

ANÁLISES DE ANÉIS DE CRESCIMENTO DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS EM FLORESTAS ALAGÁVEIS DO IGAPÓ DE ÁGUA-PRETA DA AMAZÔNIA CENTRAL

Galileu da Silva PIRES¹; Eliane Silva BATISTA², Jochen SCHÖNGART³

¹Bolsista PIBIC/CNPq-INPA; ²Co-orientador PPG CLIAMB/INPA; ³Orientador CDAM/INPA

1. Introdução

As áreas alagáveis ao longo de grandes rios na Amazônia ocupam cerca de 10% (600.000 km²) do bioma amazônico, incluindo diversos países da América do Sul, como Brasil, Peru, Bolívia, Colômbia, entre outros (Junk *et al.* 2011). As florestas alagáveis permanecem inundadas até 270 dias em média por ano, conforme a altura do relevo (Junk 1989). Um dos tipos mais representativos na Amazônia são as vegetações periodicamente inundadas por rios de água preta ou clara denominados de igapós com uma extensão de cerca 200.000 km² (Junk *et al.* 2011). As águas do igapó são escuras, possuem pH ácido e são pobres em nutrientes, porém, ricas em substâncias húmicas dissolvidas (Junk *et al.* 2011). As áreas alagáveis são zonas de transição terrestre-aquática, por alternarem anualmente entre uma fase aquática e uma fase terrestre, constituindo-se em ambientes de extrema importância na produtividade do ecossistema fluvial (Junk *et al.* 2011). Durante a fase aquática, condições anaeróbicas do solo levam à redução na respiração das raízes e na captação de água e nutrientes (Worbes 1997). Adicionalmente, o câmbio entra em dormência, resultando na formação de anéis anuais (Schöngart *et al.* 2002). As florestas alagáveis são importantes para a conservação do ecossistema amazônico, representam importante fonte e sumidouro para o ciclo biogeoquímico e habitats para uma flora e uma fauna parcialmente endêmica (Junk *et al.* 2011). As florestas de igapó são consideradas pouco produtivas uma vez que crescem sobre solos com baixos estoques de nutrientes e baixo potencial fértil (Schöngart 2010). Desta forma, do ponto de vista econômico, não são ambientes favoráveis à agricultura (Junk *et al.* 2011). Assim, a extração seletiva de madeira pode comprometer a conservação desses ecossistemas em função do lento crescimento das espécies arbóreas (da Fonseca *et al.* 2009; Schöngart *et al.* 2005; Scabin *et al.* 2012). O presente estudo tem como objetivo determinar taxas de incremento em diâmetro e idades das espécies arbustivas *Coccoloba cf. ovata* (Polygonaceae), *Eugenia inundata* (Myrtaceae), *Symmeria paniculata* (Polygonaceae) (Médio Rio Negro) e *Simaba guianense* (Simaroubaceae) de florestas de igapós do Rio Uatumã. Estas comunidades arbustivas crescem nas topografias baixas de florestas de igapó em solos arenosos expostos à uma inundação de mais da média de 260 dias ano⁻¹ (Worbes 1997), porém, não existem dados sobre a ecologia destas espécies.

2. Material e Métodos

Foram coletadas 20 indivíduos das espécies *Coccoloba*, *Eugenia* e *Symmeria* de cada espécie na região da comunidade do Cavoeiro em dezembro de 2004 (coordenadas: 01°22' S e 61°58' O). Da *Simaba* foram coletadas 20 amostras de madeira na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Uatumã – RDSU (coordenadas: 02°15'03" S e 59°00'21" O) no Rio Uatumã depois da barragem da usina hidrelétrica (UHE) Balbina. De todos os indivíduos o diâmetro da base do caule foi medido. Depois os discos foram obtidos na base do caule, com um corte transversal. As amostras foram polidas com lixas em uma sequência progressiva até uma granulação de 600. A análise macroscópica da estrutura dos anéis de crescimento foi feita a partir de fotografias utilizando-se uma máquina digital. A descrição da anatomia da madeira dos anéis de crescimento foi feita com base os padrões descritos por Worbes (2002): (1) variações na densidade da madeira, (2) faixas de parênquima marginal, (3) alternância de faixas de fibras e parênquima e (4) variações na densidade dos vasos. A estimativa da idade foi feita através da contagem direta dos anéis anuais e as taxas de incremento radial foram geradas por medição da espessura dos anéis ao longo de três raios em cada indivíduo com o sistema de análise digital com precisão de 0,01 mm (LINTAB) juntamente com o software (TSAP-Win = *Time Series Analyses and Presentation*), específico para análises de sequências temporais. As curvas de incremento corrente dos três raios foram visualmente comparadas para eliminar a presença de anéis falsos. Depois da sincronização das curvas de três raios foi calculada uma curva média. Os incrementos correntes da curva média foram somados para construir uma curva cumulativa do diâmetro para cada indivíduo das quatro espécies. As curvas de crescimento cumulativo em diâmetro foram ajustadas com o diâmetro medido no campo. A relação entre idade e diâmetro de cada espécie arbustiva foi analisada por um modelo de regressão não linear (sigmoidal) para descrever o crescimento cumulativo e derivado desse modelo os incrementos anuais correntes e médios (Schöngart 2010). As análises dendrocronológicas foram realizadas no Laboratório de Dendroecologia da cooperação científica entre o INPA e o Instituto Max Planck de Química (MPIC), Mainz, Alemanha.

3. Resultados e Discussão

As quatro espécies apresentaram anéis de crescimento distintos (Figuras 1a-d). A análise da anatomia macroscópica da madeira indicou que anéis anuais de *C. cf. ovata*, *E. inundata* e *S. guianense* apresentaram anéis de crescimento definidos por variação na densidade da madeira. O lenho tardio (alta densidade) apresentou células pequenas com paredes espessadas, diferindo do lenho inicial (baixa densidade), com células grandes e paredes de espessura mais fina, permitindo uma perfeita delimitação dos anéis anuais. *S. paniculata* tem anéis de crescimento definidos por faixas de parênquima marginal. Falsos anéis de crescimento foram encontrados nas quatro espécies.

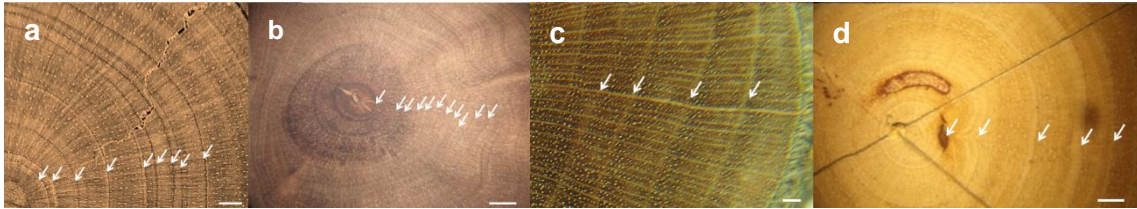


Figura 1. Anéis de crescimento de espécies arbustivas de florestas alagáveis de igapó da Amazônia Central: (a) *Coccoloba cf. ovata* (Polygonaceae), (b) *Eugenia inundata* (Myrtaceae), (c) *Symmeria paniculata* (Polygonaceae), (d) *Simaba guianense* (Simaroubaceae). Setas indicam os limites dos anéis de crescimento, as barras horizontais correspondem a largura de 1 mm.

Todas as quatro espécies arbustivas apresentaram correlações significativas ($p < 0,01$) relacionando idade e diâmetro através de curvas de crescimento cumulativo para as mesmas (Figura 2). Em relação com as outras espécies arbustivas *E. inundata* mostrou um crescimento mais lento e atingiu idades mais altas de até 34 anos. Baseadas nas correlações significativas foram produzidos modelos de crescimento em diâmetro e derivados as taxas anuais de incremento corrente e médio (Figura 3).

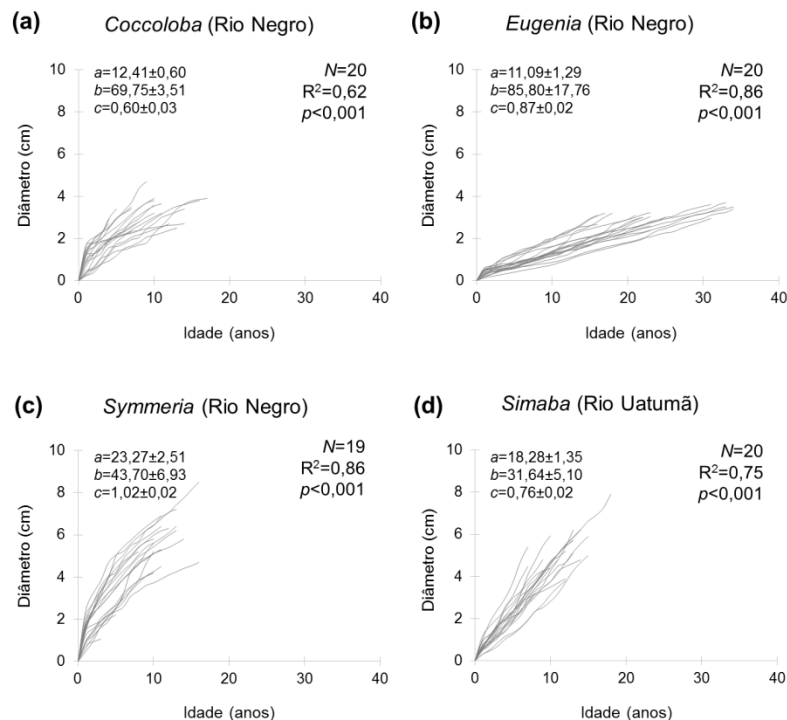


Figura 2. Relações significativas entre idade e crescimento em diâmetro das quatro espécies arbustivas. Cada linha em cinza representa o crescimento individual em diâmetro para cada espécie. Os valores dos parâmetros a , b , e c indicam a média e o erro padrão do modelo sigmoidal de regressão: $\text{diâmetro} = \frac{a}{(1+b/\text{idade})^c}$.

As quatro espécies estudadas atingiram as maiores taxas de incremento diamétrico corrente e médio logo no início do crescimento diamétrico. Com aumento da idade diminuíram as taxas de incremento corrente e médio. As maiores taxas de incremento em diâmetro foram atingidas por *Simaba* (Rio Uatumã), seguido por *Coccoloba*, *Symmeria* e *Eugenia* (Figuras 3a-d).

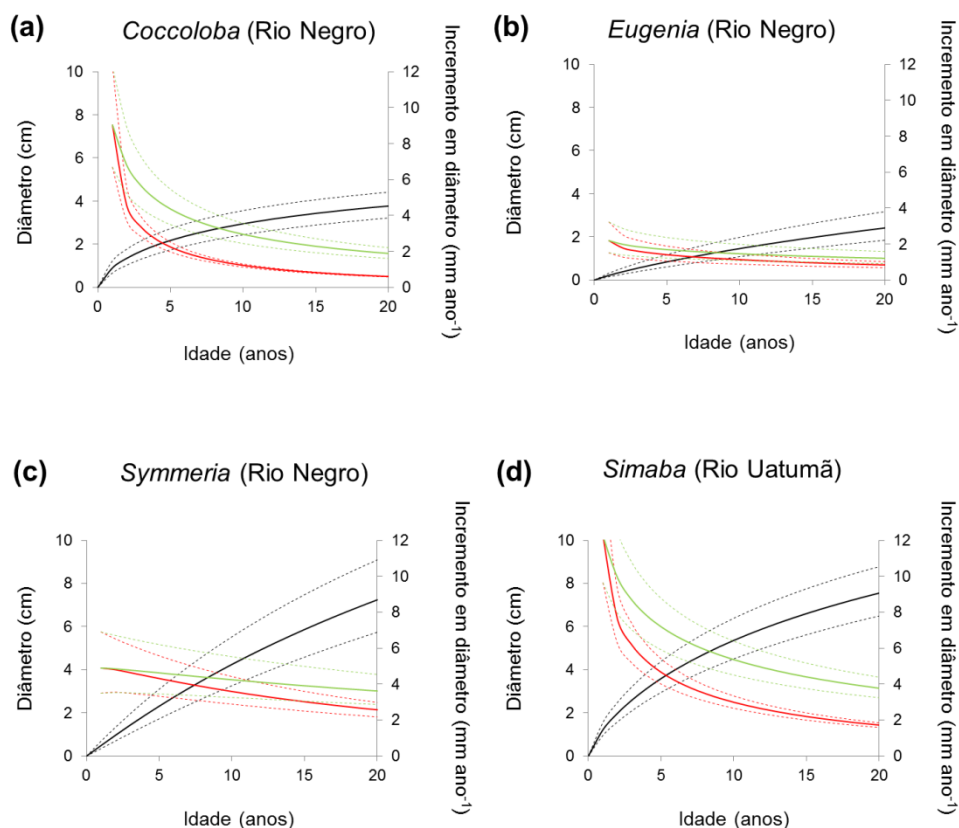


Figura 3. Modelo de crescimento em diâmetro. O crescimento cumulativo em diâmetro é representado pela linha negra, o incremento diâmetro corrente pela linha vermelha e incremento diâmetro médio anual pela linha verde clara.

As comunidades arbustivas são importantes pela proteção das margens dos rios contra erosão. No período 1971-75 houve inundações severas com níveis d'água máximas e mínimas altas associadas com fenômenos de La Niña no Pacífico Equatorial (Schöngart e Junk 2007) que resultaram em inundações durante alguns anos consecutivos causando uma alta mortalidade de espécies arbustivas que se estabelecem nas baixas topografias no igapó (Piedade *et al.* 2013). As idades destas espécies arbustivas indicam que os arbustos na região do Médio Rio Negro se estabeleceram depois deste distúrbio de grande escala. No Rio Uatumã houve uma mudança do ciclo hidrológico depois da implementação da barragem da UHE Balbina no final da década 1980. As *Simabas* se estabeleceram depois da UHE Balbina que causou um grande distúrbio nas baixas topografias do igapó do Rio Uatumã depois da barragem associado com uma alta mortalidade de arbustos e árvores que colonizam estes habitats (Schöngart, com. pess.).

4. Conclusão

As quatro espécies estudadas apresentam diferenças nas taxas de crescimento arbóreo. Os resultados indicam que as comunidades arbustivas em florestas de igapó se estabeleceram de distúrbios naturais causados por inundações prorrogadas (Médio Rio Negro) e distúrbios antropogênicos causadas pela UHE Balbina (Rio Uatumã). A dendrocronologia se mostrou uma ferramenta bastante útil na aplicação de modelos de crescimento arbustivo em diâmetro. Contudo, maiores estudos para compreensão da estrutura das populações, crescimento e interações ambientais das espécies de áreas alagáveis de florestas de igapós devem ser realizados.

5. Referências Bibliográficas

- Da Fonseca-Junior, S.F.; Piedade, M.T.F.; Schöngart, J. 2009. Wood growth of *Tabebuia barbata* (E. Mey.) Sandwith (Bignoniaceae) and *Vatairea guianensis* Aubl. (Fabaceae) in central Amazonian black-water (igapó) and white-water (várzea) floodplain forest. *Trees - Structure and Function*, 23: 127-134.
- Junk, W.J. 1989. Flood tolerance and tree distribution in Central Amazonian floodplains. In: Nielsen, L.B., Nielsen, I.C., Baisley, H. (Eds). *Tropical Forests: botanical dynamics, speciation and diversity*. Academic Press, New York. p. 47-64.
- Junk, W.J.; Piedade, M.T.F.; Schöngart, J.; Cohn-Haft, M.; Adeney, M.; Wittmann, F. 2011. A classification of major Amazonian wetlands. *Wetlands*, 31(4): 623-640.
- Piedade, M.T.F.; Schöngart, J.; Wittmann, F.; Parolin, P.; Junk, W.J. 2013. Impactos ecológicos da inundação e seca a vegetação das áreas alagáveis amazônicas [Ecological impacts of floods and droughts for the vegetation of Amazonian floodplains]. In: Nobre, C.A., Borma, L.S. (Eds). *Eventos climáticos extremos na Amazônia: causas e consequências*. Oficina de Textos, São Paulo p. 409-461.
- Scabin, A.; Costa, F.; Schöngart, J. 2012. The spatial distribution of illegal logging in the Anavilhanas Archipelago (Central Amazonia) and logging impacts on the primary timber species. *Environmental Conservation*, 39(1): 111-121.
- Schöngart, J. 2010. Growth-Oriented Logging (GOL): The Use of Species-Specific Growth Information for Forest Management in Central Amazonian Floodplains. In: Junk, W.J., Piedade, M.T.F.; Wittmann, F.; Schöngart, J.; Parolin, P. (Eds). *Amazonian Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management*. *Ecological Studies* 210, 1. ed., Dordrecht, Heidelberg, London: Springer, p. 437-462.
- Schöngart, J.; Junk, W.J. 2007. Forecasting the flood-pulse in Central Amazonia by ENSO-indices. *Journal of Hydrology*, 335: 124-132.
- Schöngart, J.; Piedade, M.T.F.; Ludwigshausen, S.; Horna, V.; Worbes, M. 2002. Phenology and stem-growth periodicity of tree species in Amazonian floodplain forests. *Journal of Tropical Ecology*, 18: 581-597.
- Worbes, M. 1997. The forest ecosystem of the floodplains. In: Junk WJ (Eds). *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsating System*. *Ecological Studies*, Vol. 126. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York. 223-265.
- Worbes, M. 2002. One hundred years of tree ring research in the tropics - a brief history and an outlook to future challenges. *Dendrochronologia*, 20(1-2): 217-231.