objetivo verificar as observações fenológicas e o crescimento radial de árvores do gênero *Cordia* sp. nos diferentes ambientes e períodos sazonais climáticos em Rio Branco - Acre, visando sua aplicação em estudos dendrocronológicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Parque Zoobotânico (PZ) localizado no campus-sede da Universidade Federal do Acre, a qual possui 100 ha de floresta secundária, em vários estágios de sucessão ecológica, com o dossel das árvores não superior a 10 m, persistindo árvores de espécies remanescentes da floresta; sendo submetida às atividades de extração vegetal, agricultura e pecuária [28].

A área de estudo abrangeu três áreas distintas: uma área aberta (A); um fragmento de floresta (B) e uma área de floresta secundária do Parque Zoobotânico – UFAC (C), conforme pode ser observado na Figura 1.



**Figura 1:** Mapa da área de estudo abrangendo: A) Área aberta; B) Fragmento; C) Floresta.

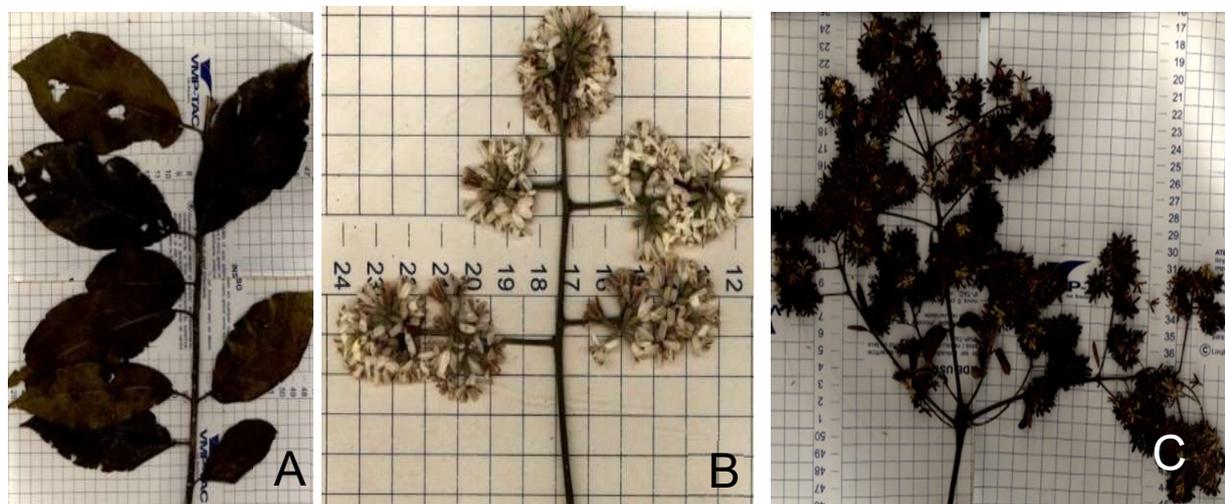
Na região Leste do Estado do Acre ocorrem duas estações climáticas distintas: uma seca e uma chuvosa. A estação seca inicia-se no mês de maio prolongando-se até outubro, sendo comuns as “friagens”, resultantes do avanço de frentes polares provocando queda de temperatura de até 10° C [24].

Utilizando-se a metodologia de [21], os dendrômetros (figura 2) foram instalados no tronco de 24 árvores de *Cordia* sp. com números diferentes nos três microambientes estudados (5 árvores na área aberta, 10 árvores na área de fragmento e 9 árvores na área de floresta).



**Figura 2:** Imagem da fita dendrométrica no tronco de *Cordia* sp.

A avaliação do incremento da circunferência do tronco foi mensal e relacionada com o incremento do tronco do mês anterior no período de julho de 2013, encerrando-se junho de 2016, nos três ambientes. Confeccionou-se exsicatas (figura 3) para observação da fenofase.



**Figura 3:** Imagem de exsicatas das diferentes fenofases de *Cordia* sp. (A – folhas normais, B – flores e C – frutos).

A fenofase foi registrada pela observação visual de botões florais e flores, frutos (novos, verdes e maduros), folhas na copa das árvores (figura 3), com uso de binóculo sempre que necessário. As observações fenológicas foram feitas seguindo metodologia de [14]. Os dados das fenofases foram analisados de acordo com método de [26], citado por [15], com o valor estimativo para as fenofases dados em percentagem, que posteriormente foram correlacionadas com a temperatura, precipitação e incremento em circunferência a altura do peito (CAP) do tronco.

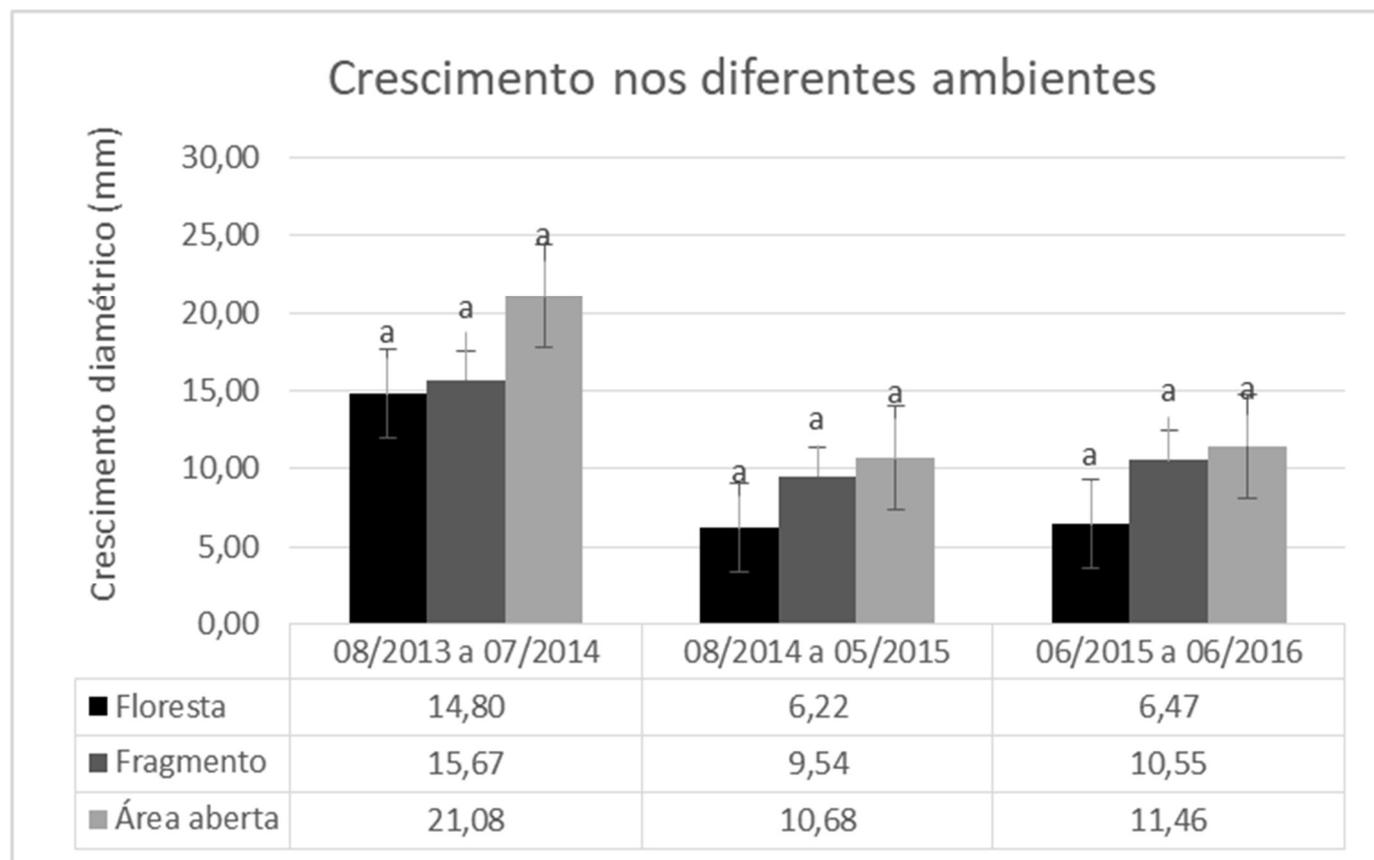
As análises estatísticas foram realizadas no programa Statistica 7.0, onde os dados climáticos da cidade de Rio Branco (temperatura mensal e precipitação acumulada mensal) foram correlacionadas com as observações fenológicas e os valores de incremento em CAP do tronco das árvores de *Cordia* sp. nos três microambientes que foram comparados através de análise de variância e teste de médias Tukey ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação dos incrementos em circunferência do tronco das árvores de *Cordia* sp. observadas pela leitura dos dendrômetros por um período de 3 anos, nos diferentes microambientes analisados, possibilitou verificar se há diferenças nos incrementos em CAP do conjunto das árvores analisadas em cada um desses ambientes, apresentando diferenças, porém não significativas pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ) entre os ambientes analisados (figura 4). [16] estudando árvores de *Cordia apurensis* com uso de dendrômetros verificou crescimento diamétrico anual de 6,7 (+/-3,5) mm, resultado semelhante das medidas verificadas nos dois últimos anos de medição de nosso estudo.

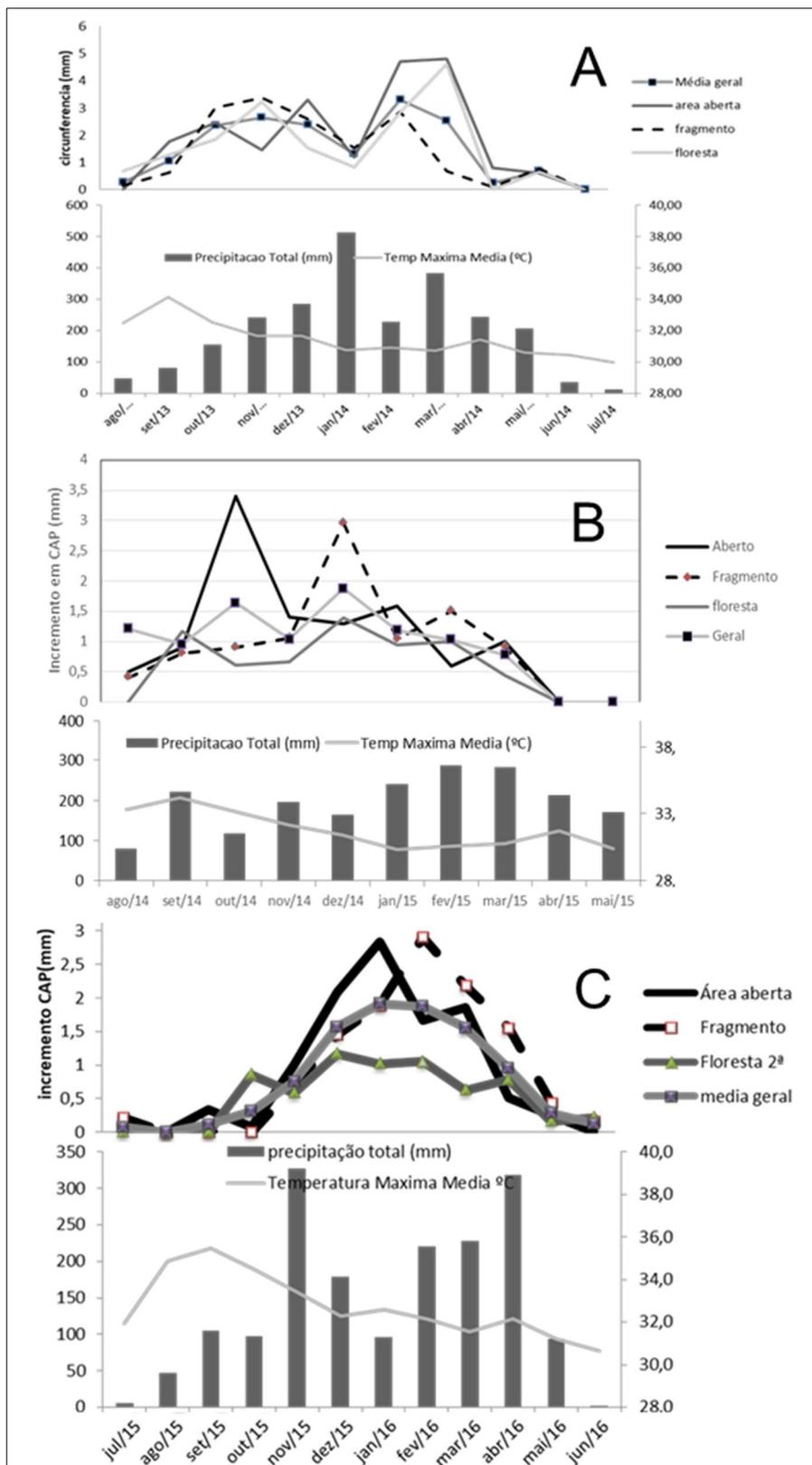
Segundo [10] e [25], algumas espécies comerciais, como *Cordia goeldiana*, se regeneram e crescem melhor em solo nu, recebendo radiação solar direta. Portanto, o maior crescimento em SAJ Basic Educ Tech Technol | Rio Branco | v. 9, n.1, p.217-228, jan-abr. (2022).

diâmetro das árvores, não significativo ( $p>0,05$ ), em área aberta e de fragmento de floresta, deve-se a uma menor disputa por luz e nutrientes nesses ambientes que no ambiente de áreas de floresta secundária.

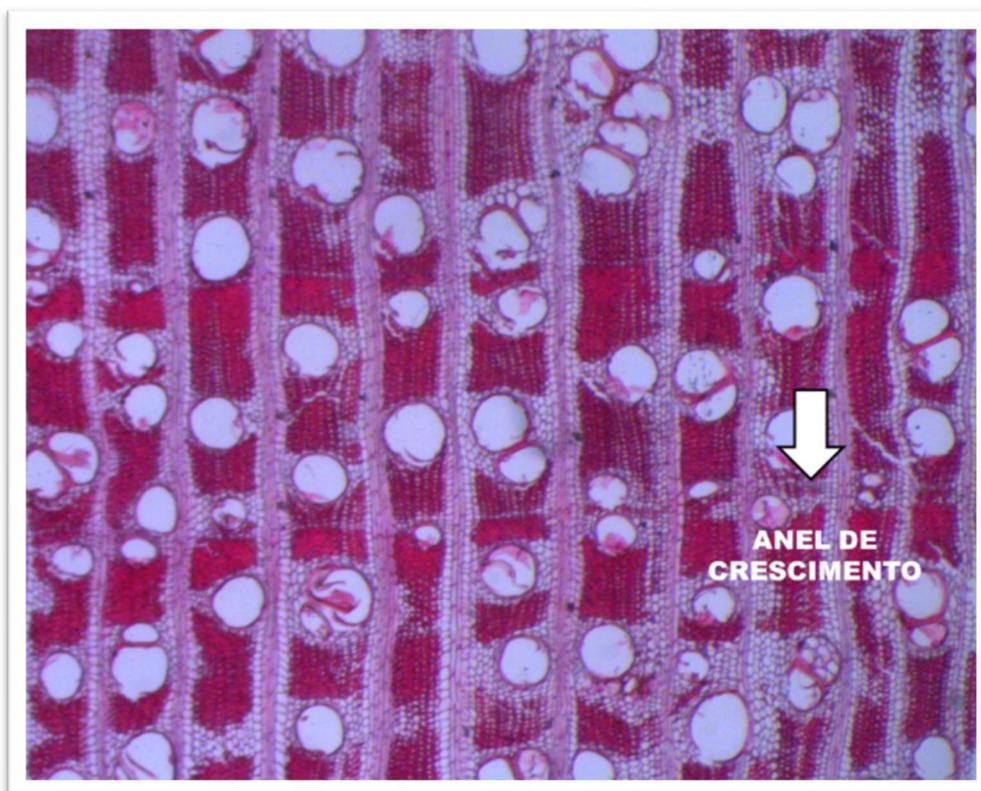


**Figura 4:** Valores médios do incremento acumulado em circunferência na altura do peito (mm) nos três microambientes estudados e teste de comparação de médias nos três períodos de ano analisados. Letras iguais mostram que não houve diferença significativa no teste de comparação de médias Tukey ( $p>0,05$ ).

Foi observado nos três períodos analisados, que o início de crescimento diâ métrico coincidiu com o início do período chuvoso e sua interrupção com o início do período seco (figura 5). Tal observação é corroborada por [17]; [16] que verificaram este comportamento nas árvores de Freijó e ainda relataram que apresentou um período de repouso vegetativo de dois meses, aproximadamente, na estação seca, e que esta periodicidade de crescimento coincidiu com paralisação das atividades cambiais, formando anéis anuais de crescimento nessa espécie (figura 6). Já [18] verificaram um padrão inverso de crescimento em árvores de *Cordia* sp. pelo fato de se encontrarem em florestas de várzea amazônica, onde o crescimento cambial dessas árvores sofre maior influência dos períodos de inundação que do índice de precipitação.



**Figura 5:** Incremento acumulado em CAP do tronco das árvores de *Cordia* sp. e a precipitação acumulada mensal e temperatura média máxima mensal na região de Rio Branco-AC, nos períodos A (agosto de 2013 à julho de 2014); B (agosto de 2014 à maio de 2015) e C (julho de 2015 à junho de 2016).



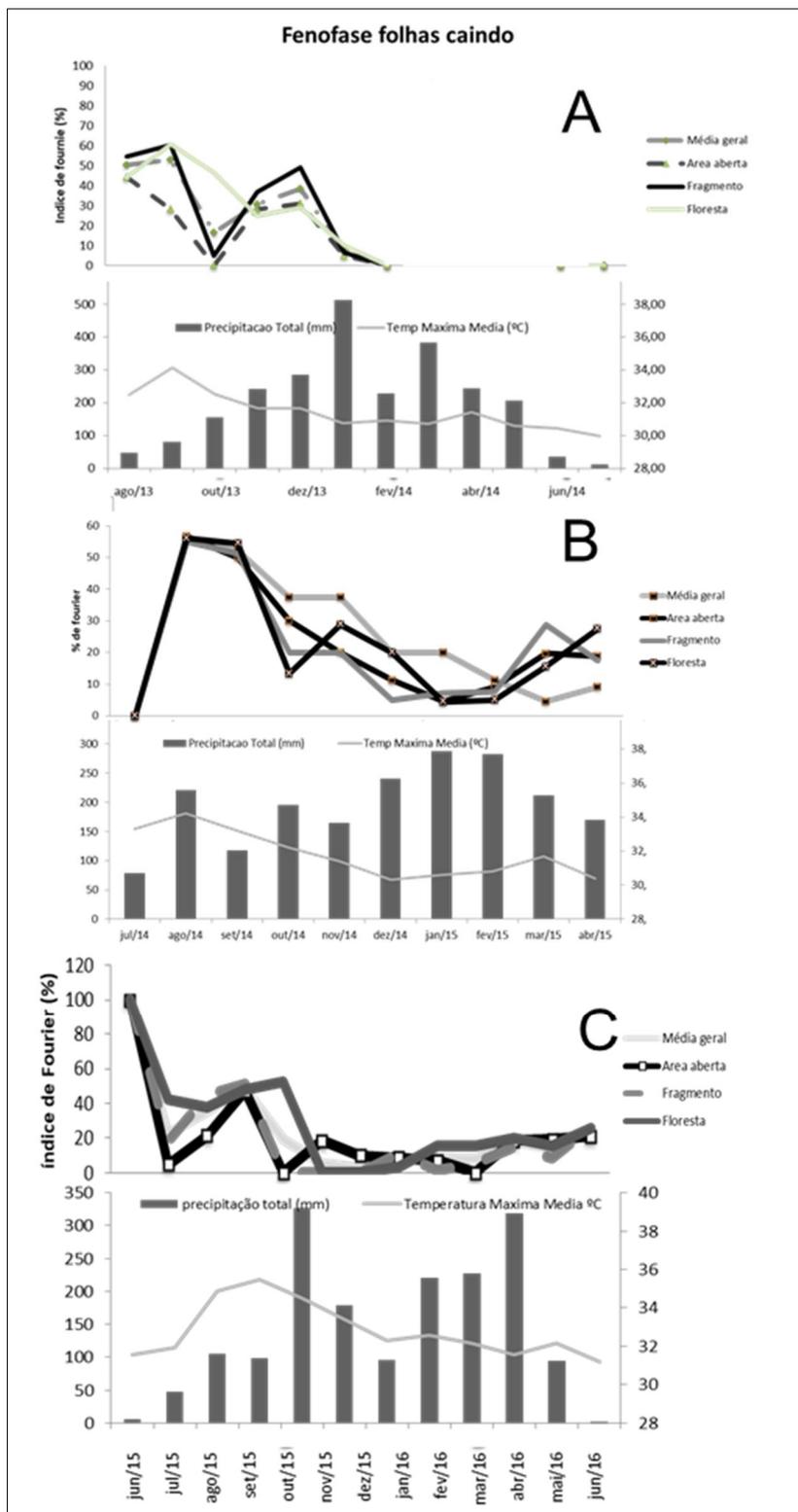
**Figura 6:** Imagem microscópica no sentido transversal do lenho da espécie *Cordia* sp. mostrando a delimitação do anel de crescimento anual.

A avaliação contínua da fenofase foliar das árvores de *Cordia* sp. pela observação visual no período de três anos, possibilitou a determinação do índice de Fournier de queda foliar e da brotação de folhas novas, como resposta da atividade cambial, e o efeito dos fatores climáticos e de crescimento dessas árvores (Figuras 7 e 8).

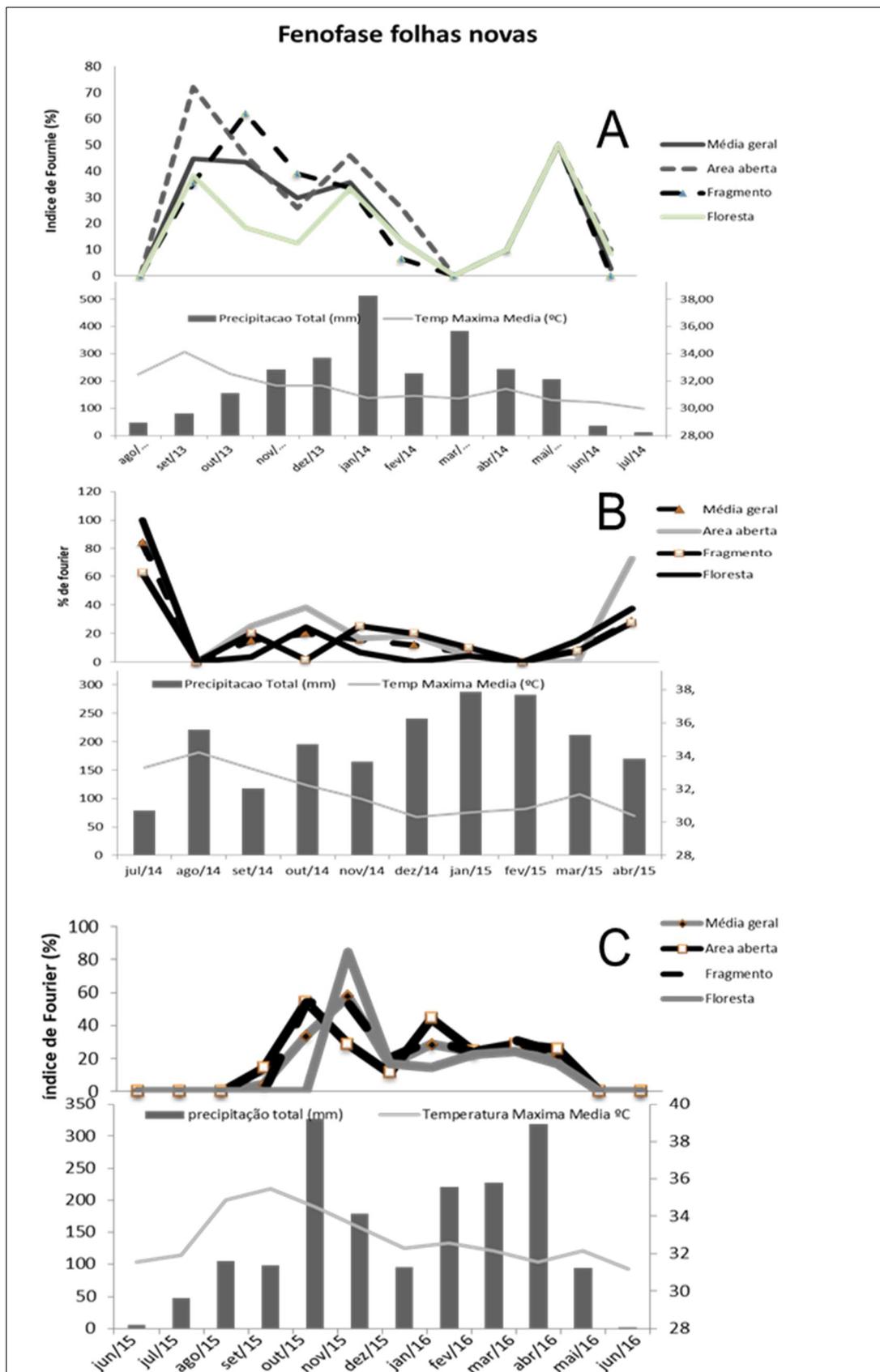
Em todos os períodos analisados verificou-se uma alta intensidade de queda foliar nos meses que correspondem ao período seco ou de transição, em todos os ambientes estudados, passando-se a uma queda gradual de folhas nas árvores de *Cordia* sp. nos meses equivalente ao período chuvoso, aumentando essa intensidade de queda foliar nos meses de transição entre período chuvoso e seco (Figura 7).

Já em relação ao desenvolvimento das folhas novas no período de julho de 2014 a abril de 2015, essa brotação teve seu pico no início do período chuvoso com diminuição gradual da brotação de folhas até o fim desse período, voltando a ter um pico da brotação das folhas novas no período de transição entre clima chuvoso e seco, nos dois primeiros anos analisados (figura 8).

Segundo [7], em regiões com estações de secas curtas com precipitação mensal > 60 mm, as investigações dendrocronológicas precisam comprovar a periodicidade de crescimento das espécies semidecíduas como no caso das árvores de *Cordia* sp., sendo necessário utilizar diferentes métodos combinados para verificar essa periodicidade de crescimento anual, por isso a utilização dos dendrômetros e das fenofases das árvores de *Cordia* sp. se fez necessário.



**Figura 7:** Correlações da fenofase da queda foliar com a precipitação acumulada mensal e temperatura média máxima mensal na região de Rio Branco-AC, nos períodos A (agosto de 2013 à julho de 2014); B (agosto de 2014 à maio de 2015) e C (julho de 2015 à junho de 2016).



**Figura 8:** Correlações da fenofase de brotação foliar com a precipitação acumulada mensal e temperatura média máxima mensal na região de Rio Branco-AC, nos períodos A (agosto de 2013 a julho de 2014); B (agosto de 2014 à maio de 2015) e C (julho de 2015 à junho de 2016).



[19] e [7] observaram o mesmo comportamento na fenofase foliar das árvores de *Cordia* sp., como verificado nesse trabalho, ou seja, nos três anos analisados houve troca parcial de folhas durante todo ano, sendo por isso essa espécie considerada semidecídua, tendo queda quase total das folhas no período mais seco do ano, entre junho e setembro, sendo que o período que ela permanece sem folhas é relativamente curto, cerca de uma semana, quando então, são emitidas novas folhas.

Segundo [7],[16]o crescimento de *C. alliodora* está associado às condições da estação chuvosa, a queda de folhas, a floração e a frutificação estão relacionadas às condições da estação seca. [16] observaram que a insolação, a temperatura máxima e a amplitude térmica foram os fatores mais importantes na determinação da época de crescimento e de repouso vegetativo de *Cordia* sp.

Frente a isso devemos considerar que a espécie *Cordia* sp. pode ser utilizada para estudos de Dendrocronologia nas áreas dos trópicos podendo abranger amplas aplicações na estimativa do incremento de madeira e da análise do desenvolvimento dinâmico das florestas tropicais ([20]; [7]; [8]).

## CONCLUSÃO

Os resultados permitem concluir que: i) as observações das fenofases das árvores da espécie *Cordia* sp. indicaram a influência exercida pela sazonalidade climática na dormência cambial, com paralisação do crescimento radial dos troncos das árvores de *Cordia* sp. ii) A paralisação do crescimento radial induziu a formação do anel de crescimento anual no lenho das árvores analisadas, influenciada pela fenofase e pelas variáveis climáticas de chuva e seca durante o período anual de crescimento das árvores estudadas; iii) Apesar de haver variação do crescimento diamétrico entre os três ambientes essa não mostrou ser significativa pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ) e iv) Comprovou-se que a espécie de *Cordia* sp. tem potencial para ser utilizada em sistemas de manejo florestal sustentáveis, utilizando-se técnicas da dendrocronologia.

## REFERÊNCIAS

- [1] HEINRICH, I.; BANKS, J. C. G. Variation in phenology, growth, and wood anatomy of *Toona sinensis* and *Toona ciliata* in relation to different environmental conditions. **International Journal of Plant Sciences**, v. 167, n. 4, p. 831–841, 2006.
- [2] JACOBY, G. **Overview of tree-ring analysis in tropical regions**. Utrecht, IAWA Bulletin, Leiden, v. 10, n. 2, p. 99-108, 1989.
- [3] DÜNISCH, O. ;MONTÓIA, V.R. EBAUCH, J. **Dendroecological investigations on *Swietenia macrophylla* King and *Cedrela odorata* L. (Meliaceae) in the central Amazon –Trees**. Santa Monica, v. 17, p.244–250, 2003.



- [4] TOMAZELLO FILHO, M.; BOTOSSO, P. C.; LISI, S. C. **Potencialidade da família Meliaceae para dendrocronologia em regiões tropicais e subtropicais.** In: ROIG, F.A.(Ed.) Dendrocronologia em América Latina. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo, p.381 – 431. 2000.
- [5] TOMAZELLO FILHO, M.; BOTOSSO, P. C.; LISI, C. S. Análise e aplicação dos anéis de crescimento das árvores como indicadores ambientais: dendrocronologia e dendroclimatologia. In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARELLA, W. (Org.). **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações.** São Paulo: EDUC. p. 117-143. 2001.
- [6] LOBÃO, M. **Dendrocronologia, fenologia, atividade cambial e qualidade do lenho de árvores de Cedrela odorata L., Cedrela fissilis Vell. e Schizolobium parahyba var. Amazonicum Hub. Ex ducke, no estado do Acre,** Brasil. 2011. 216 f. Teses (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- [7] WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees: a review. **IAWA Journal, Utrecht,** n. 16, p. 337-351, 1995.
- [8] ROIG, F. A. **Dendrocronología em los bosques del neotrópico: revision y prospección futura.** In: ROIG, F. A. (Ed). Dendrocronología em América Latina. Mendonza: EDIUNC, p. 381-431. 2000.
- [9] OLIVEIRA, J.M.; SANTAROSA, E.; ROIG, F.A.E.; VALÉRIO, D.E.P. Amostragem temporal de anéis de crescimento: uma alternativa para determinar ritmo de atividade cambial. **Revista Brasileira de Biociências,** Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 615-617, jul. 2007.
- [10] YARED, J. G. A. **Silvicultura de algumas espécies nativas da Amazônia.** In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6. Campos do Jordão, SP. v.1, p.119- 122. 1990.
- [11] YARED, J.A.G.; FERREIRA, M.; KAGEYAMA, P. Y.; QUEI, W. T. COMPARAÇÃO ENTRE OS CRESCIMENTOS DE *Cordia Alliodora* e *C. Goeldiana*. NO PLANALTO DO TAPAJÓS, BELTERRA, PA. Simpósio do Trópico Úmido, 1. Anais. 6v. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 3) Belém, EMBRAPA-CPATU, 1986.
- [12] CARPANEZZI, A. A; YARED, J. A. G. **Regeneração artificial de freijó (*Cordia goeldiann* Huber), Belém,** EMBRAPA-CPATU, 21 p. ilustr. (EMBRAPA-CPATU. Circular Técnica, 39). 1983.
- [13] CARPANEZZI, A. A.; KANASHIRO, M. **Informações sobre a ecologia de freijó-cinza (*Cordia goeldiana*) Huber.** Belém, EMBRAPA/CPATU. 13p. (EMBRAPA/CPATU, Documentos, 14). 1982.
- [14] SANTOS, D.L.; TAKAKI, M. Fenologia de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) na região rural de Itirapina, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasílica,** Porto Alegre, v. 19, p.625-632, 2005
- [15] BENCKE, C.S.C.; MORELLATO, L.P.C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica,** Porto Alegre, v. 25, n. 3, p. 269-276, 2002.
- [16] WORBES, M. Annual growth rings, rainfall-dependent growth and long-term growth patterns of tropical trees from the Caparo Forest Reserve in Venezuela. **Journal of Ecology** 87: 391-403.1999.
- [17] MONTAGNER, L.H; YARED, J.A.G. **Aspectos da fenologia de *Cordia goeldiana* Huber e suas relações com alguns parâmetros climáticos** EMBRAPA-CPATU, Belem, PA. 1983. 18p.



- [18] SCHÖNGART, J. PIEDADE, M.T.F.; LUDWIGSHAUSEN, S., HORNA, V.; WORBES M. Phenology and Stem-Growth Periodicity of Tree Species in Amazonian Floodplain Forests. **Journal of Tropical Ecology**. Vol. 18, No. 4 (Jul., 2002), pp. 581-597 (17p.)
- [19] TOMLINSON, P. B. & LONGMAN, K.A. **Growth phenology of tropical trees in relation to cambial activity**. In: YALE UNIVERSITY. School of Forestry and Environmental Studies. Age and growth rate of tropical trees; new directions for research. New Haven. 1981. p. 1-19 (Yale University School of Forestry and Environmental Studies. Bulletin, 94).
- [20] BUCKLEY, B.M.; BARBETTI, M; WATANASAK. M; DARRIGO, R; BOONCHIRDCHOO, S; SARUTANON, S. Dendrochronological investigations in Thailand. **IAWA Journal** 16: 393-409. 1995.
- [21] BOTOSSO, P.C.; TOMAZELLO FILHO, O. Aplicação de faixas dendrométricas na dendrocronologia: avaliação da taxa e do ritmo de crescimento do tronco de árvores tropicais e subtropicais. In. MAIA, N.B.; MARTOS, H.L.; BARELLA, W. (Ed.). **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. São Paulo: EDUCp.145-171, 2001.
- [22] ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian Species. 1. Growth rings and vessels. **IAWA Journal**, Leiden, v.21, n. 1, p. 3-30, 2000.
- [23] BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo, Nobel. 154p,
- [24] ACRE. Governo do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre, Fase II**. (Escala 1:250.000): Documento Síntese. 2. Ed. Rio Branco: SEMA, 2010. 356p.
- [25] BRIENZA JUNIOR, S. **Cordia goeldiana Huber (freijó) em sistema "taungya" na Região do Tapajós - Estado do Pará**. Belém. EMBRAPA-CPATU, 1982.
- [26] FOURNIER, L.A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba** 24: 422-423. 1974.
- [27] MARCATI, C.R. **Sazonalidade cambial em espécies tropicais. 2000**. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo. 147 p. 2000.
- [28] MENESES-FILHO, L.C. L; FERRAZ, P. A.; PINHA, J. F. M.; FERREIRA, L.A.; BRILHANTE, N.A., **Comportamento de 24 espécies arbóreas tropicais madeireiras introduzidas no Parque Zoobotânico Rio Branco-Acre**. Rio Branco. Universidade Federal do Acre, 1995, v.1. p. 77-81