



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
IG/ IB/ IQ/ FACE-ECO/ CDS
CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

O segredo das *Cecropias*: testando um método para estimar idade de um
fragmento florestal secundário no Cerrado

ICARO SOUSA ABREU

BRASÍLIA - DF
OUTUBRO DE 2021



O segredo das *Cecropias*: testando um método para estimar idade de um fragmento florestal secundário no Cerrado

Icaro Sousa Abreu

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção de grau de bacharel em Ciências Ambientais, sob orientação da professora Dra. Sílvia Laine Borges.

Orientador: Dra. Sílvia Laine Borges

Coorientador: Dra. Isabel Belloni Schmidt

BRASÍLIA - DF
OUTUBRO DE 2021

O segredo das *Cecropias*: testando um método para estimar idade de um fragmento florestal secundário no Cerrado

Icaro Sousa Abreu

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção de grau de bacharel em Ciências Ambientais, sob orientação da professora Sílvia Laine Borges.

Aprovado em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Sílvia Laine Borges Lúcio

Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS)

Laura Angélica Ferreira Darnet

Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS)

Cássia Beatriz Rodrigues Munhoz

Instituto de Ciências Biológicas (IB)

SA162os Sousa Abreu, Icaro
O segredo das Cecropias: testando um método para
estimar idade de um fragmento florestal secundário no
Cerrado / Icaro Sousa Abreu; orientador Sílvia Laine
Borges; co-orientador Isabel Belloni Schmidt. -- Brasília,
2021.
34 p.

Monografia (Graduação - Ciências Ambientais) --
Universidade de Brasília, 2021.

1. Cecropia Pachystachya. 2. Floresta Secundária. 3.
Agricultura de Corte e Queima. 4. Cerrado. 5. Morfologia
Vegetal. I. Laine Borges, Sílvia , orient. II. Belloni
Schmidt, Isabel , co-orient. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade de Brasília (UnB) em especial o Curso de Ciências Ambientais pelo ensino de qualidade, pelos professores incríveis e pela vida universitária proporcionada. Ao Núcleo de Estudos em Agroecologia (NEA-UnB) por toda a formação acadêmica, extensão e vivência junto aos assentamentos da reforma agrária e camponeses bem como a equipe que criou o núcleo e veio desenvolvendo-o ao longo dos anos, são tantas pessoas do núcleo que se fosse citar não caberia aqui, agradeço de coração por toda a trajetória em conjunto vivida. Ao Centro Acadêmico de Ciências Ambientais (CAAMB) pela formação político-estudantil ambientalista junto ao Quintal agroflorestal do Grupo Ambiental de Interface Agroflorestal (GAIA) e que mesmo após dezenas de ameaças segue firme e forte. A empresa júnior O2 que me abriu para um maior entendimento acerca do empreendedorismo. Ao Núcleo de Estudos da Amazônia (NEAZ) no qual tive a oportunidade de conhecer diversos povos e comunidades tradicionais da Amazônia e observar muita militância agrária. Em especial ao Laboratório de Ecologia Vegetal (ECOVEG) no qual me proporcionou a oportunidade maravilhosa de fazer diversos campos e confraternizar com pessoas muitas legais em especial Sílvia Borges, Ludivine, Ana Carla, Samuel, Gustavo e a professora Isabel Schimdt que embora sem acompanhar de perto a proposta de pesquisa que desembocou no meu trabalho de conclusão de curso, acreditou na ideia e me proporcionou minha primeira bolsa! A primeira bolsa a gente nunca esquece. A todas as bolsas fornecidas pela UnB sem elas não teria tido como me manter no curso, essas bolsas me deram uma base material que me sustentaram durante muito anos e sou imensamente grato! Estes espaços universitários pelos quais perpasssei e aqui cito me fazem ser em muitos aspectos quem sou hoje pessoalmente e profissionalmente e sem eles não consigo imaginar como seria minha trajetória atual.

A meus pais e meus avós que sempre acreditaram em minhas escolhas e me apoiaram, essa conquista só é possível pelo apoio incondicional e amor de vocês, muito obrigado. A Lauana por todo o companheirismo ao longo desse processo, por ter me ajudado a tabular diversos dados e sempre opinando. Ao Ricardo vulgo magal que me ajudou demais a tabular os dados tu foi amigo demais! Ao Patrick sem ele nada disso seria possível todo o apoio e conhecimento fornecido para essa pesquisa só foi possível graças a você.

E em muito especial a Seu Zé Mininim que deu nome ao título deste trabalho e a Comunidade Mumbuca por me receber tão bem e por acreditar numa proposta de pesquisa que talvez poderia soar bem esquisita de se ouvir, em especial Tocha por deixar utilizar a sua roça para a pesquisa e Núbia que me acompanhou em quase todos os campos de coleta de dados. Muito obrigado pela receptividade, vivências e trocas realizadas.

A política ambiental e a educação atualmente baseiam-se mais em crenças ocidentais sobre a natureza do que na realidade.

(Gomez-Pompa e Kaus, 2000)

RESUMO

Na savana brasileira, a agricultura de corte e queima é principalmente efetuada em matas de galeria inundável, devido à fertilidade e humidade natural dos solos, produzindo um mosaico de áreas cultivadas, florestas secundárias (capoeiras) e florestas maduras. A identificação do tempo desde a última perturbação é essencial para acompanhar a dinâmica de recuperação da vegetação secundária, especialmente para ajudar os processos de tomada de decisão dos investigadores, gestores ambientais, e comunidades locais. Espécies do género *Cecropia* podem datar distúrbios recentes de florestas secundárias, conforme observado na Amazónia. Utilizámos a espécie *Cecropia pachystachya* Trécul como modelo para determinar a idade de um fragmento de floresta secundária. Aliámos a identificação dos ritmos biológicos a partir de marcadores morfológicos ao conhecimento ecológico tradicional local. O objetivo deste trabalho foi (i) identificar ritmos de floração, crescimento e (ii) verificar se a espécie *C. pachystachya* pode ser um indicador da idade das capoeiras de diferentes idades. No campo, cortamos 10 indivíduos, medimos o comprimento dos internódios e a presença/ausência (marcadores morfológicos) dos ramos e inflorescências, e entrevistamos um agricultor sobre a idade da área. Construámos para todos uma sequência trivariada, cada variável refletindo os processos de alongamento, ramificação e floração. Foram reveladas periodicidades nos ritmos de crescimento. A idade estimada das árvores e a memória dos agricultores da idade de pousio são semelhantes 6/7 anos.

Palavras-Chave Floresta secundária; Cerrado; *Cecropia pachystachya*; Capoeira; Agricultura de corte e Queima; morfologia vegetal; Urticaceae; Mata de galeria inundável.

ABSTRACT

In Brazilian savanna, swidden cultivation is mainly carried out in swamp gallery forest, due to the natural fertility of the soils, producing a mosaic of cultivated areas, secondary forests (*capoeiras*) and mature forests. Identifying the time since the last disturbance is essential for tracking the dynamics of secondary vegetation recovery, especially to aid the decision-making processes of researchers, environmental managers, and local communities. Species of the genus *Cecropia* may date recent disturbances of secondary forests as observed in the Amazon. We used the specie *Cecropia pachystachya* Trécul as a model to determine the age of a secondary forest fragment. We combined the identification of biological rhythms from morphological markers with local traditional ecological knowledge. The objective of this work was to (i) identify rhythms of flowering, growth and (ii) to verify if the species *C. pachystachya* can be an indicator of the ages of *capoeiras* of different ages. On the field, we cut 10 individuals, measured the internodes length and presence/absence (morphological markers) of the branches and inflorescences, and interviewed one farmer about the age of the area. We constructed for everyone a trivariate sequence, each variable reflecting the processes of elongation, branching and flowering. Periodicity in the rhythms of growth were revealed. The estimated age of the trees and the farmers memory of the fallow age are similar 6/7 years.

Keywords: Secondary Forest; Brazilian savanna, *Cecropia pachystachya*, Fallow, Swidden cultivation, plant morphology; synchronicity; Secondary forest age, Urticaceae, Riparian Forests.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Área localizada dentro do Parque Estadual do Jalapão. Os pontos são os locais de recolha dos indivíduos de *C. pachystachya* e suas idades, os indivíduos estão localizados dentro de uma capoeira de 6 anos de pousio. À esquerda e à direita encontra-se uma mata de galeria inundável, que é uma floresta secundária com diferentes idades de pousio. Entre o pasto e a mata de galeria inundável há uma área de agricultura de corte e queima ativa. Fonte: autoria própria 16
- Figura 2 - Precipitação anual Mateiros Tocantins (2007 - 2017). As barras de erro são o desvio padrão. Elaboração própria. Dados: INMET 17
- Figura 3 – 1. Árvore; 2. Nós e entrenós; 3. Estípula; 4. Triquilia; 5. Triquilia; 6. Pecíolo; 7. Folha parte de cima; 8. Folha parte de baixo; 9 Segmento foliar. Fonte: Patrick Heuret, protocolo de laboratório..... 18
- Figura 4- Coleta de dados: (A) identificação e escolha de indivíduo. Foto: Icaro Abreu, 2017; (B) processo de derrubada dos indivíduos. Foto: Icaro Abreu, 2017; (C) medição dos atributos. Foto: Núbia Matos da Silva, 2017; (D) coleta de dados em campo. Foto: Icaro Abreu, 2017. 19
- Figura 5 - Marcadores morfológicos: ss-cicatriz estipula; ls-cicatriz de folhas; abrc-cicatriz de ramificação abortada; ais-cicatriz de inflorescência abortada; dbr-ramificação desenvolvida; dis-cicatriz de inflorescência. Fonte:(Heuret *et al.*, 2002). 20
- Figura 6 - Ranking de nós (eixo x); Probabilidade (eixo y). Frequências de nós com inflorescências desenvolvidas (preto) ou ramos (cinzento) de acordo com a classificação dos nós. Fonte: autoria própria 23
- Figura 7 - Exemplo de um caso individual. (A) Comprimentos entrenós (linha preta), resíduos após filtração (B, 100, 0,5) (linha cinza) e localização de ramos (em preto) em inflorescências (estrela). (B) Exemplo de função de autocorrelação para comprimento do entrenó no mesmo indivíduo. (C) Função de autocorrelação para inflorescências. 24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características morfológicas das árvores de <i>C. Pachistachya</i> recolhidas numa floresta secundária de pousio com $7,2 \pm 1,2$ anos.	22
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ascolombolas-Rios – Associação das Comunidades Quilombolas dos Rios Novo, Preto e Riachão

CAAMB – Centro Acadêmico de Ciências Ambientais

ECOVEG – Laboratório de Ecologia Vegetal

EESGT – Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

GAIA – Grupo Ambiental de Interface Agroflorestal

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

MIF – Manejo Integrado do fogo

MX – México

Naturatins – Instituto Natureza do Tocantins

NEA – Núcleo de Estudos em Agroecologia

NEAZ – Núcleo de Estudos da Amazônia

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de conservação da Natureza

TC – Termo de Compromisso

UnB – Universidade de Brasília

Sumário

1	Introdução.....	13
2	Materiais e métodos.....	16
2.1	Área de estudo.....	16
2.2	Características morfológicas e medições de material vegetal.....	17
2.3	Coleta e análise de dados	19
2.4	Análise estatística.....	21
3	Resultados	22
3.1	Séries temporais de um indivíduo.....	23
4	Discussão.....	24
5	Conclusões	27
6	Agradecimentos finais.....	27
7	Apêndice.....	28
8	Referências Bibliográficas	51

1 Introdução

Florestas secundárias são ecossistemas que podem resultar de um processo de regeneração natural após uma perturbação de baixa intensidade. Muitas florestas secundárias nos trópicos resultam de atividades agrícolas (Chazdon, 2003). Existem várias preocupações relativamente à capacidade de recuperação da vegetação secundária destas florestas após perturbações antrópicas (Laurance *et al.*, 2006), especificamente as relacionadas com a agricultura itinerante, que utiliza práticas de corte e queima de vegetação arbórea em formações florestais para implementar culturas agrícolas que são alternadas por períodos de pousio (Burgers *et al.*, 2005; Marquardt *et al.*, 2013; Pedroso Júnior *et al.*, 2008). Embora o pousio da capoeira seja uma fase central da manutenção da fertilidade do solo na agricultura de corte e queima (Ewel, 1986; Padoch *et al.*, 2007), ela é pejorativamente rotulada como área abandonada (Denevan *et al.*, 1988). Devido a estas características, a agricultura de corte e queima é considerada uma das principais causas de desmatamento nos trópicos (Angelsen, 1995; Padoch e Pinedo- Vasquez, 2010), isto tem gerado conflitos socioambientais entre agricultores e gestores ambientais (Junior *et al.*, 2015; Zheng *et al.*, 2016) e, conseqüentemente, tem afetado a segurança alimentar e nutricional das comunidades rurais e a conservação efetiva da biodiversidade (Oldekop *et al.*, 2016; Shahabuddin, 2009). Portanto, identificar as lacunas de conhecimento e resolver estes equívocos é fundamental para assegurar a manutenção de práticas relacionadas com a agricultura de corte queima e a conservação dos ecossistemas florestais.

Os efeitos dos distúrbios nos ecossistemas florestais podem proporcionar perspectivas sobre a capacidade de recuperação das florestas secundárias (Chazdon, 2003). Desta forma, a identificação do tempo desde a última perturbação é essencial para acompanhar a dinâmica de recuperação da vegetação secundária, especialmente para ajudar os processos de tomada de decisão dos investigadores, gestores ambientais, e comunidades locais. É, portanto, fundamental testar métodos que permitam estimar o tempo de recuperação desde a última perturbação nas florestas secundárias (Zalamea *et al.*, 2012). Entrevistas com atores locais, análises de sensoriamento remoto, datação por radiocarbono de indivíduos de árvores, e dendrocronologia são as principais ferramentas que fornecem informações sobre a história e o tempo de utilização desde a última

perturbação (Brienen *et al.*, 2009; Martinez-Ramos *et al.*, 1988; Neeff *et al.*, 2006). Mas as principais limitações destes métodos estão relacionadas com informações faltantes, imprecisas ou não captadas em entrevistas, imagens defasadas ou obstruídas por nuvens no sensoriamento remoto, custos elevados de datação por radiocarbono, e o uso de espécies não adequadas à datação dendrocronológica (Martinez-Ramos *et al.*, 1988; Martínez-Ramos e Alvarez-Buylla, 1998; Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2009). Desta forma, é importante que existem várias possibilidades de métodos e que estes possam ser utilizados de forma complementar. Alguns métodos são utilizados para inferir a idade das árvores pertencentes a certos grupos funcionais ou fases da vida, e isto pode fornecer informações relativamente precisas sobre o tempo desde a última perturbação a um custo mais baixo (Zalamea *et al.*, 2012).

A utilização de modelos de crescimento de espécies pioneiras de ciclo curto de vida pode funcionar como "relógios biológicos" para estimar a idade dos indivíduos das árvores e, portanto, das florestas secundárias (Brienen *et al.*, 2009; Zalamea *et al.*, 2012; Zalamea e Barthélémy Patrick, 2009)). Além disso, pode contribuir para uma estimativa mais detalhada do papel de um dado ecossistema no ciclo do carbono terrestre (Trouet *et al.*, 2012). Os modelos tamanho/idade, que consistem em identificar os padrões de crescimento em altura, formação de ramos (ramificação), e formação de flores (inflorescências) de espécies pioneiras tropicais (Heuret *et al.*, 2006), foram testados em estudos de recuperação florestal secundária após perturbações antropogênicas (Zalamea *et al.*, 2012). Uma análise precisa da arquitetura vegetal mostra os padrões de crescimento dos indivíduos, o que torna possível inferir a idade dos indivíduos amostrados (Heuret *et al.*, 2002). Num estudo de *Pinus pinaster* Aiton, os investigadores modelaram o crescimento dos indivíduos amostrados em áreas com diferentes fases de sucessão e estimaram a idade dos indivíduos de *Pinus pinaster* a partir de séries históricas (Heuret *et al.*, 2006). Em um outro estudo, Zalamea e colaboradores (2008) determinaram o padrão de crescimento e a idade dos indivíduos de *Cecropia sciadophylla* Mart, foram amostrados em áreas com diferentes fases de sucessão e observaram um padrão de crescimento anual e formação sazonal de ramos e inflorescências, o que permitiu a estimativa da idade dos indivíduos da árvore (Zalamea *et al.*, 2008).

Mas embora existam estudos sobre o padrão de crescimento das espécies de *Cecropia* para a Amazônia, ainda não existe um modelo para espécies deste gênero que ocorrem na savana brasileira, o Cerrado. Esta é uma lacuna importante a ser preenchida

tendo em conta que o padrão de crescimento das espécies é influenciado pela sazonalidade das estações (Andreacci *et al.*, 2014; Blagitz *et al.*, 2016; Ferreira, 2002; Nardoto *et al.*, 1998; Trouet *et al.*, 2012).

Neste estudo, utilizámos o protocolo proposto por Heuret *et al.* (2002) e Zalamea *et al.* (2012) e analisámos o crescimento apical, ramificação e padrão de floração de uma espécie pioneira tropical, *Cecropia pachystachya* Trécul, amplamente distribuída na América do Sul (Berg *et al.*, 2005). Estimamos a idade dos indivíduos amostrados em áreas tradicionalmente utilizadas para a agricultura do Cerrado. Propomos a hipótese que é possível inferir a idade dos indivíduos a partir do padrão de crescimento, ramificação e floração. Prevemos que a idade estimada dos indivíduos amostrados coexiste com o tempo desde o último distúrbio. Procuramos estabelecer um padrão de ocorrência de ciclos de produção de nós e aumento do comprimento dos entrenós, bem como os picos de inflorescência e ramificação, através da localização manual dos intervalos dos ciclos de crescimento dos entrenós, ramificação e inflorescência. Por fim cruzamos a idade estimada dos indivíduos com a idade da capoeira informada pelo agricultor quilombola local a fim de ver se há possível nexos causal em nossa hipótese.

2 Materiais e métodos

2.1 Área de estudo

Realizamos este estudo com uma população de *C. pachystachya* na savana brasileira, Cerrado, no Brasil Central (Fig. 1). Concentramos as coletas na região do Jalapão (estado do Tocantins), no município de Mateiros (S 10°32'51" W 46°25'16").

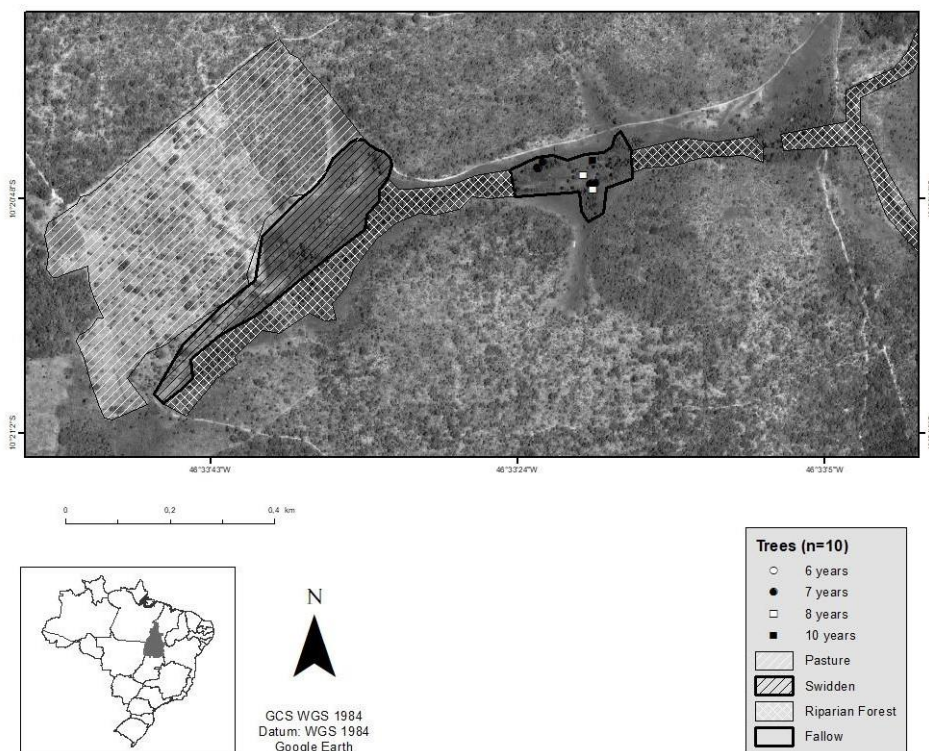


Figura 1 - Área localizada dentro do Parque Estadual do Jalapão. Os pontos são os locais de recolha dos indivíduos de *C. pachystachya* e suas idades, os indivíduos estão localizados dentro de uma capoeira de 6 anos de pousio. À esquerda e à direita encontra-se uma mata de galeria inundável, que é uma floresta secundária com diferentes idades de pousio. Entre o pasto e a mata de galeria inundável há uma área de agricultura de corte e queima ativa.

O clima de acordo com Köppen-Geiger é a savana tropical (Aw), com precipitação média de 1328 mm, 90% concentrada na estação das chuvas, entre outubro e abril, e o resto na estação seca, entre maio e setembro (Fig. 2). Julho é o mês com a menor precipitação e janeiro com a maior (Climate-data.org., 2021; ICMBIO, 2014; Naturatins, 2003).

Amostramos indivíduos de *C. pachystachya* em um fragmento de Mata de galeria inundável (*sensu* Ribeiro *et al.*, 2001). Este tipo de vegetação encontra-se em fundos de vales ou em porções mais baixas da paisagem, associada a pequenos cursos de água, e

funciona como ligação entre a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica (Cabrera e Willink, 1973). Manchas de floresta de galeria inundável na região em estudo são utilizadas secularmente para a agricultura itinerante por agricultores quilombolas (Borges *et al.*, 2016; Borges, 2019).

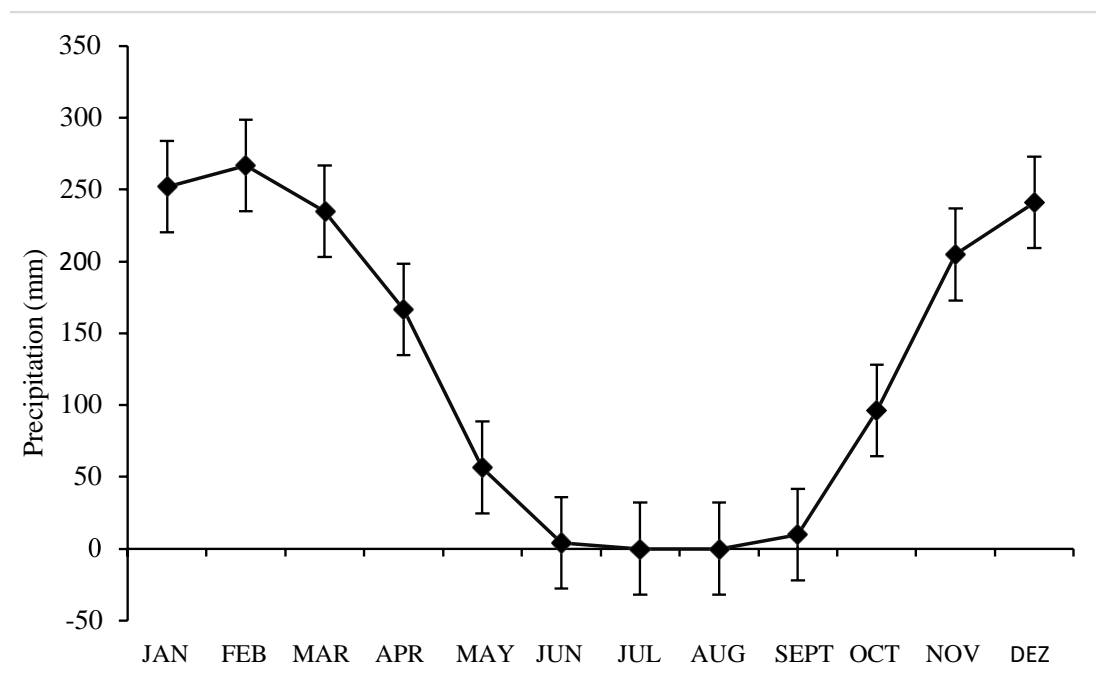


Figura 2 - Precipitação anual Mateiros Tocantins (2007 - 2017). As barras de erro são o desvio padrão. Elaboração própria. Dados: INMET

2.2 Características morfológicas e medições de material vegetal

Espécies do gênero *Cecropia* estendem-se por todo o Neotrópico (Berg *et al.*, 2005) e ocupam rapidamente áreas abertas recentemente perturbadas (Alvarez-Buylla e Martinez-Ramos, 1992; Whitmore, 1990). A arquitetura das espécies deste gênero está em conformidade com o modelo arquitetônico de Rauh, com um tronco monopodial que cresce ritmicamente e desenvolve zonas de ramificação e floração. O tronco possui diversos nós e entrenós com produções laterais visíveis, o que permite delinear unidades botânicas a partir destes marcadores morfológicos naturais. As inflorescências são sempre laterais e não têm qualquer efeito no crescimento de ramos (Hallé Francis e Oldeman, 1978). A espécie *C. pachystachya*, popularmente conhecida como Embaúba (Fig.3), é uma espécie pioneira que, no Cerrado, ocorre tanto em formações florestais como de savana (Machado e Walter, 2006). Alguns indivíduos podem atingir até 12 metros de altura. As folhas são estipuladas, largas e peltadas. Há três botões na axila de cada folha: um botão central, que é vegetativo e pode tornar-se

um ramo; e dois botões laterais, que podem desenvolver uma inflorescência estaminada, pistilada, disposta em espigões (Berg *et al.*, 2005).

Após a formação de botões, a caliptra deixa uma cicatriz característica em forma de anel, as inflorescências, por outro lado, têm dois tipos de cicatrizes; abortadas e desenvolvidas. A localização das cicatrizes ao longo de toda a árvore é utilizada como marcadores morfológicos que indicam os ciclos de ramificação e floração.

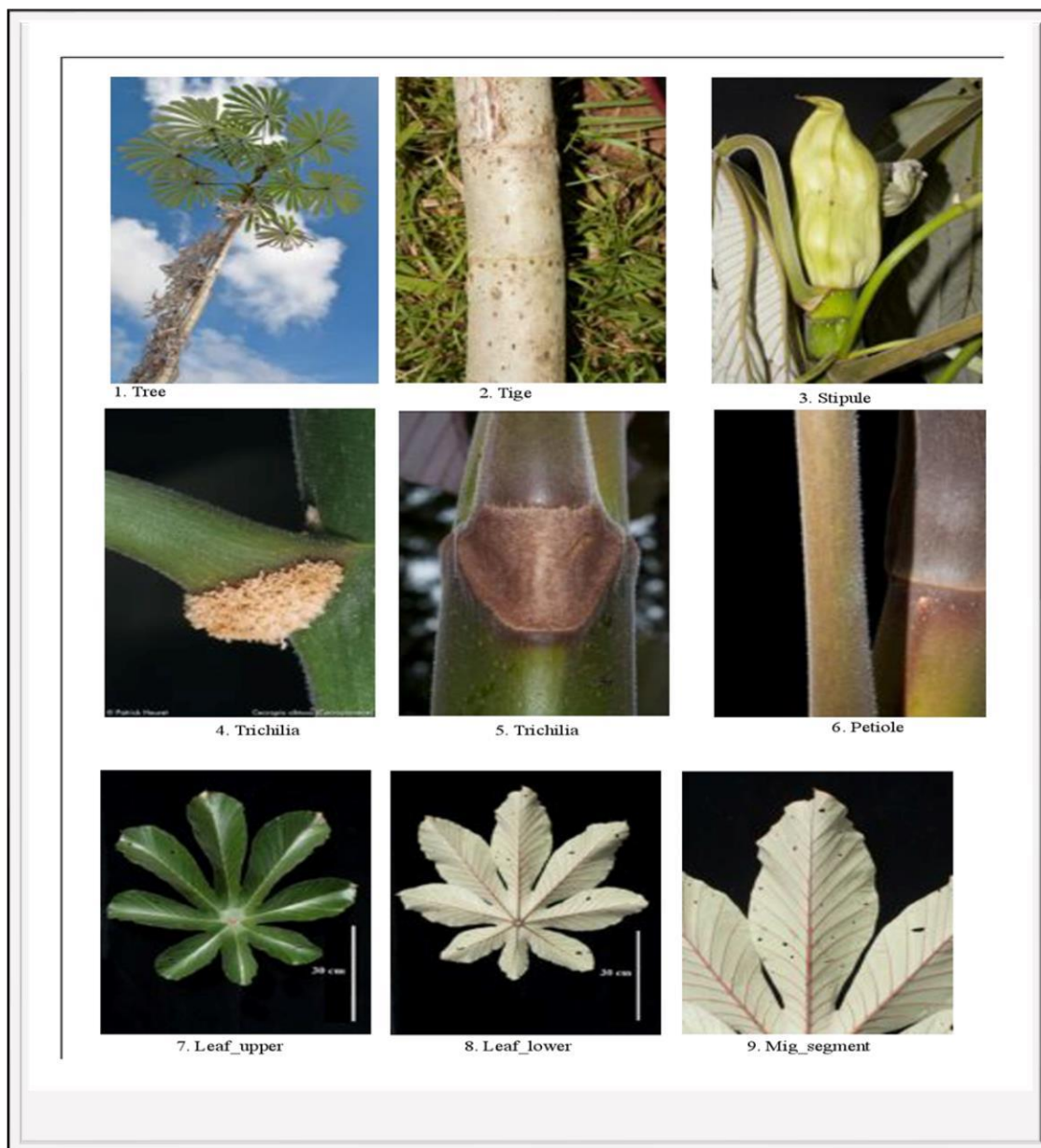


Figura 3 – 1. Árvore; 2. Nós e entrenós; 3. Estípula; 4. Triquília; 5. Triquília; 6. Pecíolo; 7. Folha parte decima; 8. Folha parte de baixo; 9 Segmento foliar. Fonte: Patrick Heuret, protocolo de laboratório.

2.3 Coleta e análise de dados

Para analisar o padrão de crescimento, ramificação e floração, cortamos e medimos 10 indivíduos (Distribuídos na figura 1). Selecionamos apenas árvores que tinham pelo menos três metros de altura, indivíduos estabelecidos por sementes, e não por recrescimento, e que não tinham sofrido qualquer tipo de danos, tais como fogo ou quebra. Todos os dados foram recolhidos em novembro de 2017 e maio de 2018. Para todas as árvores medimos o diâmetro a 1,30 m de altura (DAP), e o diâmetro foi estimado assumindo uma secção transversal circular (GBH). de corte e queima. Medimos a altura da árvore e registramos o número de nós até os primeiros ramos (presentes ou podados) e o aparecimento da primeira inflorescência. Medimos o comprimento de cada metâmero, nó por nó, a distância entre os nós, da base até ao topo, utilizando um paquímetro digital (Fig. 4).



Figura 4- Coleta de dados: (A) identificação e escolha de indivíduo. Foto: Icaro Abreu, 2017; (B) processo de derrubada dos indivíduos. Foto: Icaro Abreu, 2017; (C) medição dos atributos. Foto: Núbia Matos da Silva, 2017; (D) coleta de dados em campo.

Descrevemos todos os metâmeros e registámos as seguintes variáveis para cada nó: (0) ausência ou (1) presença de ramos (Fig. 5). Para descrever o estado dos ramos, registamos outras quatro categorias: (0) ausência ou (1) presença de cicatrizes de ramos abortados, (2) presença de cicatrizes de ramos podadas (3) presença de ramos. Para descrever as inflorescências, registámos cinco outras categorias: (0) ausência, (1) presença de cicatrizes abortadas, (2) presença de cicatrizes desenvolvidas, (3) presença de inflorescências sem caliptra, e (4) presença de inflorescências contidas na caliptra (um gomo). Estas categorias foram contadas de forma ordenada em cada nó. Para estimar as idades, segmentamos as categorias e a extensão de todos os entrenós de cada indivíduo da base ao topo (Chatfield, 2003; Guédon *et al.*, 2007), considerando os padrões locais de precipitação (Davis, 1970). Para comparar a idade estimada com o tempo desde a última utilização, realizámos uma entrevista (Boyce e Neale, 2006), com um agricultor local para compreender a história e o tempo de utilização de uma porção de uma mata de galeria inundável utilizada para a agricultura

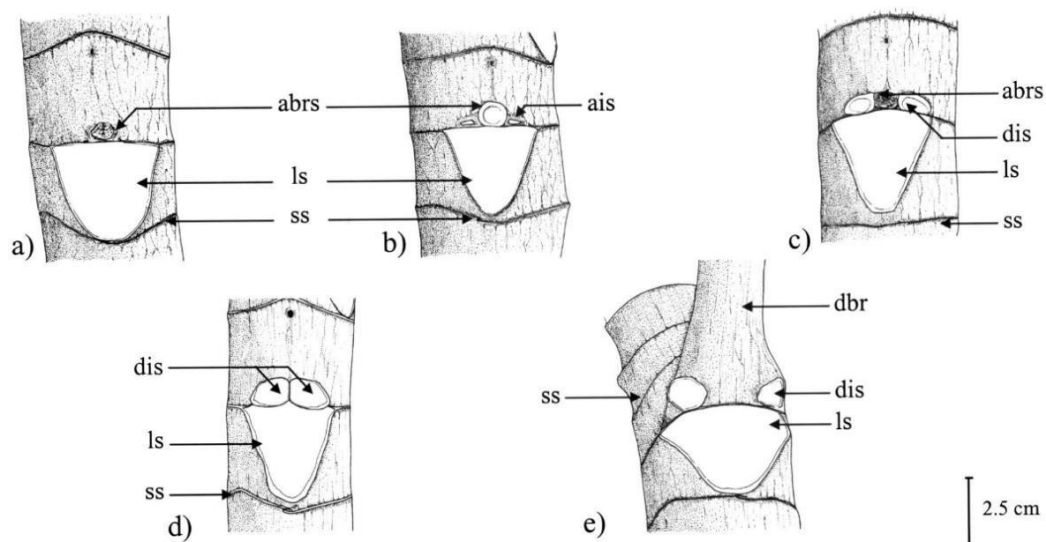


Figura 5 - Marcadores morfológicos: ss-cicatriz estipula; ls-cicatriz de folhas; abrs-cicatriz de ramificação abortada; ais-cicatriz de inflorescência abortada; dbr-ramificação desenvolvida; dis-cicatriz de inflorescência. Fonte:(Heuret *et al.*, 2002).

2.4 Análise estatística

Para descrever o padrão geral de crescimento, identificámos as posições relativas das diferentes unidades botânicas descritas (nós, entrenós, ramos e inflorescências), codificamos como sequências (Zalamea *et al.*, 2008) e as analisamos usando o software R (versão 3.5.3) e o pacote *Nlme*. Para separar e caracterizar os componentes de crescimento utilizámos um modelo de decomposição como ferramenta estatística, no qual o componente de crescimento ontogenético e o componente ambiental são combinados aditivamente (Guédon *et al.*, 2007; Zalamea *et al.*, 2008). Para analisar a flutuação de comprimento do entrenó, utilizámos métodos clássicos de análise de séries temporais baseados no princípio da decomposição (Zalamea *et al.*, 2008). Para isolar as diferentes fontes de variação, tanto de longo prazo como locais, adoptámos diferentes tipos de filtros que foram inicialmente analisados para árvores individuais (Chatfield, 2003; Zalamea *et al.*, 2008). É comum aplicar uma equação linear para lidar com uma tendência, porque converte as sequências medidas $\{x_t\}$ noutra $\{y_t\}$ por meio da operação linear:

$$y_t = \text{Smooth}(x_t) = \sum_{r=-q}^q a_r x_{t+r}$$

Onde $\{a_r\}$ é um conjunto de pesos para cada r , $a_r > 0$ e $a = a_{-r}$.

Para suavizar as flutuações locais e estimar a média, escolhemos os pesos de modo a $\sum_r a = 1$. Esta operação linear é muitas vezes referida como uma média móvel, na qual é montada uma curva ajustada (Guédon *et al.*, 2007). Utilizamos um filtro de alisamento simétrico correspondente à função massa probabilística das distribuições binomiais com parâmetros $n=50$ e $p=0,05$. ou $n=100$ e $p=0,05$ para extrair a tendência das sequências de comprimento do entrenó. Uma vez extraída a tendência, observámos a flutuação local através da análise dos resíduos (Fritts, 2012). Os resíduos foram extraídos utilizando a equação:

$$\text{Index}(x)_t = \frac{x_t}{\text{Smooth}(x_t)}$$

3 Resultados

Os indivíduos amostrados têm uma altura média de $8,5 \pm 1$ m, diâmetro médio de $10,2 \pm 1,9$ cm, e são compostos por cerca de 228 ± 45 nós. O primeiro pulso de ramificação aparece a $4,8 \pm 1,5$ m no nó 86 ± 21 e a primeira inflorescência a $3,4 \pm 1,6$ m no nó 60 ± 22 . Os indivíduos amostrados passaram por $7,2 \pm 1,2$ ciclos de crescimento, ramificação e floração (Tab. 1).

Tabela 1- Características morfológicas das árvores de *C. Pachistachya* recolhidas numa floresta secundária de pousio com $7,2 \pm 1,2$ anos.

Características	Valores médios dos indivíduos (n=10)
Altura (m)	$8,5 \pm 1$
Diâmetro (cm)	$10,2 \pm 1,9$
Nº total de nós	228 ± 45
Altura do primeiro ramo (m)	$4,8 \pm 1,5$
Primeiro nó de ramificação	86 ± 21
Altura da primeirainflorescência (m)	$3,4 \pm 1,6$
Primeiro nó com inflorescência	60 ± 22
Número total de ciclos	$7,2 \pm 1,2$

Não encontramos um padrão no número de nós entre os ciclos de ramificação e floração (Fig. 6). Mas observamos um padrão no tamanho dos entrenós entre os ciclos de floração em todos os indivíduos amostrados: os entrenós diminuem de tamanho entre os ciclos. Quando esta diminuição ocorre, a floração é interrompida (Fig. 7A). A floração é rítmica e ocorre pelo menos duas vezes durante a estação das chuvas (Fig. 7A), mas pode ocorrer continuamente, como observado em alguns indivíduos (ver detalhes no apêndice, fig. 31, fig. 40, fig. 43). Não encontramos um padrão para a ramificação (ver detalhes no apêndice, fig. 8, 25, 28, 31, 34, 37, 40, 43, 46, 49). Como os lags positivo são variáveis entre diferentes indivíduos, não foi possível estabelecer uma periodicidade comum de ramificações e floração fig. 6 (ver também detalhes no apêndice, Fig. 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45, 48, 51).

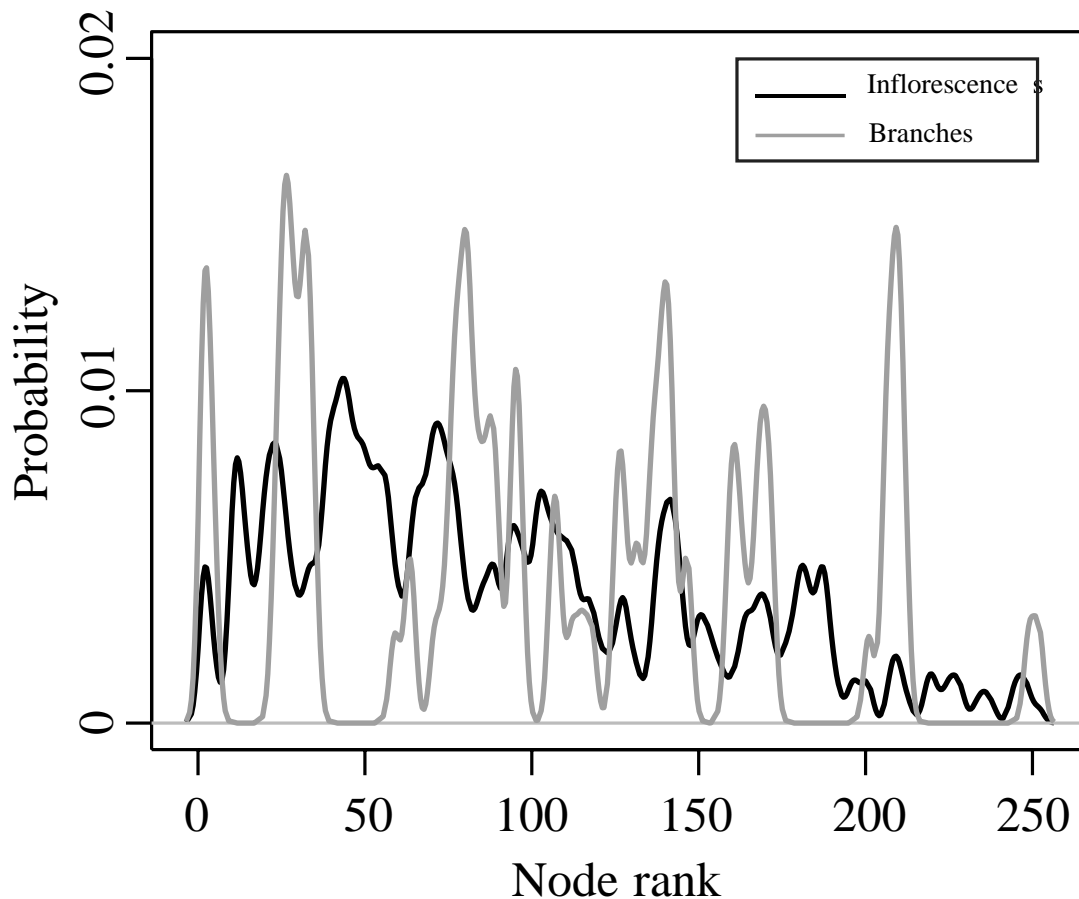


Figura 6 - Ranking de nós (eixo x); Probabilidade (eixo y). Frequências de nós com inflorescências desenvolvidas (preto) ou ramos (cinza) de acordo com a classificação dos nós.

3.1 Séries temporais de um indivíduo

De acordo com a análise das séries cronológicas, os intervalos anuais nos nós de posição 23,46,75, 104, 131, 168, e 195 o que nos permitiu estimar a idade de um indivíduo de sete a oito anos (Fig. 7A). O indivíduo (Figura 6) foi selecionado tendo em vista que seus gráficos apresentaram bons resultados ilustrativos para exemplificar a população coletada. De acordo com a entrevista realizada com um agricultor, a área onde os indivíduos foram amostrados em uma parcela de 6 anos, tendo o agricultor local declarado informalmente que a área para a parcela tinha sido aberta em 2012. A floração foi bianual. A ramificação ocorreu nos nós 26, 55, 84, 86, 147. Os comprimentos dos entrenós mostraram lags positivos nos desfasamentos 32 e 62 e lags negativos nos desfasamentos 12, 50 e 9 (Fig. 7B). Inflorescências mostraram lags positivos nos desfasamentos 33 e 79, lags negativos em 51 (Fig. 7C).

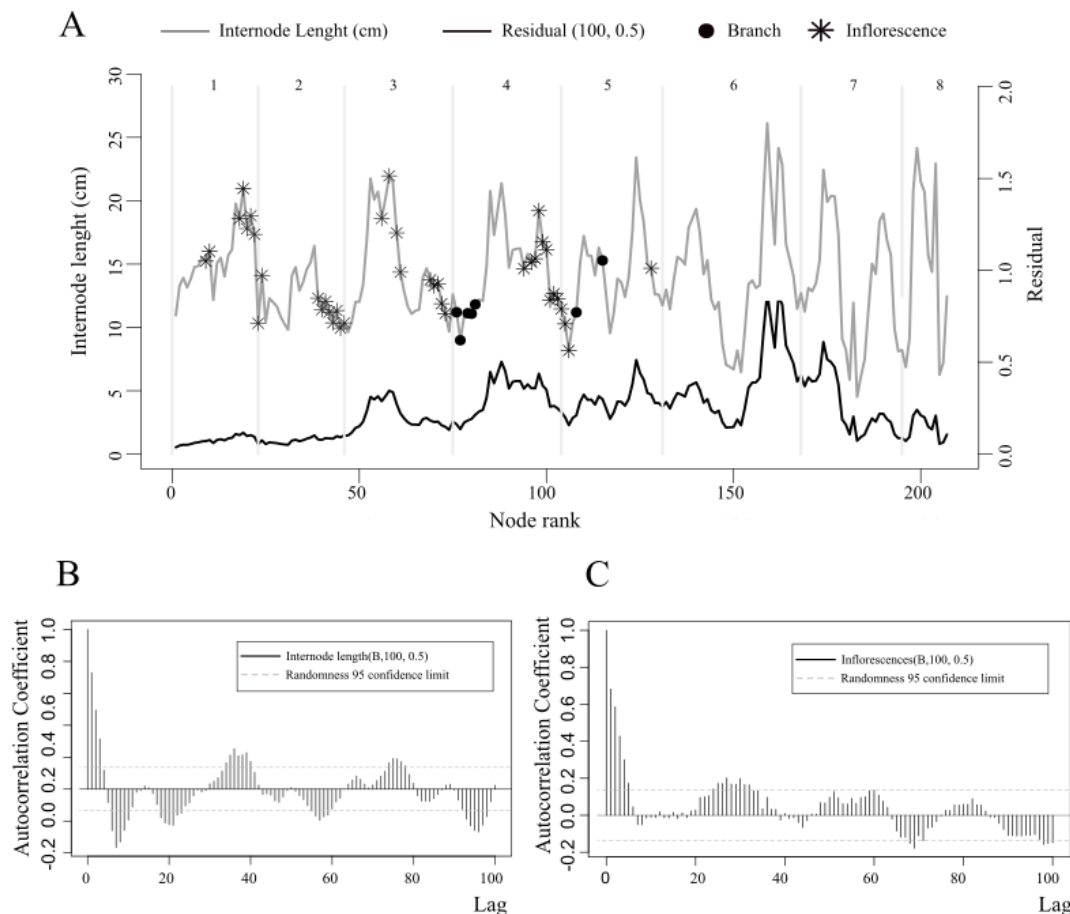


Figura 7 - Exemplo de um caso individual. (A) Comprimentos entrenós (linha preta), resíduos após filtração (B, 100, 0,5) (linha cinza) e localização de ramos (em preto) em inflorescências (estrela). (B) Exemplo de função de autocorrelação para comprimento do entrenó no mesmo indivíduo. (C) Função de autocorrelação para inflorescências.

4 Discussão

Neste estudo procurámos analisar o crescimento, ramificação e floração, estimar a idade dos indivíduos de *C. pachystachya* e comparar esta estimativa com a informação sobre o tempo de utilização da área onde amostrámos os indivíduos. Os resultados indicam que, embora tenhamos identificado a periodicidade do crescimento, floração e ramificação dos entrenós, não foi possível definir um padrão de emissão, ramificação e floração dos entrenós. No entanto, foi possível estimar a idade dos indivíduos amostrados através da análise de séries temporais, tendo em vista que a periodicidade do crescimento dos entrenós e as zonas de floração são aspectos chaves para compreender a idade dos indivíduos. Os indivíduos amostrados têm aproximadamente sete anos, o que coincide com a informação obtida numa entrevista com um agricultor local, que afirma que a área amostrada tinha sido cortada para campos abertos há cerca de 6 anos.

Como é uma das primeiras espécies pioneiras a chegar a uma clareira (Berg *et al.*, 2005; Norden *et al.*, 2011), é possível considerar que os indivíduos amostrados chegaram à área recentemente desbastada, o que pode explicar a diferença entre a idade dos indivíduos e o tempo desde a última perturbação da área amostrada. Apesar do potencial aparente de *C. pachystachya* como "relógio biológico", especialmente na determinação da idade desde a última perturbação, é importante expandir os estudos no Cerrado na esperança de encontrar um padrão de desenvolvimento desta espécie para melhor aplicar o método de divisão do número total de nós por uma constante, como proposto por Zalamea *et al.* (2012).

Não identificamos um padrão no número de nós entre os ciclos de ramificação e de floração. Isto pode estar relacionado com o tamanho da amostra (n=10) e com o fato de termos amostrado a mesma população. O esperado é que haveria um padrão na mesma população. Em estudos semelhantes, foram amostrados, por exemplo, 25 indivíduos de *C. sciadophylla* na Guiana Francesa e na Colômbia (Zalamea *et al.*, 2008) e 33 indivíduos de *C. obtusa* na Guiana Francesa (Heuret *et al.*, 2002), em ambos os estudos os investigadores abrangeram mais do que uma população.

Identificamos uma variação no comprimento do entrenó entre os pulsos de floração. medida que o comprimento do entrenó diminui, a floração é interrompida. Embora vários estudos descrevam padrões anuais de floração em espécies *Cecropia*, por exemplo *C. insignis* na ilha de Barro Colorado (Frankie *et al.*, 1974; Milton, 1991) *C. peltata* na Costa Rica (Fleming e Williams, 1990), *C. obtusa* e *C. sciadophylla* na Guiana Francesa e na Colômbia (Guédon *et al.*, 2007; Zalamea *et al.*, 2008), observamos que o pulso de floração dos indivíduos de *C. pachystachya* amostrados é bianual ou em floração contínua. Esta espécie também apresenta um ciclo rítmico de crescimento e floração que difere de outras espécies do mesmo gênero. Isto pode estar correlacionado com regimes de precipitação e fenologia vegetal que conseqüentemente afetam a existência de padrões anuais de desenvolvimento ontogenético e reprodução vegetal (Augspurger, 1983, 1983; Borchert, 1983, 1996; Mduma *et al.*, 2007; Newstrom *et al.*, 1994; Reich e Borchert, 1984).

A informação que obtivemos da análise das séries cronológicas dos indivíduos amostrados e da entrevista ao agricultor sobre o tempo decorrido desde a última perturbação convergiu num período que variou entre seis e oito anos. Os nossos resultados indicam que os indivíduos amostrados tinham, em média, entre seis e sete anos de idade. As idades dos indivíduos foram estimadas a partir da semelhança com o ciclo de

precipitação local, cada ciclo correspondendo a um ano, identificando as quantidades de ciclos de precipitação nas séries históricas de cada indivíduo, fomos capazes de identificar as idades correspondentes de cada um. O agricultor relatou que a área tinha sido cortada para abrir um campo há seis anos. Esta diferença pode estar relacionada com o facto de que as espécies *Cecropia* podem colonizar rapidamente terras agrícolas (Berg, 1978; Berg *et al.*, 2005; Martinez-Ramos *et al.*, 1988).

O padrão de precipitação local influencia o crescimento, ramificação e floração dos indivíduos amostrados na região do Jalapão (estado do Tocantins, Brasil). A série temporal mostra que o crescimento do comprimento dos entrenós dos indivíduos analisados se assemelha aos períodos chuvosos e secos da precipitação local. Os períodos secos correspondem a períodos curtos de entrenós, enquanto os períodos chuvosos correspondem a períodos maiores de entrenós.

Outros estudos têm sido enfáticos sobre o papel da pluviosidade no padrão de desenvolvimento das plantas. Em um estudo na Costa Rica, onde aglomerados de entrenós curtos alternam com aglomerados de entrenós longos, correspondem ao crescimento da estação seca e úmida para *Cecropia peltata*. Medindo distâncias entre estes aglomerados, é possível determinar o crescimento anual em altura, bem como estimar a idade dos indivíduos. Outros autores fizeram observações semelhantes Heuret *et al* (2002) para *C. Obtusa* na Guiana Francesa e Zalamea *et al* (2008) para *C. Sciadophylla* na Guiana Francesa e Colômbia. A altura da primeira ramificação e floração nos indivíduos amostrados neste estudo realizado no Cerrado foi inferior à dos indivíduos da mesma espécie amostrados na Mata Atlântica (Sposito, 1999; Sposito e Santos, 2001) provavelmente devido à falta de sazonalidade na Mata Atlântica.

Isto porque a precipitação acentuadamente sazonal das savanas determina o crescimento e reprodução das plantas (Ferreira, 2002; Miranda, 2010). Além disso, a disponibilidade de nutrientes vegetais é outro fator importante que influencia o desenvolvimento das plantas (Eiten, 1972). Neste sentido, o Cerrado brasileiro é a savana que tem um dos mais baixos níveis de disponibilidade de nutrientes do mundo (Mistry e Beradi, 2014). Portanto, o desenvolvimento de modelos para identificar o padrão de desenvolvimento do *C. pachystachya* deve considerar a pluviosidade e a disponibilidade de nutrientes no solo.

5 Conclusões

Identificamos que a espécie pioneira *Cecropia pachystachya* tem potencial como um relógio biológico, e pode ser aplicado a datação de áreas que sofreram algum tipo de distúrbios recentes. No entanto, o nosso estudo apresentou uma limitação em relação ao número de indivíduos amostrados e ao fato de termos amostrado uma única população. Sugerimos que estudos como este sejam replicados em outros locais do bioma Cerrado. A descrição do desenvolvimento destas espécies pode ser uma ferramenta útil para tomadores de decisão, gestores de áreas protegidas, e pesquisadores.

6 Agradecimentos finais

Agradeço ao CNPq pela bolsa de estudo e às professoras Isabel Belloni Schmidt e Sílvia Laine Borges Lúcio; à FAPDF (número de projeto 0193001481/2017) e à Rufford Foundation (Conservation Award 24963-1) pelo financiamento da pesquisa. A comunidade Mumbuca em especial Núbia Matos da Silva, Dei e Tocha pela sua colaboração e à Naturatins e ICMBIO pela licença de investigação e apoio logístico.

7 Apêndice

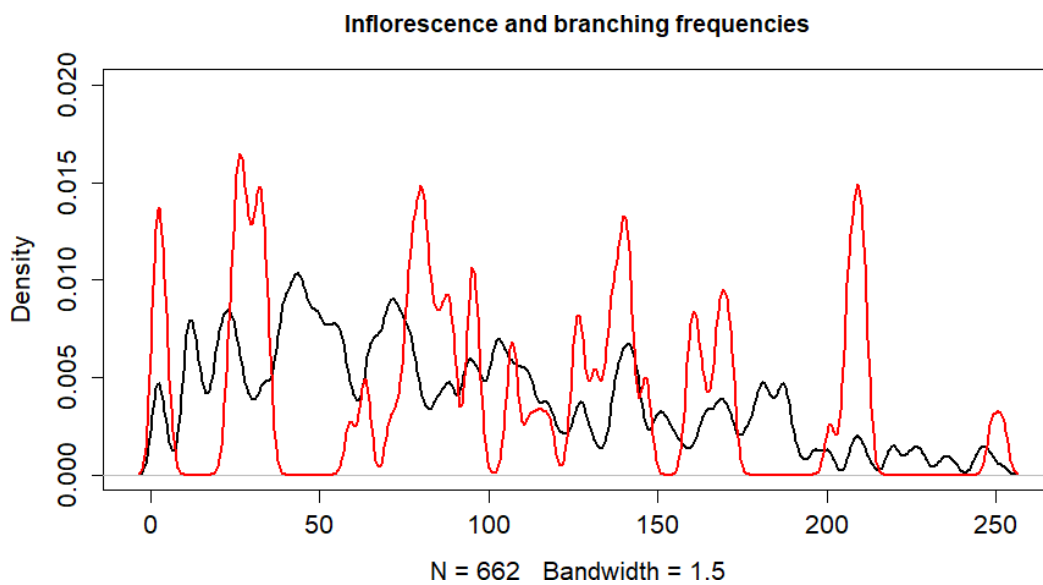


Figura 8- Frequência de Inflorescências e ramos.

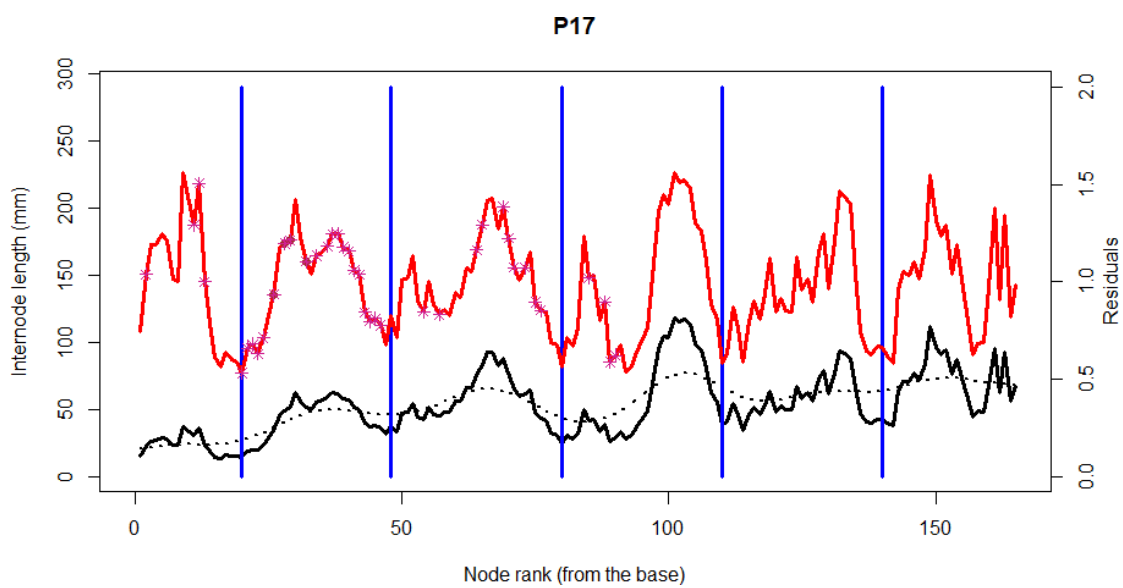


Figura 9 - Série Histórica indivíduo p17.

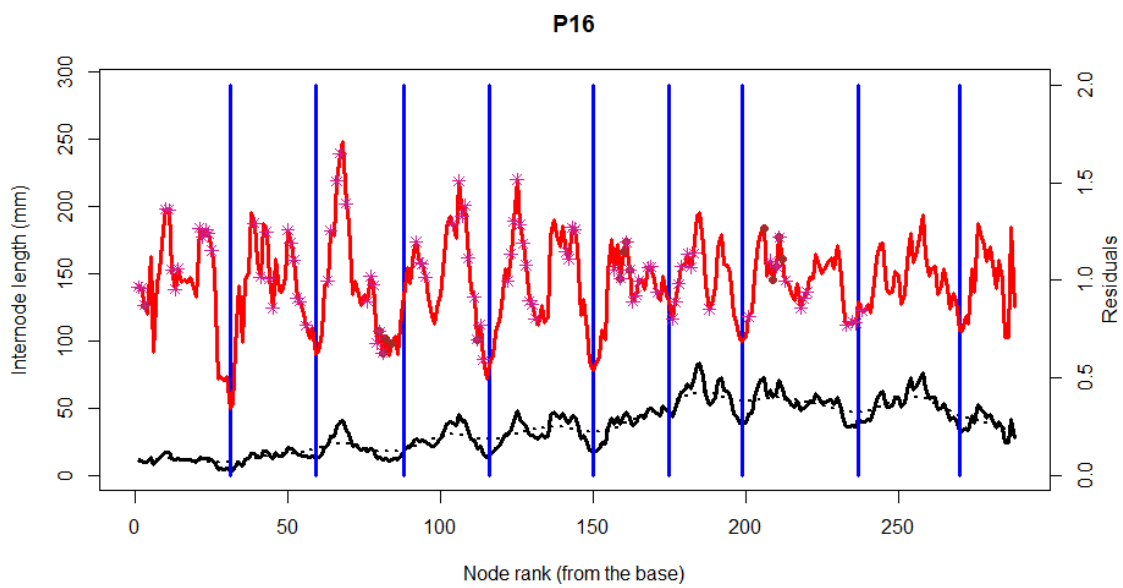


Figura 10 - Série Histórica p16.

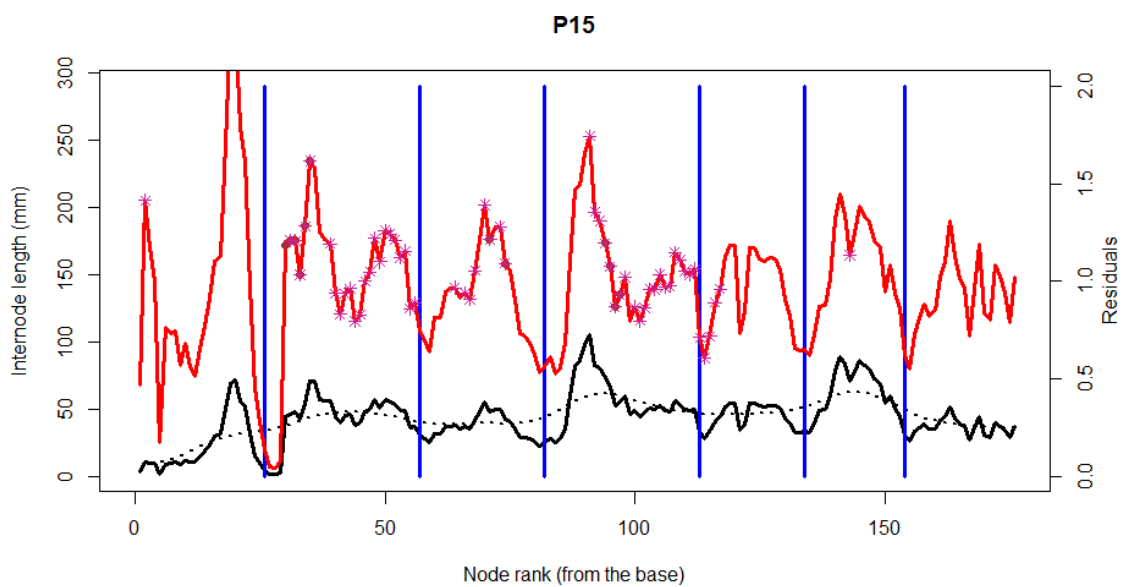


Figura 11 - Série Histórica indivíduo p15.

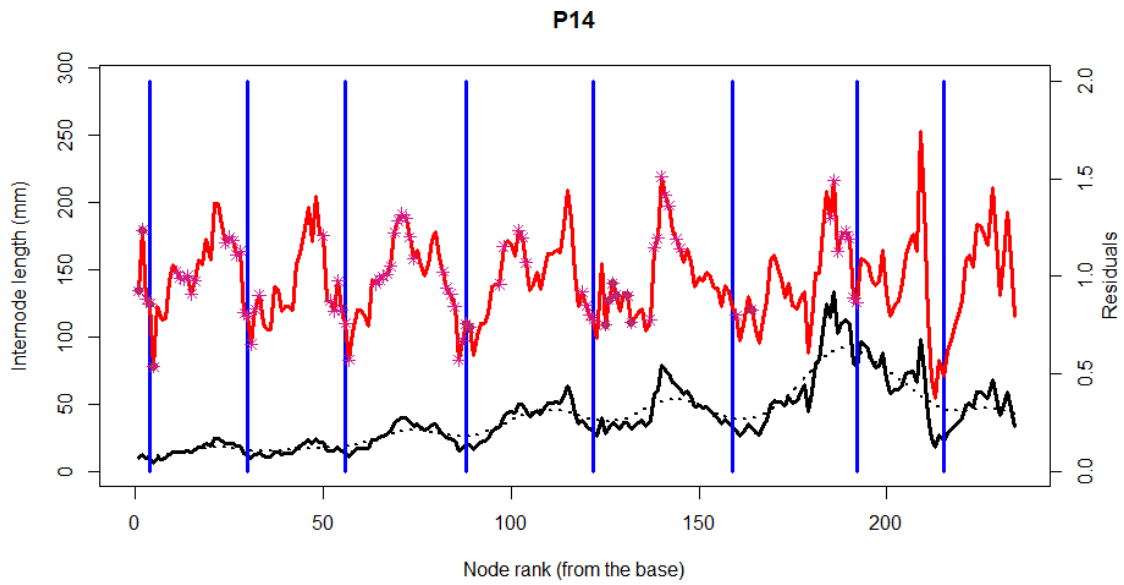


Figura 12 - Série Histórica indivíduo p14.

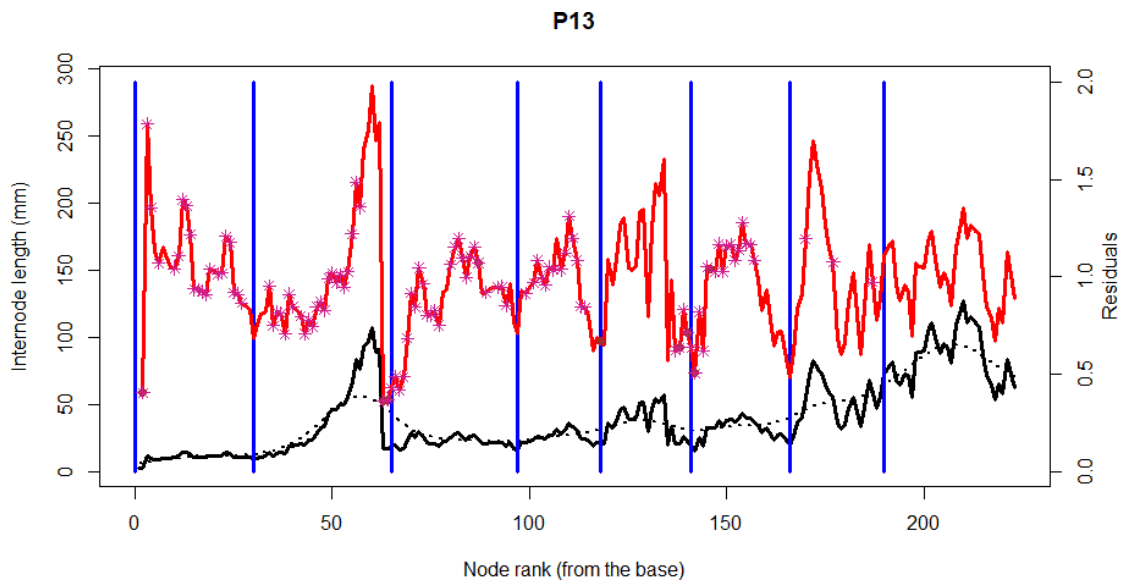


Figura 13- Série Histórica indivíduo p13.

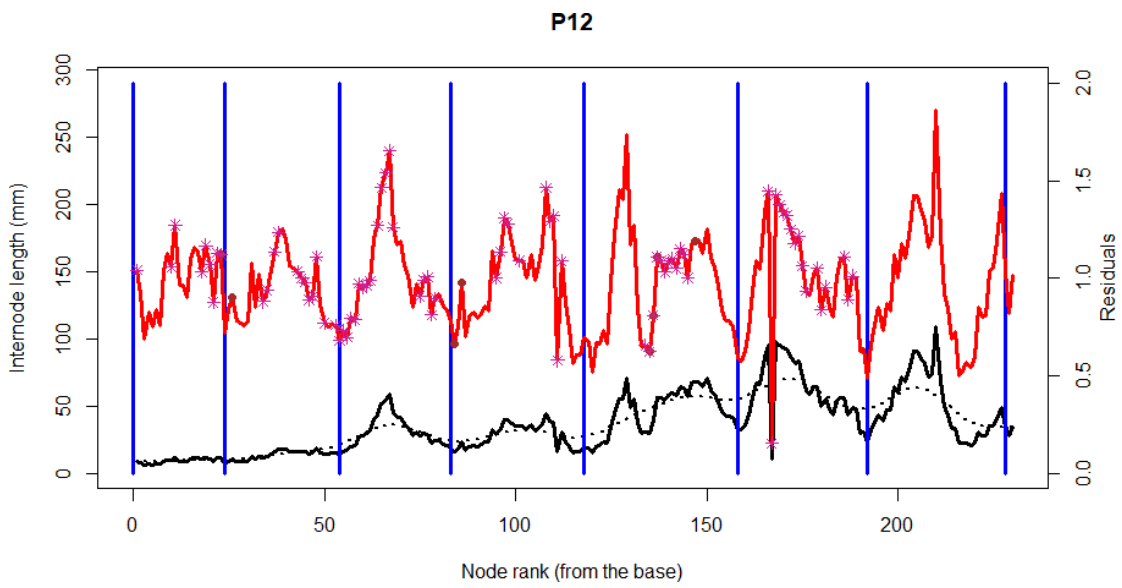


Figura 14 - Série Histórica indivíduo p12.

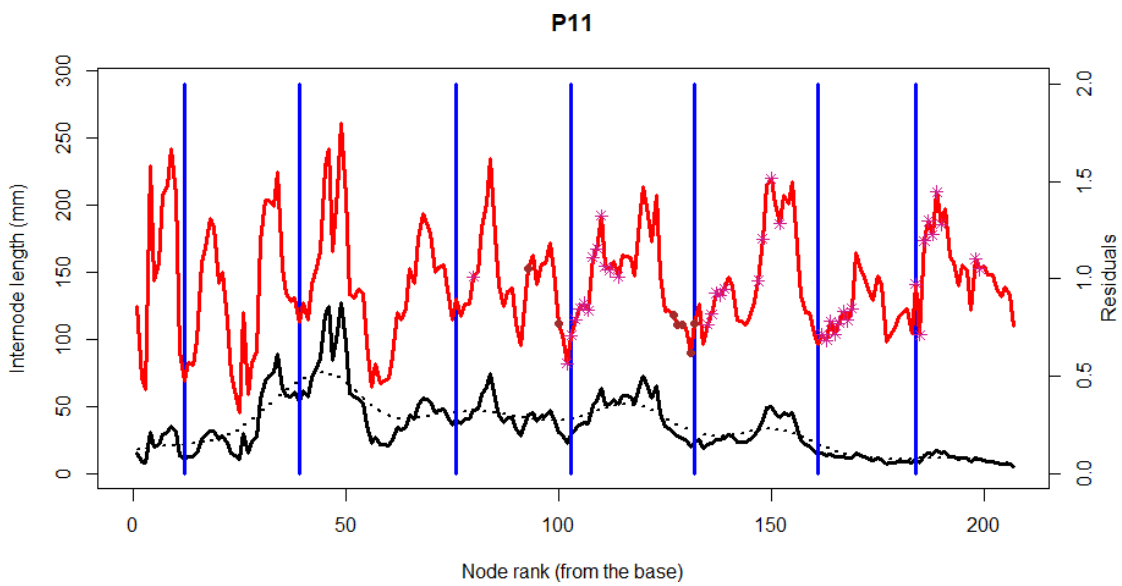


Figura 15 - Série Histórica indivíduo p11

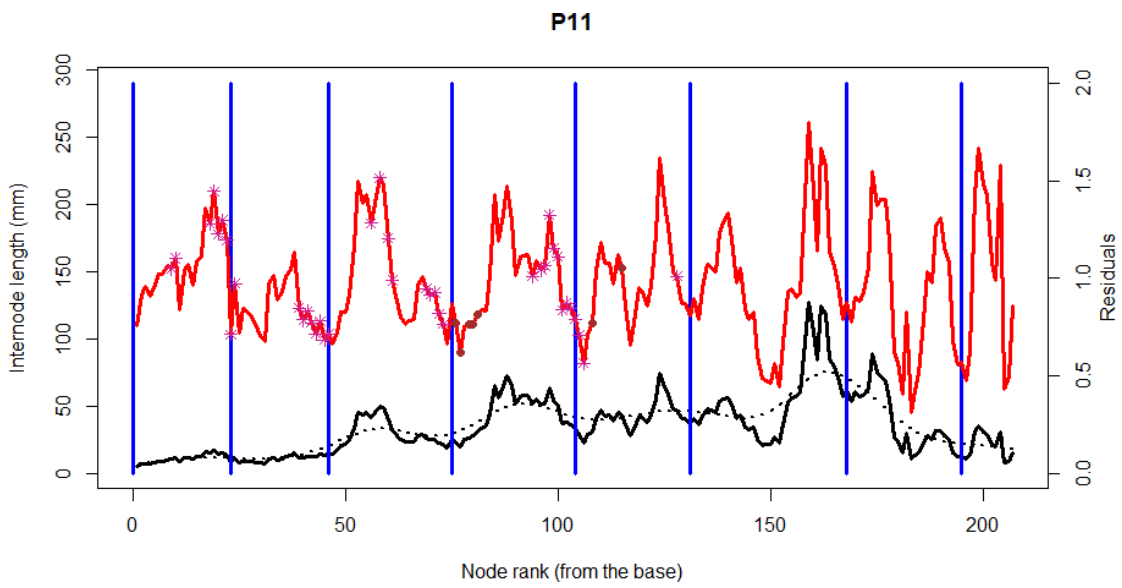


Figura 16 - Série Histórica indivíduo p11.

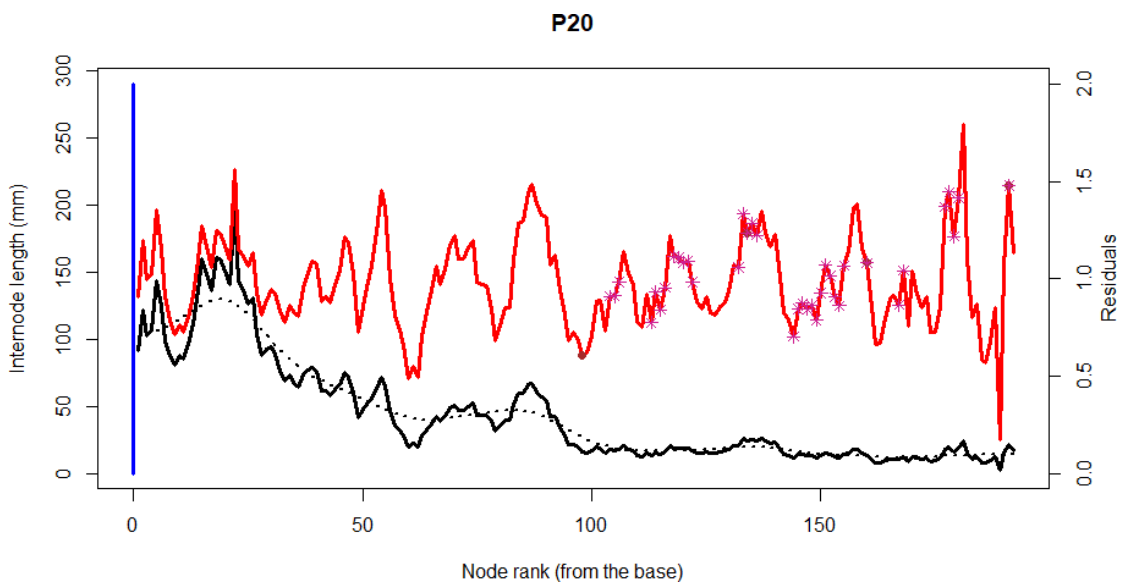


Figura 17 - Série Histórica indivíduo p20.

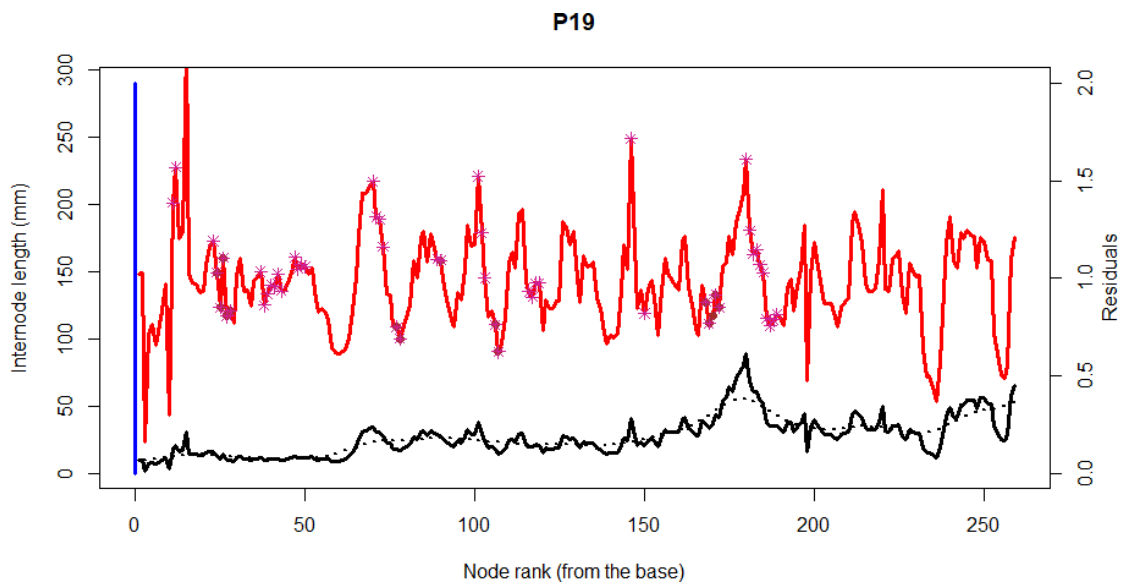


Figura 18- Série Histórica indivíduo p19.

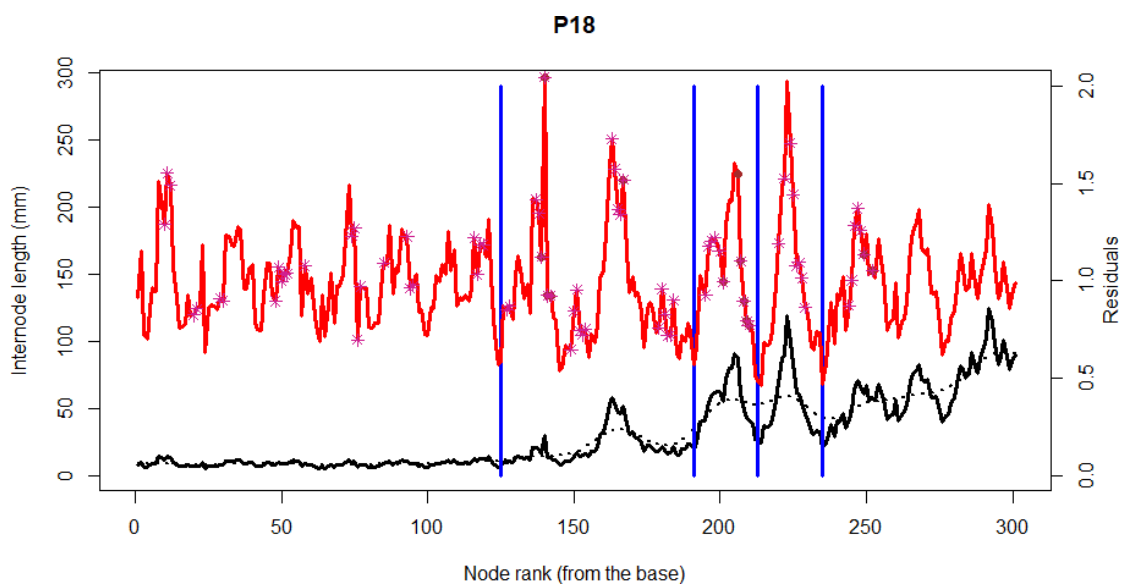


Figura 19 - Série Histórica indivíduo p18.

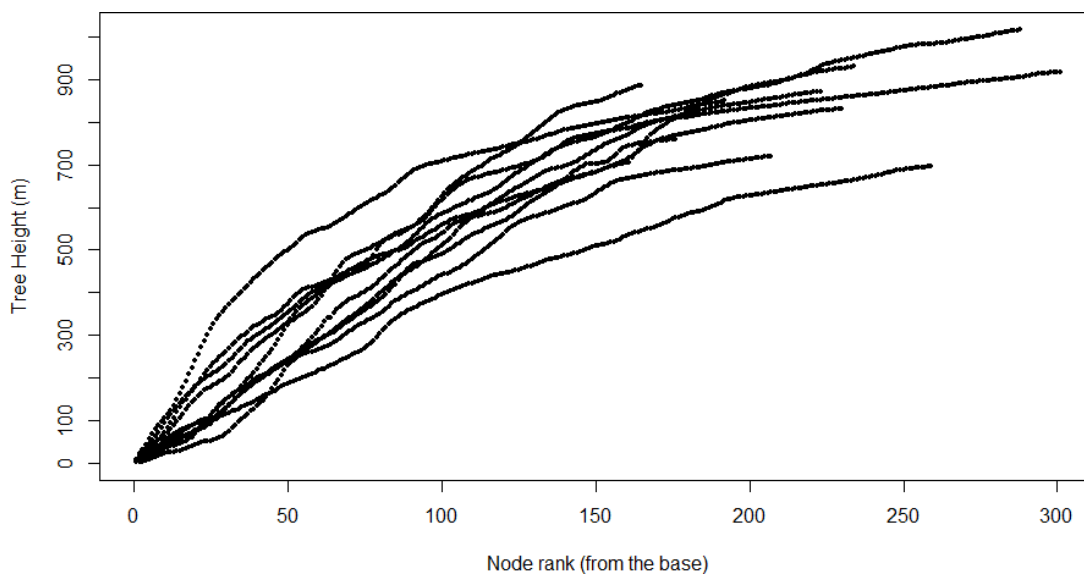


Figura 20 Altura do nó, todos indivíduos.

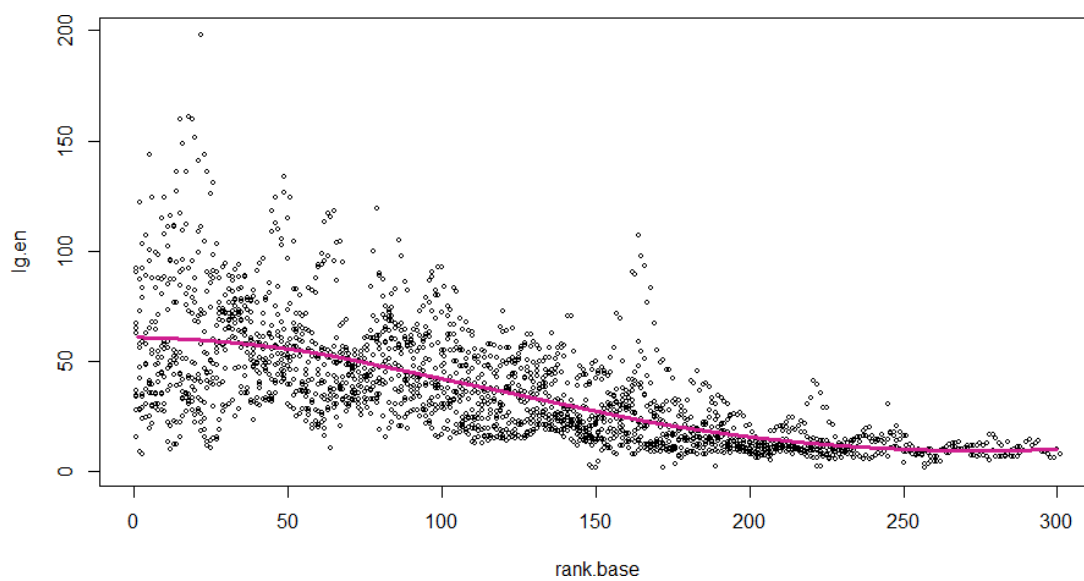


Figura 21 - Comprimento do entrenó por ranking de nós, todos indivíduos.

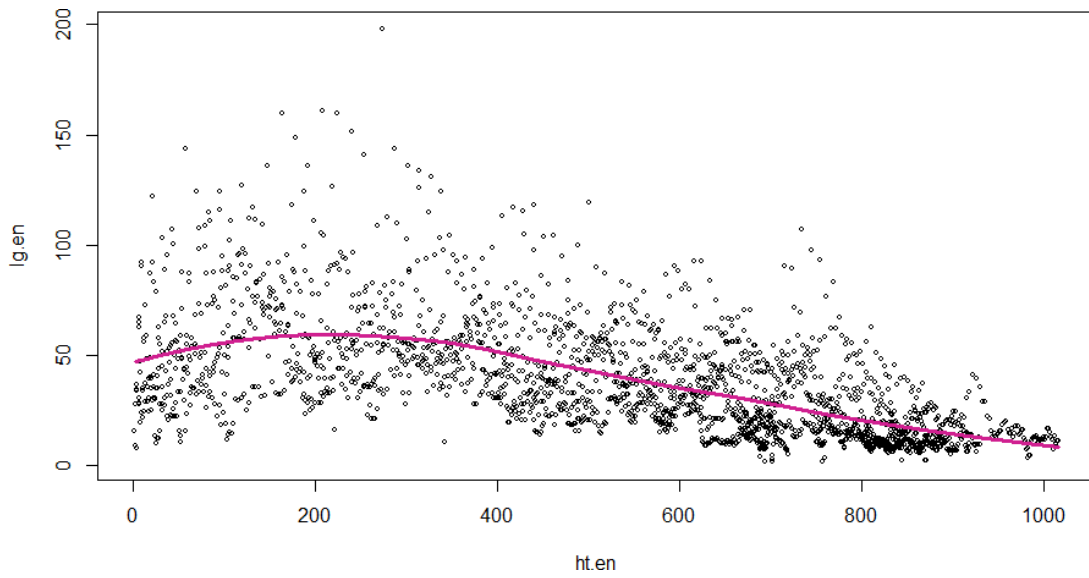


Figura 22 - Comprimento do entrenó por altura do entrenó, todos os indivíduos.

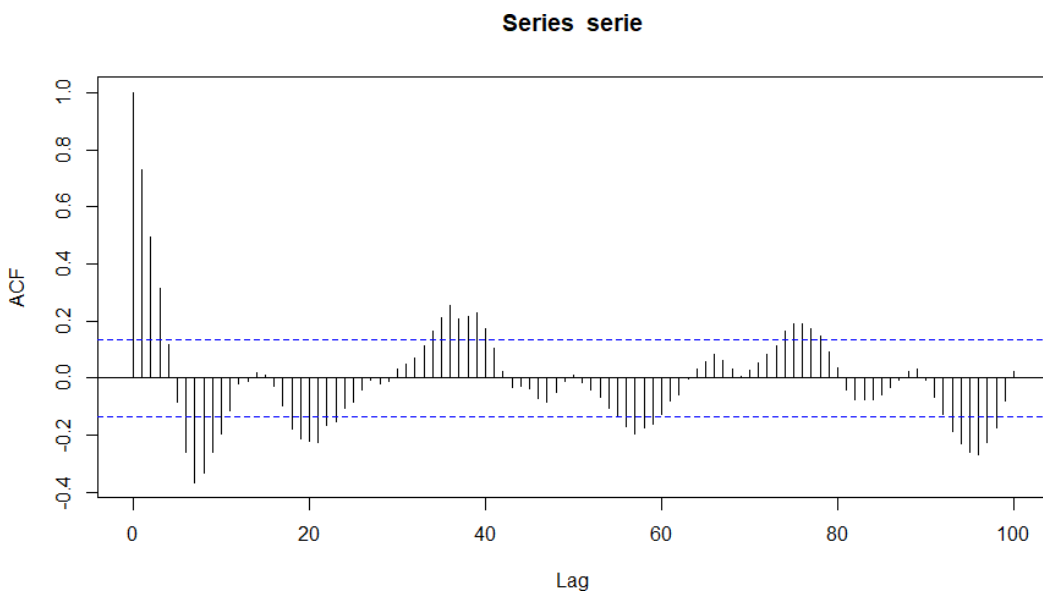


Figura 23 Autocorrelação p11 comprimento entrenó.

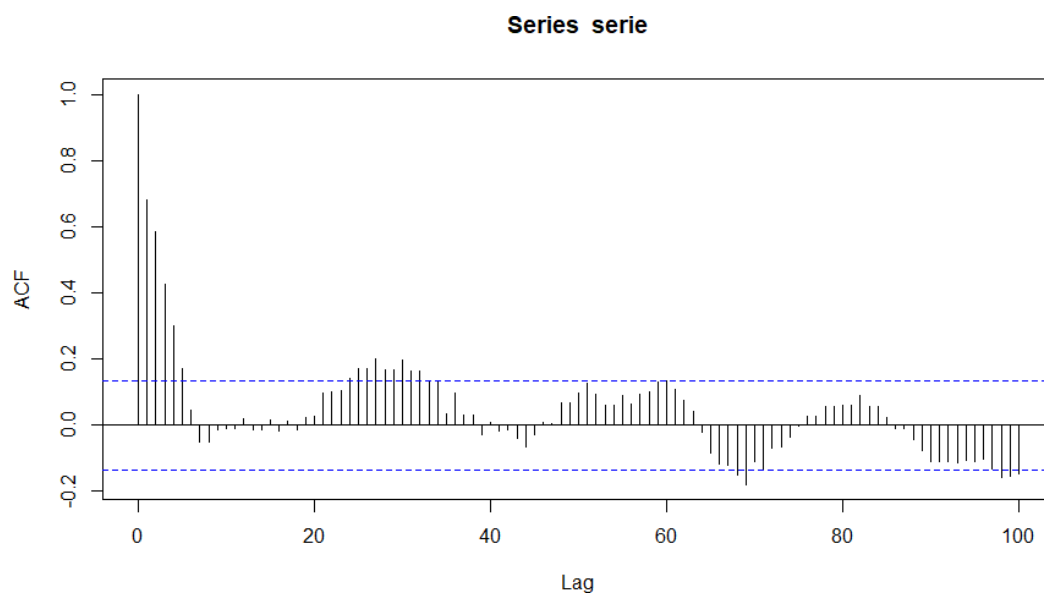


Figura 24 - Autocorrelação p11 floração.

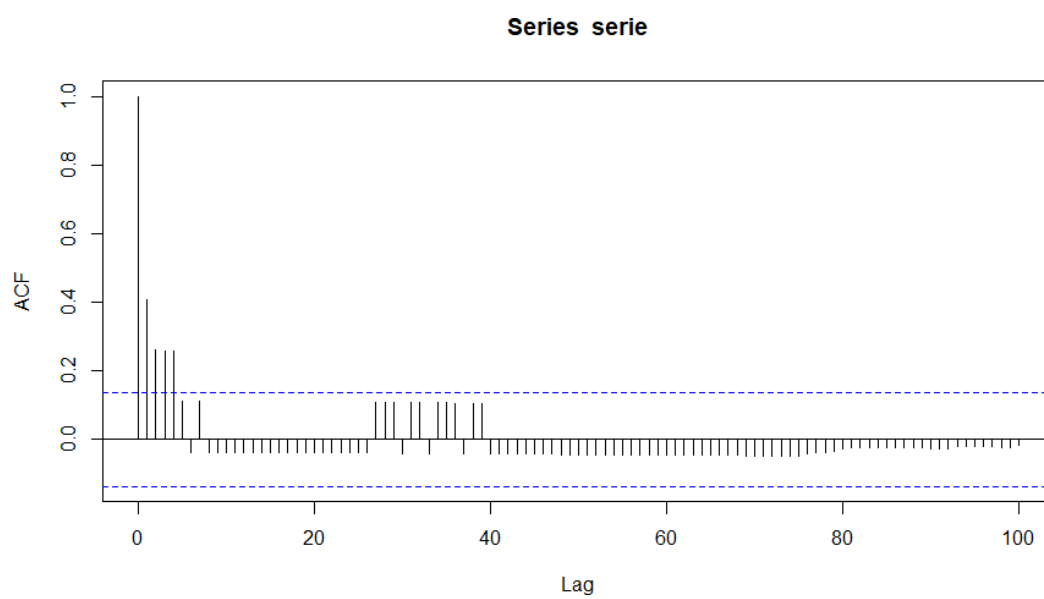


Figura 25 - Autocorrelação p11 ramificação.

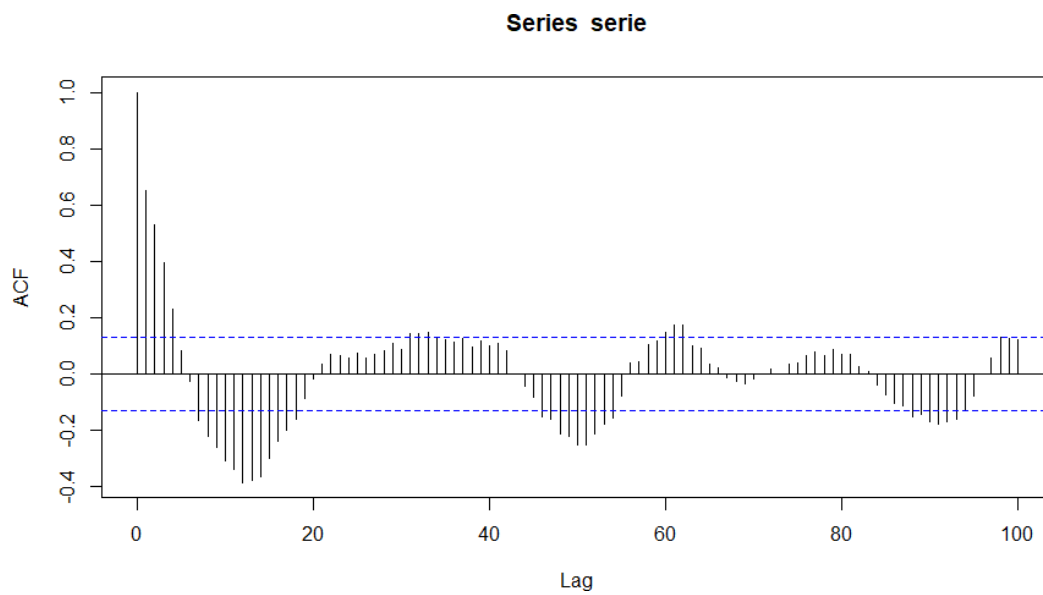


Figura 26- Autocorrelação p12 comprimento entrenó.

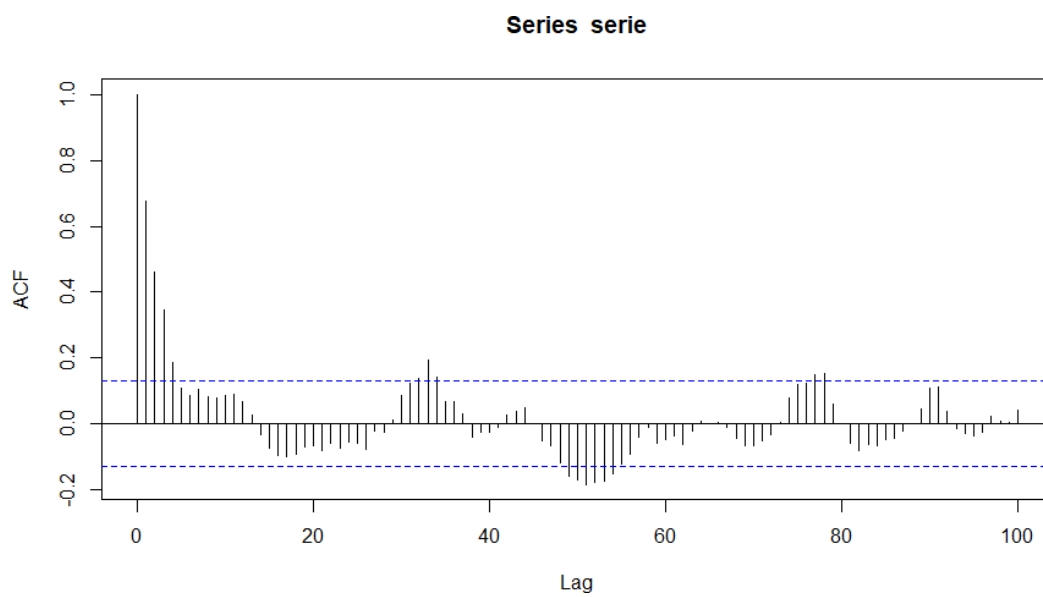


Figura 27 - Autocorrelação - p12 floração.

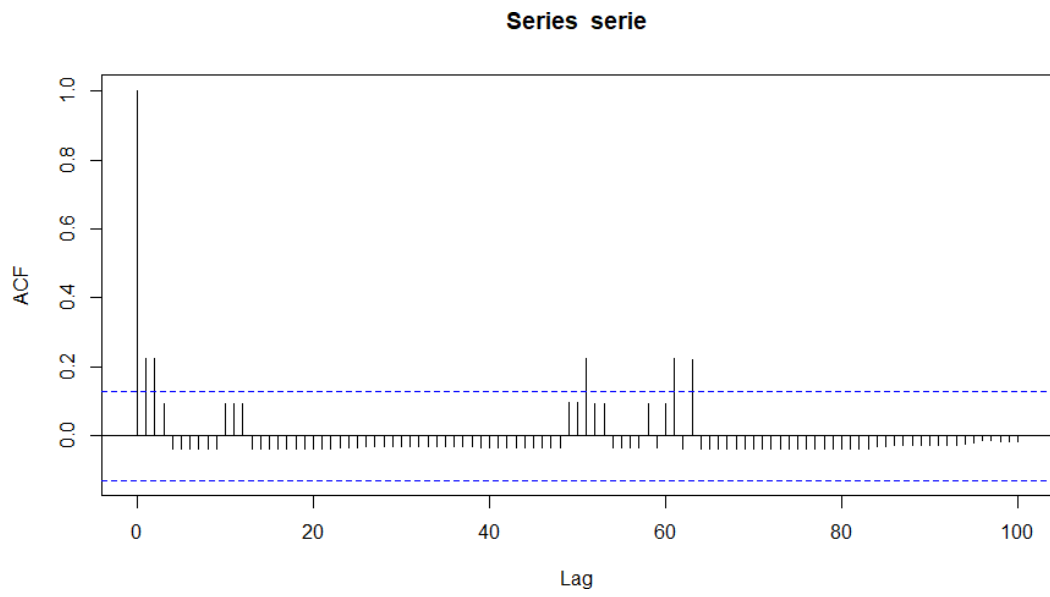


Figura 28 - Autocorrelação - p12 ramificação.

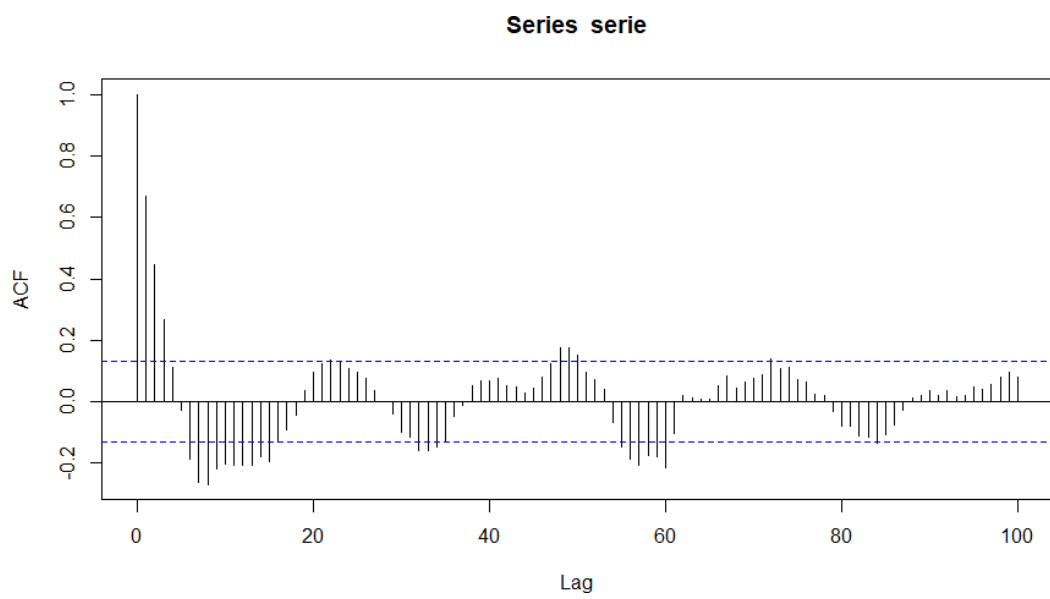


Figura 29 - Autocorrelação p13 comprimento entrenó.

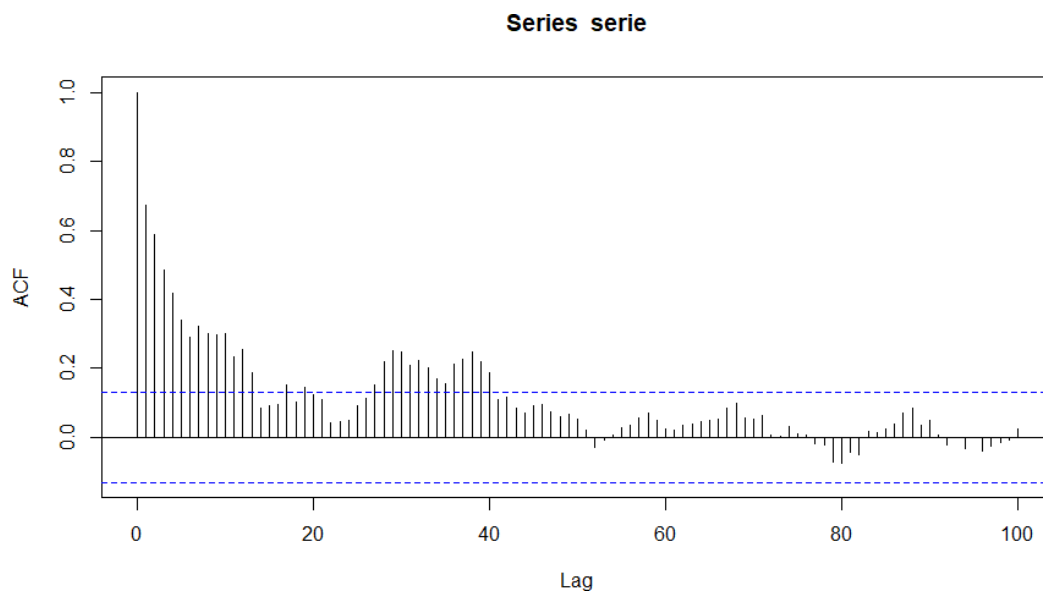


Figura 30- Autocorrelação p13 floração contínua.

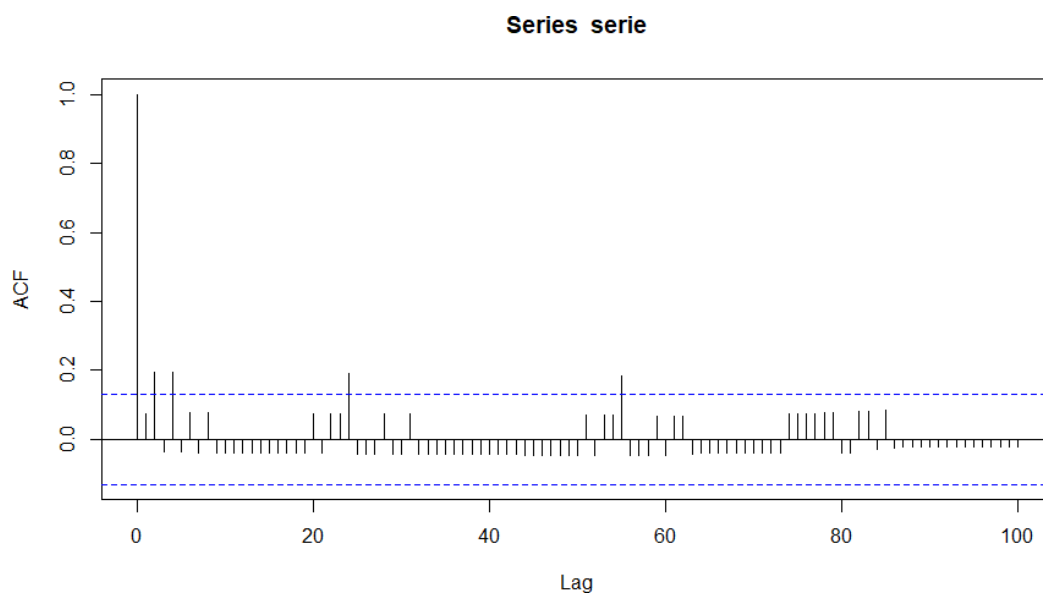


Figura 31 - Autocorrelação p13 ramificação.

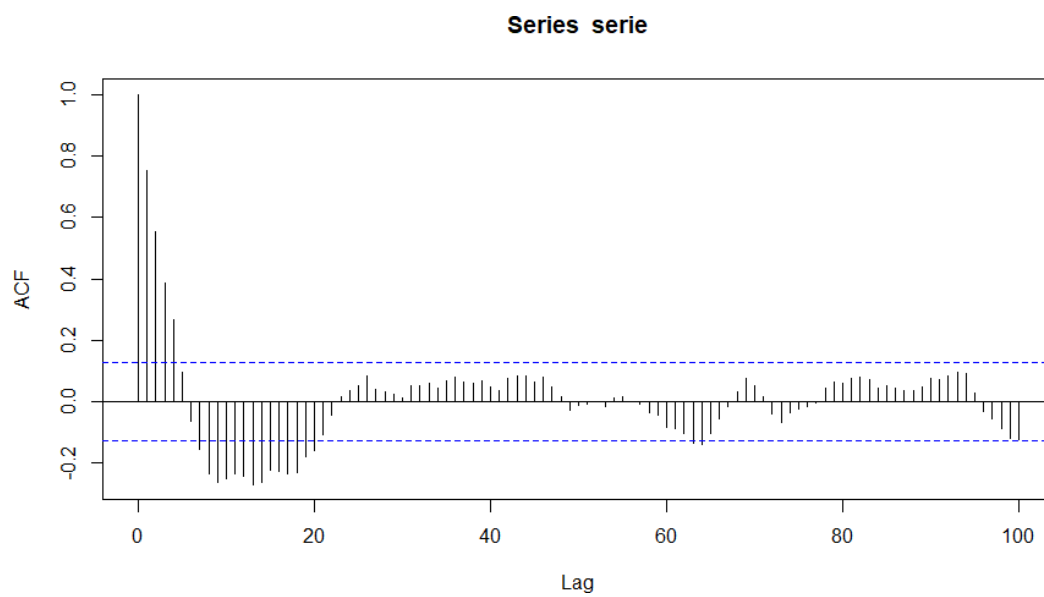


Figura 32 - Autocorrelação p14 Comprimento entrenó.

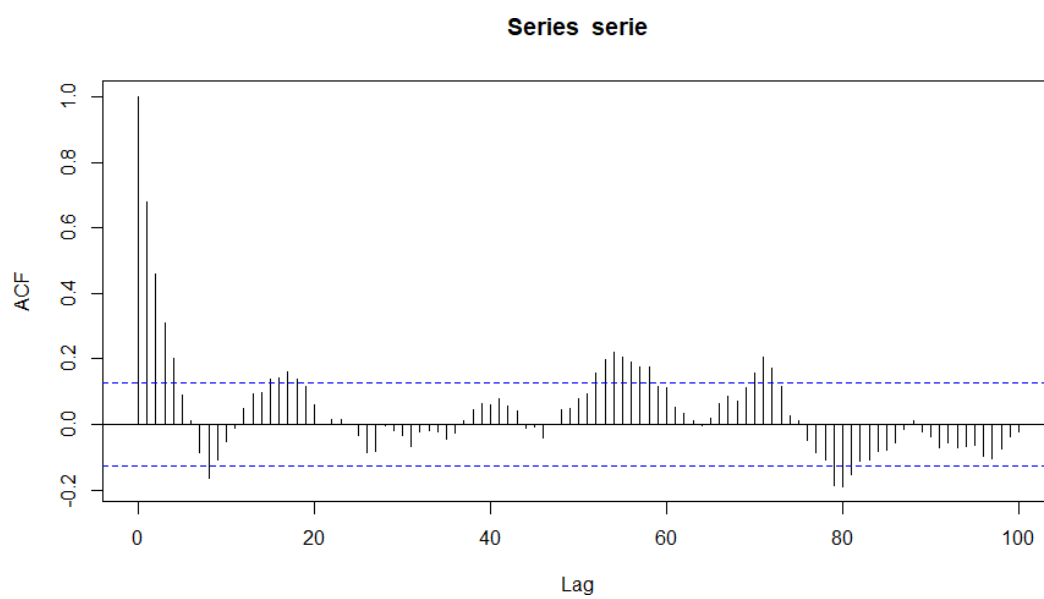


Figura 33 - Autocorrelação p14 floração.

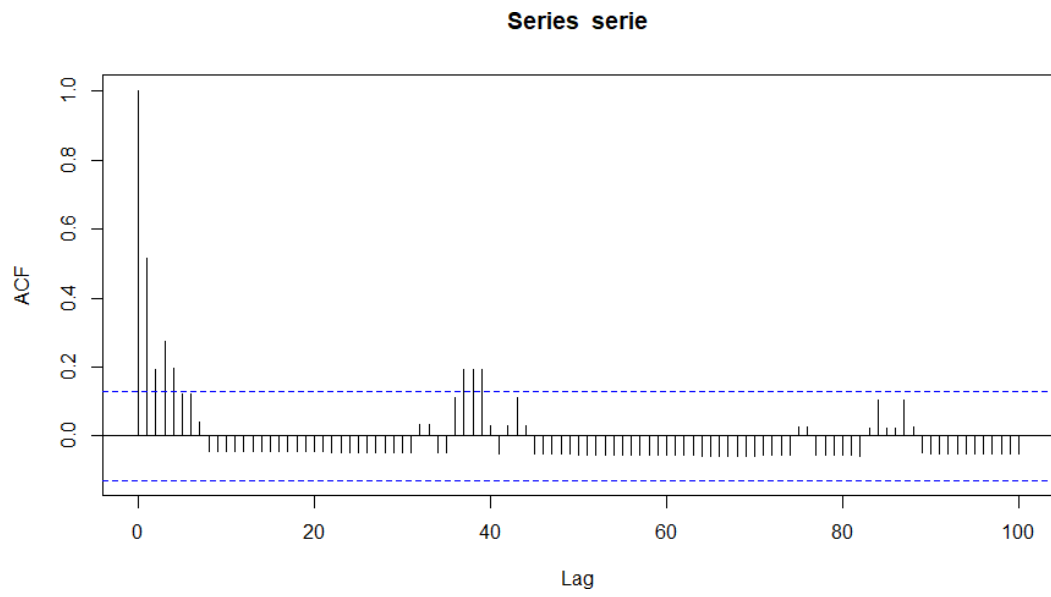


Figura 34 - Autocorrelação p14 ramificação.

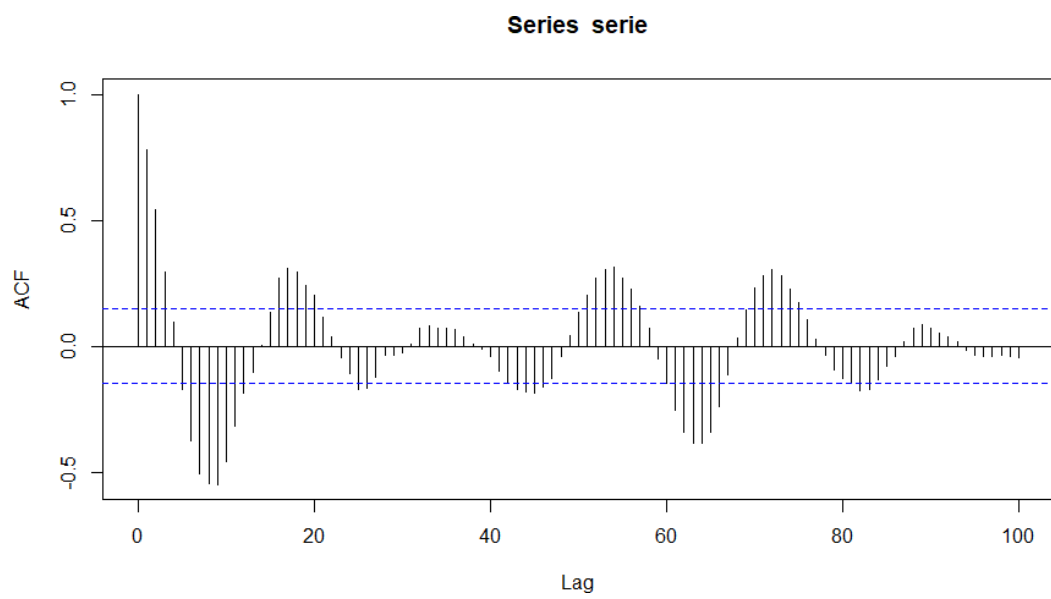


Figura 35 - Autocorrelação p15 comprimento entrenó.

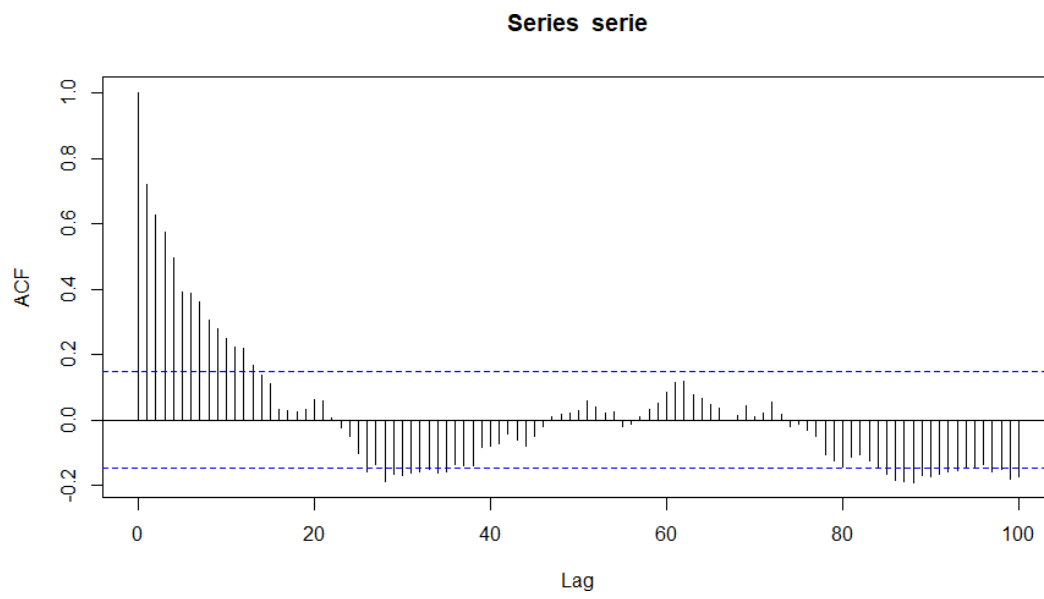


Figura 36 - Autocorrelação p15 floração estranha.

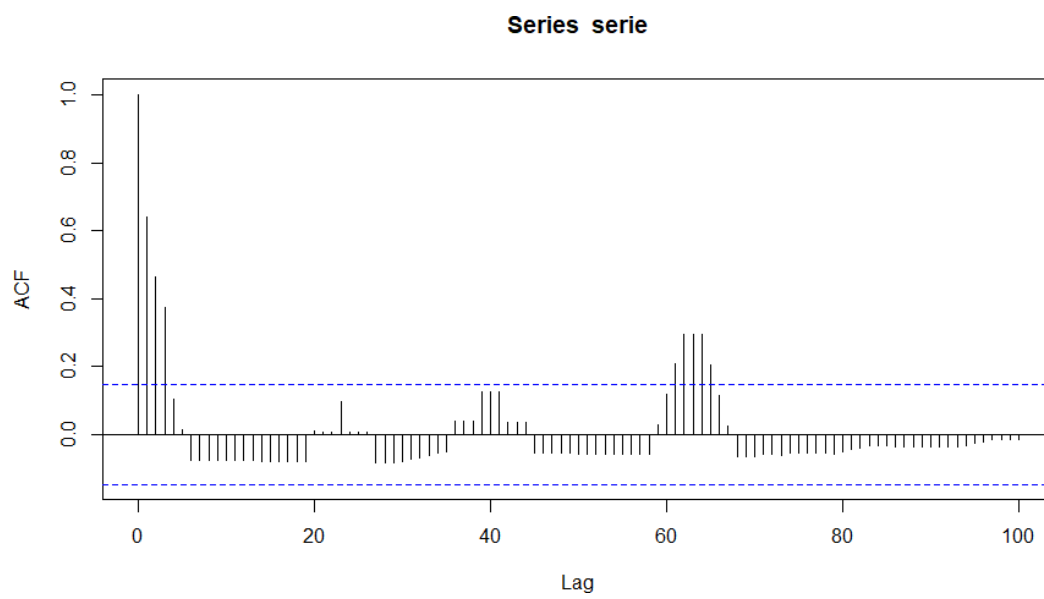


Figura 37 - Autocorrelação p15 ramificação.

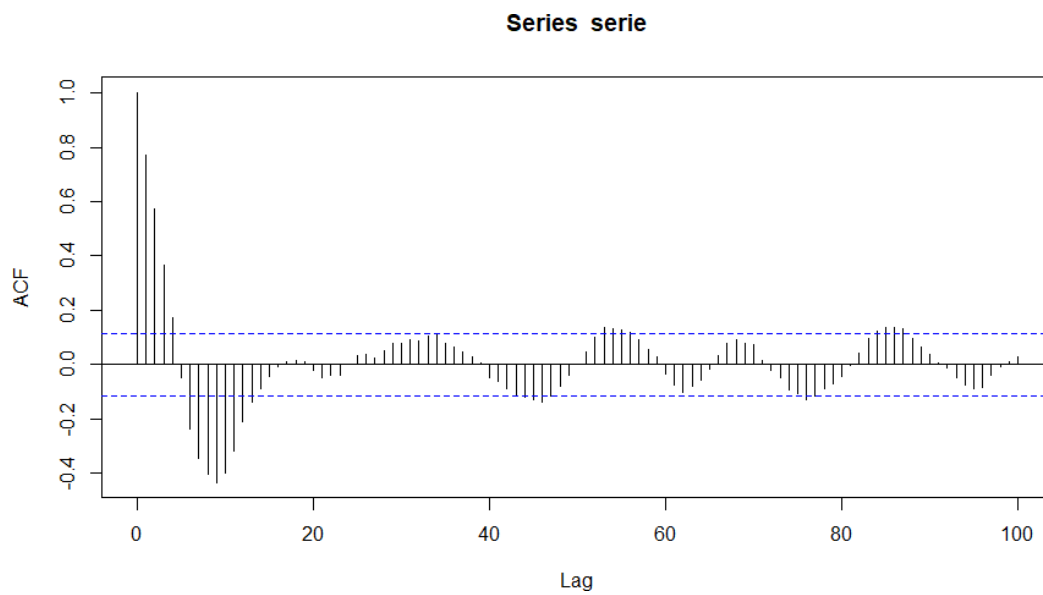


Figura 38 - Autocorrelação p16 comprimento entrenó.

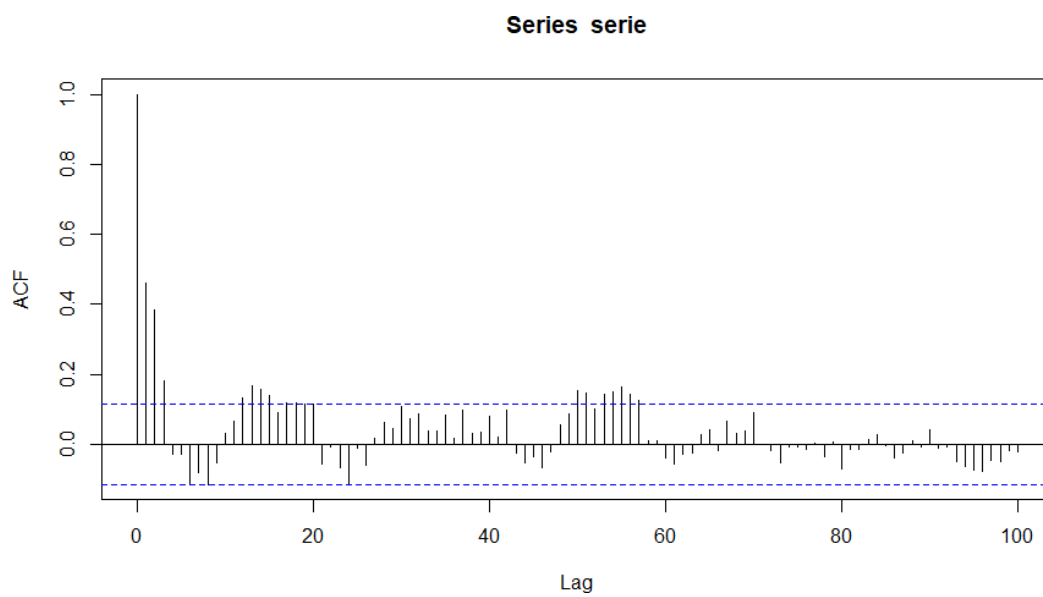


Figura 39 Autocorrelação p16 floração.

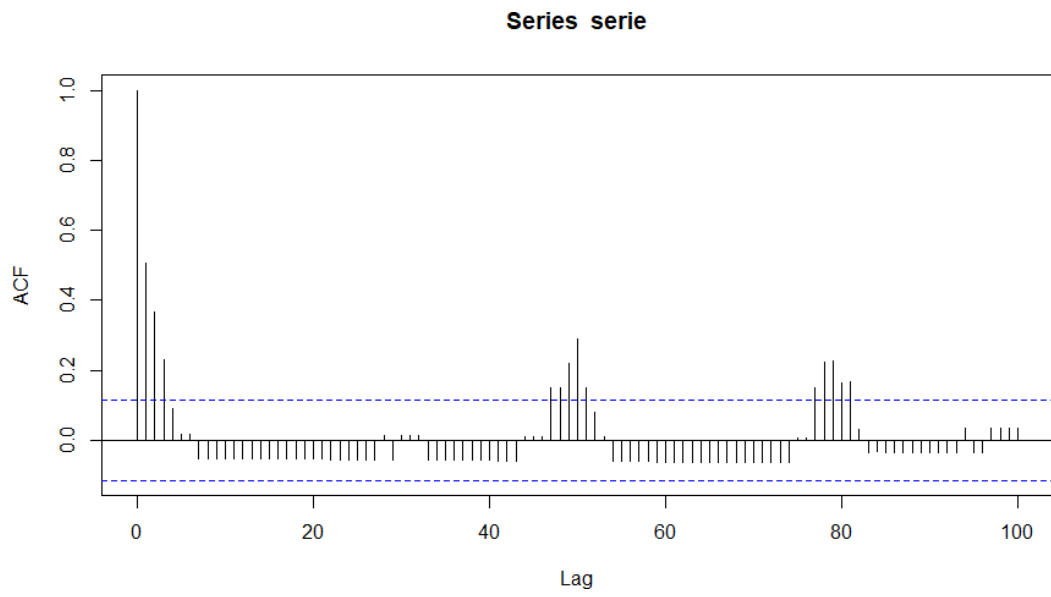


Figura 40 Autocorrelação p16 ramificação.

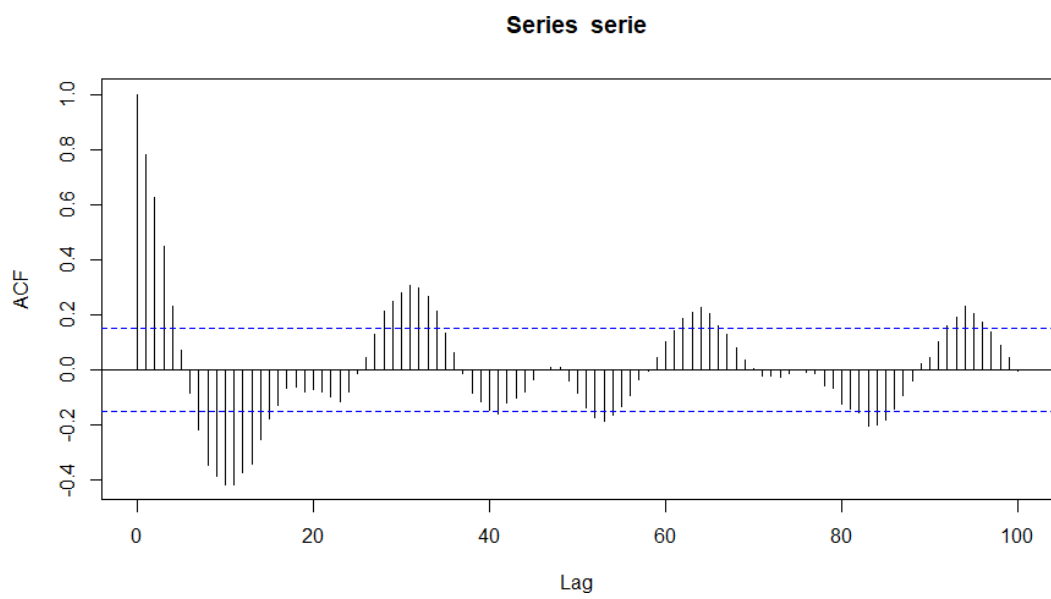


Figura 41- Autocorrelação p17 comprimento entrenó.

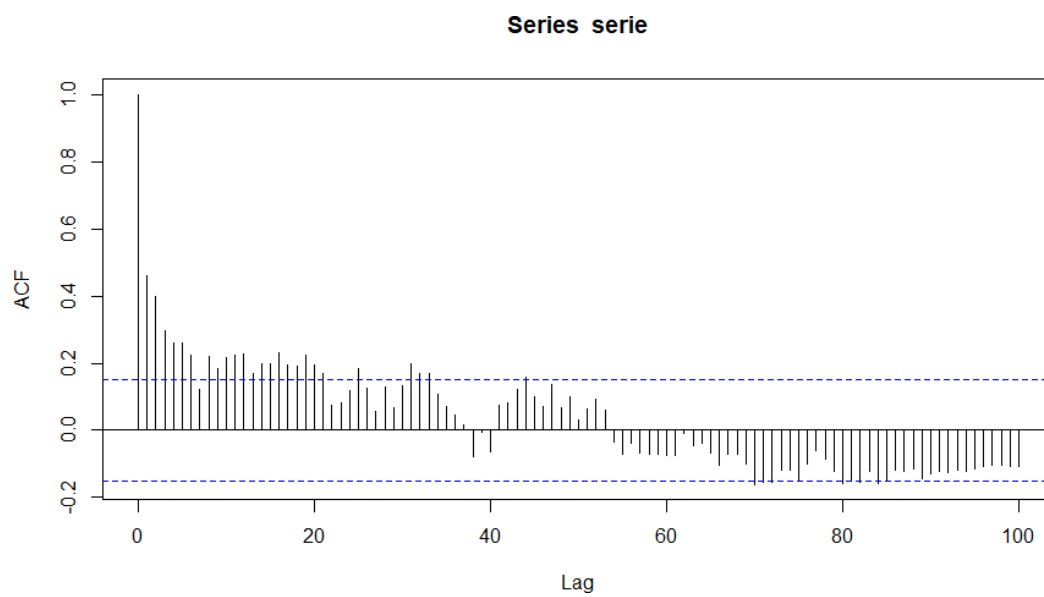


Figura 42 - Autocorrelação p17 floração tendência e contínua.

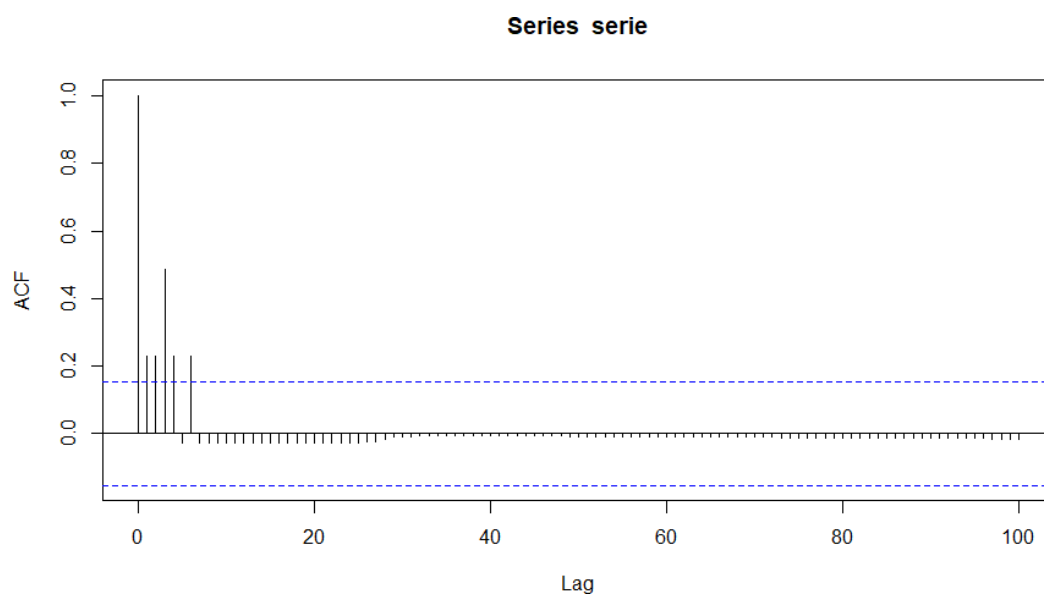


Figura 43 - Autocorrelação p17 ramificação.

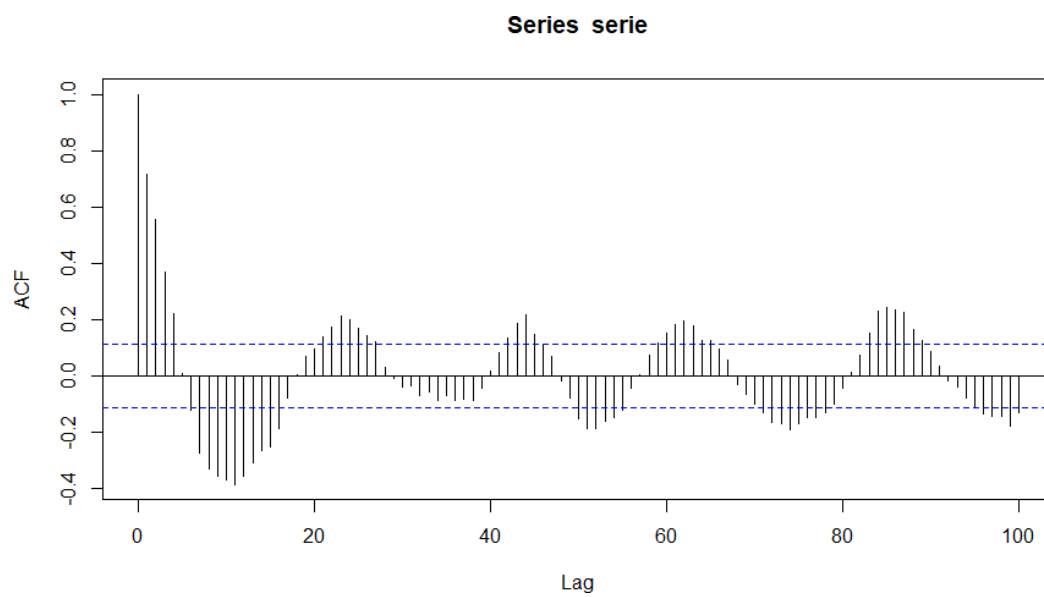


Figura 44 - Autocorreção p18 comprimento entrenó, bem regular.

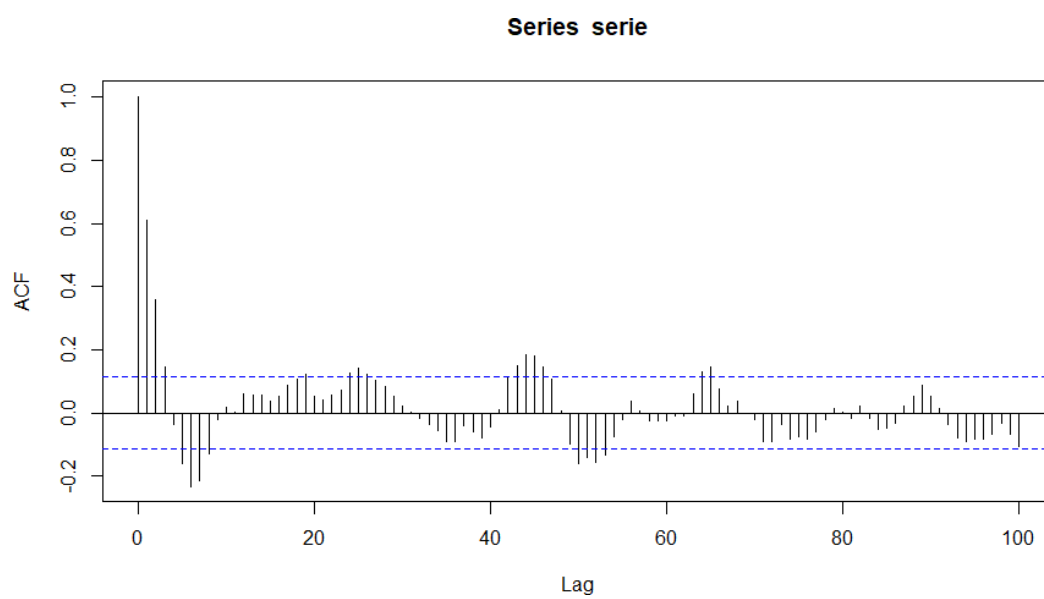


Figura 45 - Autocorreção p18 floração.

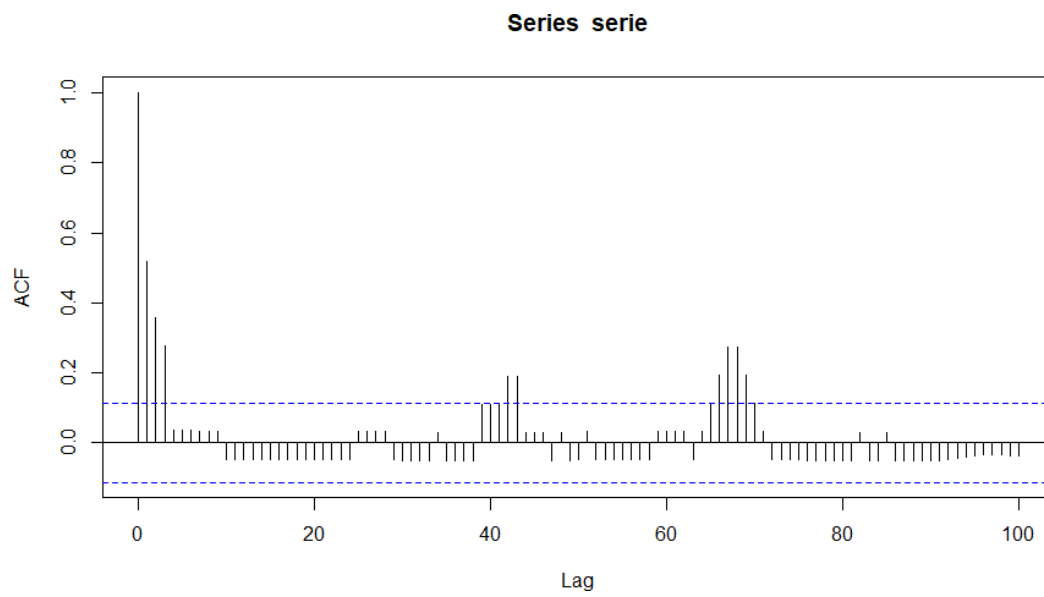


Figura 46 - Autocorreção p18 ramificação.

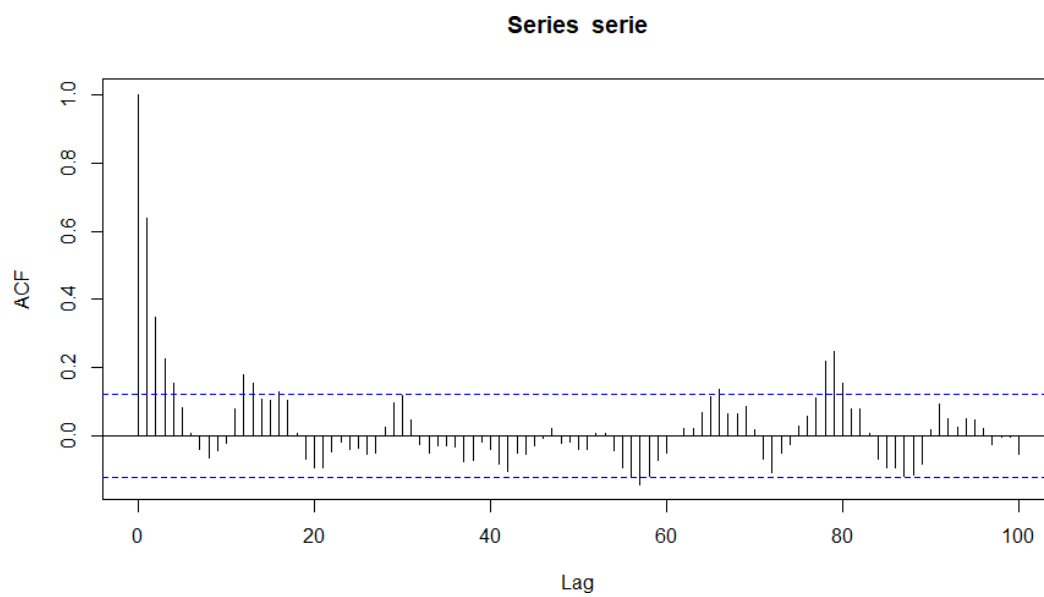


Figura 47- Autocorreção p19 comprimento entrenó.

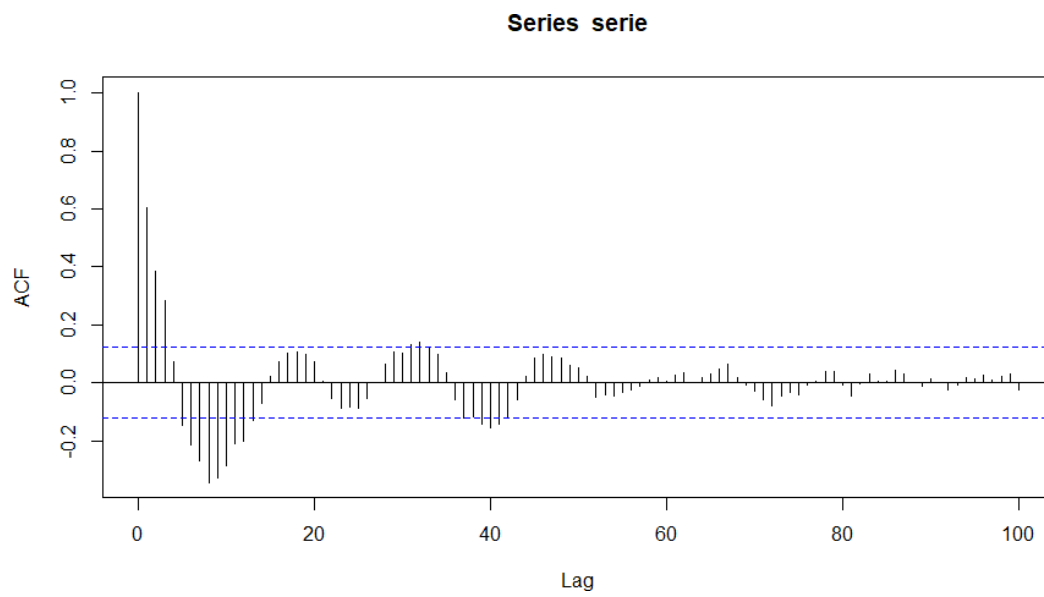


Figura 48 - Autocorrelação p19 floração.

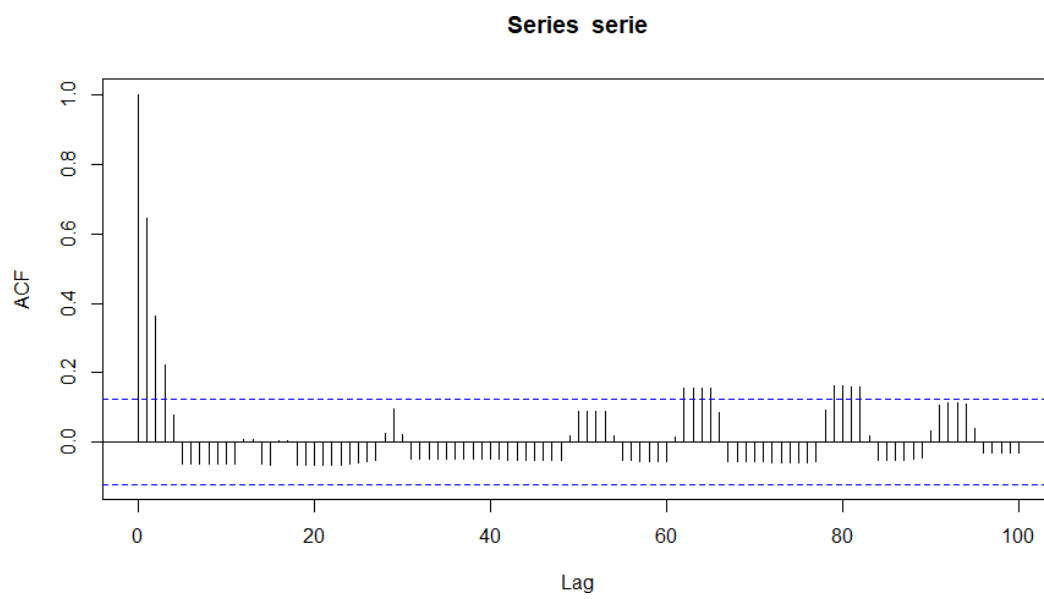


Figura 49 - Autocorrelação p19 ramificação.

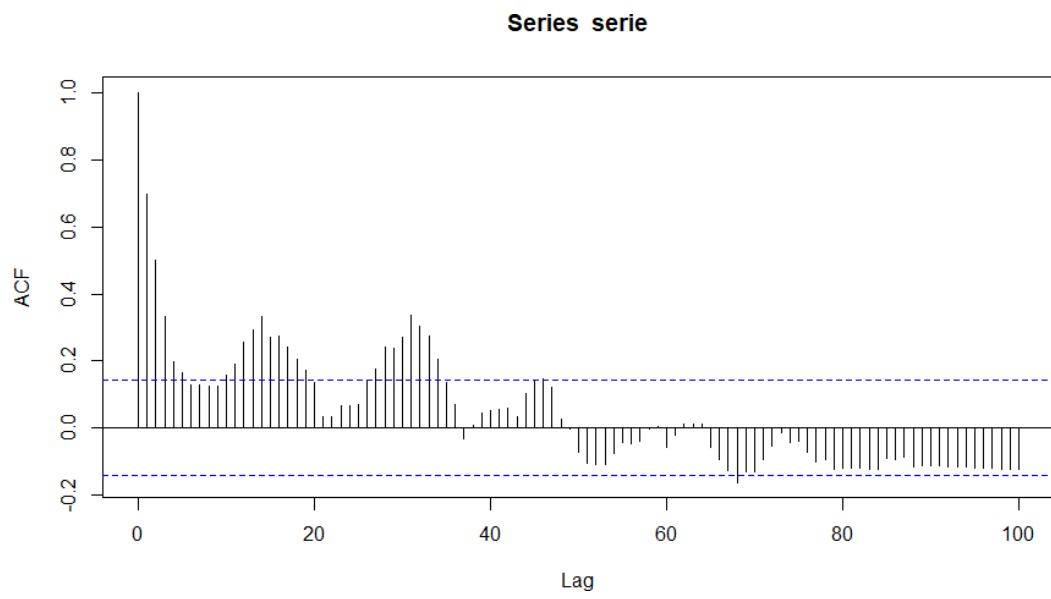


Figura 50 - Autocorreção p20 comprimento entrenó.

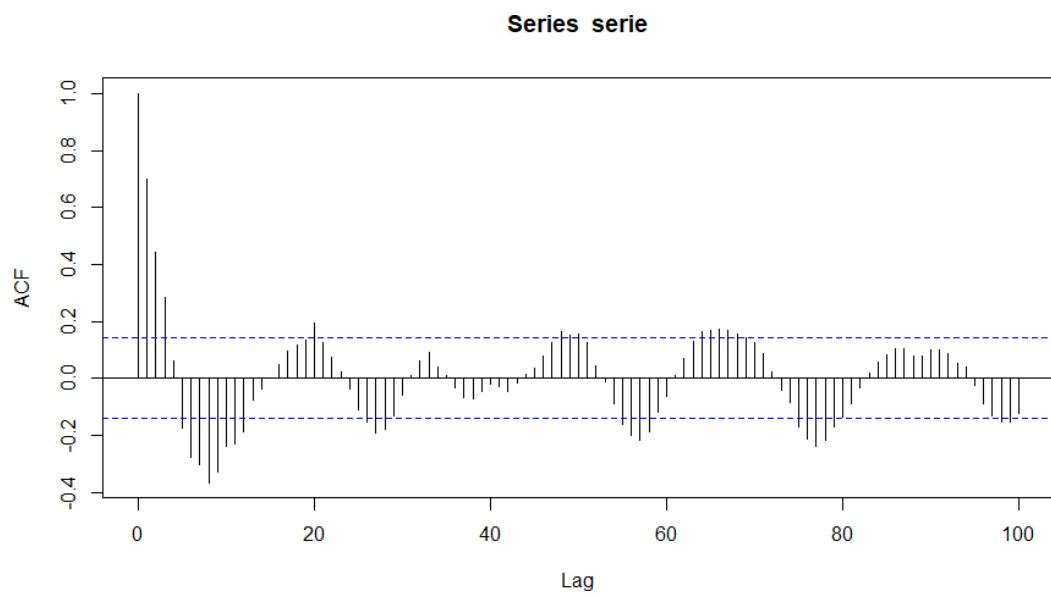


Figura 51 - Autocorreção p20 floração.

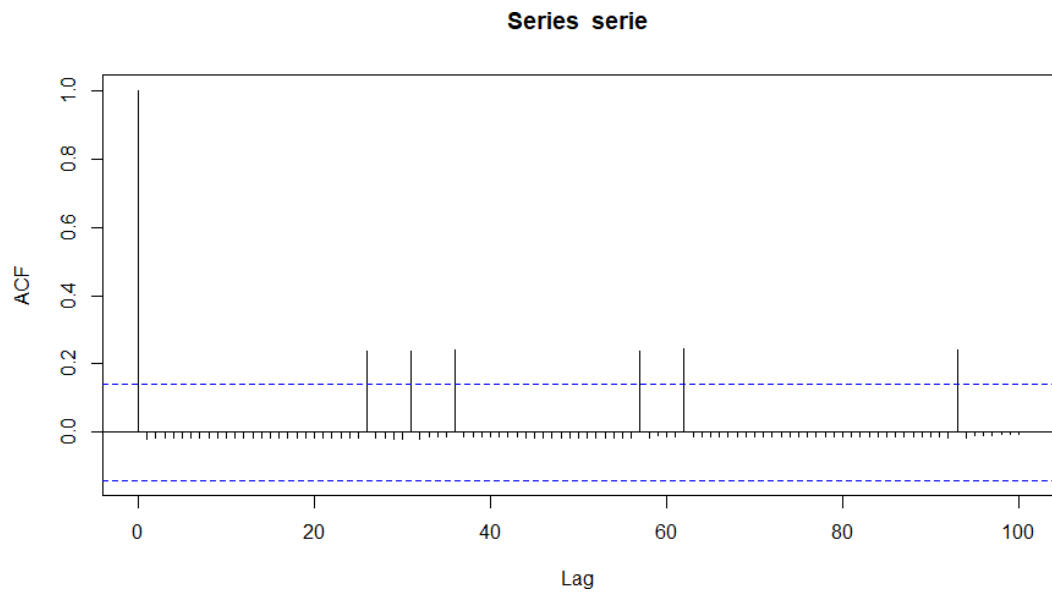


Figura 52 - Autocorrelação p20 ramificação.

8 Referências Bibliográficas

- Alvarez-Buylla, E. R., e Martinez-Ramos, M. (1992). Demography and allometry of *Cecropia obtusifolia*, a neotropical pioneer tree-an evaluation of the climax-pioneer paradigm for tropical rain forests. *Journal of Ecology*, 275–290.
- Andreacci, F., Botosso, P. C., e Galvão, F. (2014). Sinais climáticos em anéis de crescimento de *Cedrela fissilis* em diferentes tipologias de florestas ombrófilas do Sul do Brasil. *Embrapa Florestas-Artigo Em Periódico Indexado (ALICE)*.
- Angelsen, A. (1995). Shifting cultivation and “deforestation”: A study from Indonesia. *World Development*, 23(10), 1713–1729.
- Augspurger, C. K. (1983). Phenology, flowering synchrony, and fruit set of six neotropical shrubs. *Biotropica*, 257–267.
- Berg, C. C. (1978). Espécies de *Cecropia* da Amazônia Brasileira (). *Acta Amazonica*, 8(2), 149–182. <https://doi.org/10.1590/1809-43921978082149>
- Berg, C. C., Rosselli, P. F., e Davidson, D. W. (2005). *Cecropia*. In *Flora Neotropica* (Vol. 94). <https://doi.org/10.2307/4393938>
- Blagitz, M., Botosso, P. C., Bianchini, E., e Medri, M. E. (2016). Growth periodicity of trees species from a seasonal semi-deciduous forest in Southern Brazil. *Scientia Forestalis*, 44(109), 163–173.
- Borchert, R. (1983). Phenology and control of flowering in tropical trees. *Biotropica*, 81–89.
- Borchert, R. (1996). Phenology and flowering periodicity of Neotropical dry forest species: Evidence from herbarium collections. *Journal of Tropical Ecology*, 65–80.

- Borges, S. L., Eloy, L., Schmidt, I. B., Barradas, A. C. S., e dos Santos, I. A. (2016). Manejo do fogo em veredas: Novas perspectivas a partir dos sistemas agrícolas tradicionais no Jalapão. *Ambiente e Sociedade*, 19(3), 275–300.
- Boyce, C., e Neale, P. (2006). *Conducting in-depth interviews: A guide for designing and conducting in-depth interviews for evaluation input*.
- Brienen, R. J. W., Lebrija-Trejos, E., van Breugel, M., Pérez-García, E. A., Bongers, F., Meave, J. A., e Martínez-Ramos, M. (2009). The Potential of Tree Rings for the Study of Forest Succession in Southern Mexico. *Biotropica*, 41(2), 186–195. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2008.00462.x>
- Burgers, P., Ketterings, Q. M., e Garrity, D. P. (2005). Fallow management strategies and issues in Southeast Asia. *Agriculture, Ecosystems e Environment*, 110(1–2), 1–13.
- Cabrera, A. L., e Willink, A. (1973). *Biogeografía de América latina*. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico Washington DC.
- Chatfield, C. (2003). *The analysis of time series: An introduction*. Chapman and Hall/CRC.
- Chazdon, R. L. (2003). Tropical forest recovery: Legacies of human impact and natural disturbances. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 6(1–2), 51–71. <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00042>
- Climate-data.org. (2021, March 8). *Clima Mateiros: Temperatura, Tempo e Dados climatológicos Mateiros—Climate-Data.org*. <https://Pt.Climate-Data.Org/America-Do-Sul/Brasil/Tocantins/Mateiros-312503>. <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/tocantins/mateiros-312503>

- Davis, R. B. (1970). Seasonal differences in internodal lengths in *Cecropia* trees; a suggested method for measurement of past growth in height. *Turrialba*, 20(1), 100–104.
- Denevan, W. M., Padoch, C., Prance, G. T., Treacy, J. M., Unruh, J., Alcorn, J. B., Paitán, S. F., Inuma, J. C., e de Jong, W. (1988). Swidden-fallow agroforestry in the Peruvian Amazon. *Advances in Economic Botany*, 5, i–107.
- Eiten, G. (1972). The cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical Review*, 38(2), 201–341.
- Ewel, J. J. (1986). Designing agricultural ecosystems for the humid tropics. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 245–271.
- Ferreira, L. (2002). Periodicidade do crescimento e formação da madeira de algumas espécies arbóreas de Florestas Estacionais Semidecíduas da região sudeste do Estado de São Paulo. *Piracicaba: Universidade de São Paulo*.
- Fleming, T. H., e Williams, C. F. (1990). Phenology, seed dispersal, and recruitment in *Cecropia peltata* (Moraceae) in Costa Rican tropical dry forest. *Journal of Tropical Ecology*, 6(2), 163–178. <https://doi.org/DOI:10.1017/S0266467400004260>
- Frankie, G. W., Baker, H. G., e Opler, P. A. (1974). Comparative Phenological Studies of Trees in Tropical Wet and Dry Forests in the Lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*, 62(3), 881–919. <https://doi.org/10.2307/2258961>
- Gomez-Pompa, A., e Kaus, A. (2000). Domesticando o mito da natureza selvagem. *Etnoconservação: Novos Rumos Para a Proteção Da Natureza Nos Trópicos. São Paulo: Hucitec*, 125–147.

- Guédon, Y., Caraglio, Y., Heuret, P., Lebarbier, E., e Meredieu, C. (2007). Analyzing growth components in trees. *Journal of Theoretical Biology*, 248(3), 418–447. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2007.05.029>
- Hallé Francis and Oldeman, R. A. A., e B, T. P. (1978). Opportunistic Tree Architecture. In *Tropical Trees and Forests: An Architectural Analysis* (pp. 269–331). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-81190-6_4
- Heuret, P., Barthélémy, D., Guédon, Y., Coulmier, X., e Tancre, J. (2002). Synchronization of growth, branching and flowering processes in the South American tropical tree *Cecropia obtusa* (Cecropiaceae). *American Journal of Botany*, 89(7), 1180–1187. <https://doi.org/10.3732/ajb.89.7.1180>
- Heuret, P., Meredieu, C., Coudurier, T., Courdier, F., e Barthélémy, D. (2006). Ontogenetic trends in the morphological features of main stem annual shoots of *Pinus pinaster* (Pinaceae). *American Journal of Botany*, 93(11), 1577–1587. <https://doi.org/10.3732/ajb.93.11.1577>
- ICMBIO. (2014). *Plano de Manejo estação ecológica Serra Geral do Tocantins*. <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de3-conservacao/biomas-brasileiros/cerrado/unidades-de-conservacao-cerrado/2068-esec-serra4-geral-do-tocantins.html>.
- Junior, R. F. V., Varandas, S. G., Pacheco, F. A., Pereira, V. R., Santos, C. F., Cortes, R. M., e Fernandes, L. F. S. (2015). Impacts of land use conflicts on riverine ecosystems. *Land Use Policy*, 43, 48–62.
- Laurance, W. F., Nascimento, H. E. M., Laurance, S. G., Andrade, A. C., Fearnside, P. M., Ribeiro, J. E. L., e Capretz, R. L. (2006). RAIN FOREST FRAGMENTATION AND THE PROLIFERATION OF SUCCESSIONAL TREES. *Ecology*, 87(2), 469–482. <https://doi.org/10.1890/05-0064>

- Lúcio, S. L. B. (2019). *Foice, machado, fogo e enxada: Práticas de cultivo e sucessão secundária em matas de galeria inundáveis do Cerrado após agricultura itinerante*.
- Machado, B., e Walter, T. (2006). Fitofisionomias do bioma Cerrado: Síntese terminológica e relações florísticas. *Tese*, 15, 389. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062001000200014>
- Marquardt, K., Milestad, R., e Salomonsson, L. (2013). Improved fallows: A case study of an adaptive response in Amazonian swidden farming systems. *Agriculture and Human Values*, 30(3), 417–428.
- Martinez-Ramos, M., Alvarez-Buylla, E., Sarukhan, J., e Pinero, D. (1988). Treefall Age Determination and Gap Dynamics in a Tropical Forest. *Journal of Ecology*, 76(3), 700–716. <https://doi.org/10.2307/2260568>
- Martínez-Ramos, M., e Alvarez-Buylla, E. R. (1998). How old are tropical rain forest trees? *Trends in Plant Science*, 3(10), 400–405.
- Mduma, S. A., Sinclair, A., e Turkington, R. (2007). The role of rainfall and predators in determining synchrony in reproduction of savanna trees in Serengeti National Park, Tanzania. *Journal of Ecology*, 95(1), 184–196.
- Milton, K. (1991). Leaf Change and Fruit Production in Six Neotropical Moraceae Species. *Journal of Ecology*, 79(1), 1–26. <https://doi.org/10.2307/2260781>
- Miranda, H. S. (2010). *Efeitos do regime do fogo sobre a estrutura de comunidades de cerrado: Resultados do Projeto Fogo*.
- Mistry, J., e Beradi, A. (2014). *World savannas: Ecology and human use*. Routledge.
- NARDOTO, G. B., Souza, M. P., e Franco, A. C. (1998). Estabelecimento e padrões sazonais de produtividade de *Kielmeyera coriacea* (Spr) Mart. nos cerrados do

- Planalto Central: Efeitos do estresse hídrico e sombreamento. *Brazilian Journal of Botany*, 21(3).
- Naturatins, I. (2003). *Plano de manejo da área de proteção ambiental—APA Jalapão*. http://gesto.to.gov.br/site_media/upload/gestao/documentos/Plano_Manejo_APA_Jalapao.pdf
- Neeff, T., Lucas, R. M., Santos, J. R. D., Brondizio, E. S., e Freitas, C. C. (2006). Area and Age of Secondary Forests in Brazilian Amazonia 1978–2002: An Empirical Estimate. *Ecosystems*, 9(4), 609–623. <https://doi.org/10.1007/s10021-006-0001-9>
- Newstrom, L. E., Frankie, G. W., e Baker, H. G. (1994). A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, 141–159.
- Norden, N., Mesquita, R. C., Bentos, T. V., Chazdon, R. L., e Williamson, G. B. (2011). Contrasting community compensatory trends in alternative successional pathways in central Amazonia. *Oikos*, 120(1), 143–151.
- Oldekop, J. A., Holmes, G., Harris, W. E., e Evans, K. L. (2016). A global assessment of the social and conservation outcomes of protected areas. *Conservation Biology*, 30(1), 133–141. <https://doi.org/10.1111/cobi.12568>
- Padoch, C., Coffey, K., Mertz, O., Leisz, S. J., Fox, J., e Wadley, R. L. (2007). The Demise of Swidden in Southeast Asia? Local Realities and Regional Ambiguities. *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography*, 107(1), 29–41. <https://doi.org/10.1080/00167223.2007.10801373>
- Padoch, C., e Pinedo-Vasquez, M. (2010). Saving Slash-and-Burn to Save Biodiversity. *Biotropica*, 42(5), 550–552. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00681.x>

- Pedroso Júnior, N. N., Murrieta, R. S. S., e Adams, C. (2008). A agricultura de corte e queima: Um sistema em transformação. *Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 3(2), 153–174. <https://doi.org/10.1590/S1981-81222008000200003>
- Reich, P. B., e Borchert, R. (1984). Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *The Journal of Ecology*, 61–74.
- Ribeiro, J. F., da Fonseca, C. E. L., e Sousa-Silva, J. C. (2001). *Cerrado: Caracterização e recuperação de matas de galeria*. Embrapa Cerrados Planaltina.
- Sánchez-Azofeifa, G. A., Castro-Esau, K. L., Kurz, W. A., e Joyce, A. (2009). Monitoring carbon stocks in the tropics and the remote sensing operational limitations: From local to regional projects. *Ecological Applications*, 19(2), 480–494.
- Shahabuddin, G. (2009). *Dynamics between protected areas and economic use*.
- Sposito, T. (1999). *Tamanho, forma, alometria e crescimento em algumas espécies de Cecropia (Cecropiaceae) do Brasil*. <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000224721&opt=1>
- Sposito, T. C., e Santos, F. A. M. (2001). Architectural patterns of eight *Cecropia* (Cecropiaceae) species of Brazil. *Flora*, 196(3), 215–226. [https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)30043-9](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)30043-9)
- Trouet, V., Mukelabai, M., Verheyden, A., e Beeckman, H. (2012). *Cambial growth season of brevi-deciduous *Brachystegia spiciformis* trees from south central Africa restricted to less than four months*.
- Whitmore, T. C. (1990). *An introduction to tropical rain forests*. Clarendon Press.

- Zalamea, P.-C., e Barthélémy Patrick, D. H. (2009). *Cecropia growth pattern periodicity: Could be a Neotropical genus be a good biological clock to estimatethe age of disturbed areas?* [PhD Thesis].
- Zalamea, P.-C., Heuret, P., Sarmiento, C., Rodríguez, M., Berthouly, A., Guitet, S., Nicolini, E., Delnatte, C., Barthélémy, D., e Stevenson, P. R. (2012). The Genus *Cecropia*: A Biological Clock to Estimate the Age of Recently Disturbed Areas in the Neotropics. *PLOS ONE*, 7(8), e42643-.
- Zalamea, P.-C., Stevenson, P. R., Madriñán, S., Aubert, P.-M., e Heuret, P. (2008). Growth pattern and age determination for *Cecropia sciadophylla* (Urticaceae). *American Journal of Botany*, 95(3), 263–271.
<https://doi.org/10.3732/ajb.95.3.263>
- Zheng, H., Wang, Y., Chen, Y., e Zhao, T. (2016). Effects of large-scale afforestation project on the ecosystem water balance in humid areas: An example for southern China. *Ecological Engineering*, 89, 103–108.