





Meio ambiente

Análise do crescimento de *Gymnanthes klotzschiana* Müll. Arg. em diferentes posições sociológicas e condições hídricas do solo

Growth analysis of *Gymnanthes klotzschiana* Müll.Arg. in different sociological positions and soil water conditions

**Luciano Farinha Watzlawick¹ , Paulo Gabriel Caleffi Guilhermeti¹ ,
Sidnei Osmar Jadoski¹ , Joelmir Augustinho Mazon¹ **

¹Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR, Brazil

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar e correlacionar dados climáticos com o crescimento de *Gymnanthes klotzschiana* em diferentes posições sociológicas e condições de saturação hídrica do solo. As amostras foram coletadas de 116 árvores em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial com a utilização do trado de Pressler (5 mm de diâmetro). O material da amostragem foi fixado em canaletas e polido com lixas de diferentes gramaturas. Os dados de incremento foram medidos e correlacionados com variáveis climáticas e comparados com a utilização do delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial. O fator um foi composto por três níveis piezométricos (alto, médio e baixo) e o fator dois por duas posições sociológicas (dossel e sub-bosque). Os resultados da análise indicaram que o incremento para *G. klotzschiana* variou de 1,20 mm ano⁻¹ no sub-bosque, em nível piezométrico baixo, para 1,99 mm ano⁻¹ no dossel, em nível piezométrico alto. Esses resultados foram correlacionados com dados de temperatura e precipitação e constatou-se que o crescimento correlacionou-se negativamente com o somatório da precipitação para as árvores localizadas em nível piezométrico alto; e os menores valores de incremento foram registrados para as árvores que estavam localizadas em posição sociológica de sub-bosque e em nível piezométrico alto.

Palavras-chave: Dendrocronologia; nível piezométrico; posição sociológica; precipitação; temperatura

ABSTRACT

The objective of this study was to determine and correlate climate data with the growth of *Gymnanthes klotzschiana* in different positions and sociological conditions of soil water saturation. Samples were collected from 116 trees in a fragment of Mixed Rain Forest Alluvial using the auger Pressler (5 mm of diameter). The sample material was set in channels and polished with sandpaper of different weights. The data increment were measured and correlated with climatic variables and compared using the

completely randomized design in a factorial arrangement. The Factor one was composed by three piezometric levels (high, medium and low) and the factor two both sociological positions (canopy tree and undergrowth). Test results indicated that the increment for *G. klotzschiana* ranged from 1,20 mm year⁻¹ in the undergrowth in piezometric low level to 1,99 mm year⁻¹ in the canopy tree, at high piezometric level. These results were correlated with temperature and precipitation data, and it was found that: growth is negatively when correlated with the sum of precipitation for the trees located in high piezometric level; and the smallest increment values were registered for the trees that were located in sociological position of undergrowth and high piezometric level.

Keywords: Dendrochronology; water level; sociological position; precipitation; temperature

1 INTRODUÇÃO

A floresta Ombrófila Mista Aluvial é caracterizada por uma pequena quantidade de espécies seletivas e adaptadas que se desenvolvem nos solos aluviais altamente higromórficos e estão sujeitos às periódicas enchentes que ocorrem ao longo dos rios do planalto sul-brasileiro. A dinâmica de água no solo é o principal fator que define a vegetação de um hábitat (IVANAUSKAS *et al.*, 1997; LOBO; JOLY, 2009; RODRIGUES; SHEPHERD, 2009). Na floresta a *Gymnanthes klotzschiana* é a espécie mais recorrente (BARDDAL *et al.*, 2004a e 2004b; LIMA *et al.*, 2012; MACHADO *et al.*, 2013; CARVALHO *et al.*, 2014). Assim, esta espécie tem um papel importante para equilíbrio ecológico desta vegetação. Vários fatores podem explicar esta predominância, tais como: adaptação às diferentes condições hídricas do solo, pioneirismo e dispersão autocórica, entre outras.

Para Guilhermeti (2015) *Gymnanthes klotzschiana* possui interações entre estratégicas morfoanatômicas e metabólicas e, assim, consegue sobreviver durante longos períodos de inundação. Além disso, a espécie é melífera e seus frutos atraem a avi-fauna. Essas características tornam esta planta indispensável para recuperação de ambientes aluviais com elevada saturação hídrica do solo. No entanto, existem poucos estudos sobre a sua dinâmica ambiental, sobretudo análises entre as interações de posição sociológica e saturação hídrica do solo.

A posição sociológica é um fator determinante nos processos ecológicos e fisiológicos dos vegetais, pois definem a incidência de luminosidade que pode

influenciar, positiva ou negativamente, o desenvolvimento e a estabelecimento das plântulas (ALVARENGA *et al.*, 2003; LIMA JR. *et al.*, 2006).

A dinâmica da água no solo atua na definição das características edáficas e vegetacionais na faixa ciliar. A saturação hídrica do solo pode ser o principal definidor da vegetação. Quando os solos atingem níveis elevados de saturação hídrica não permitem o metabolismo aeróbico das plantas (IVANAUSKAS *et al.*, 1997; LOBO; JOLY, 2009).

Diante disso, como as formações aluviais apresentam características exclusivas em função dos diferentes fatores ambientais, a determinação do crescimento de *G. klotzschiana* pode evidenciar resultados relevantes da cronologia da espécie numa escala temporal. Aliar o crescimento da espécie com dados da oscilação vertical do lençol freático pode fornecer dados inovadores e exclusivos sobre o padrão de crescimento da espécie em diferentes níveis de saturação hídrica do solo.

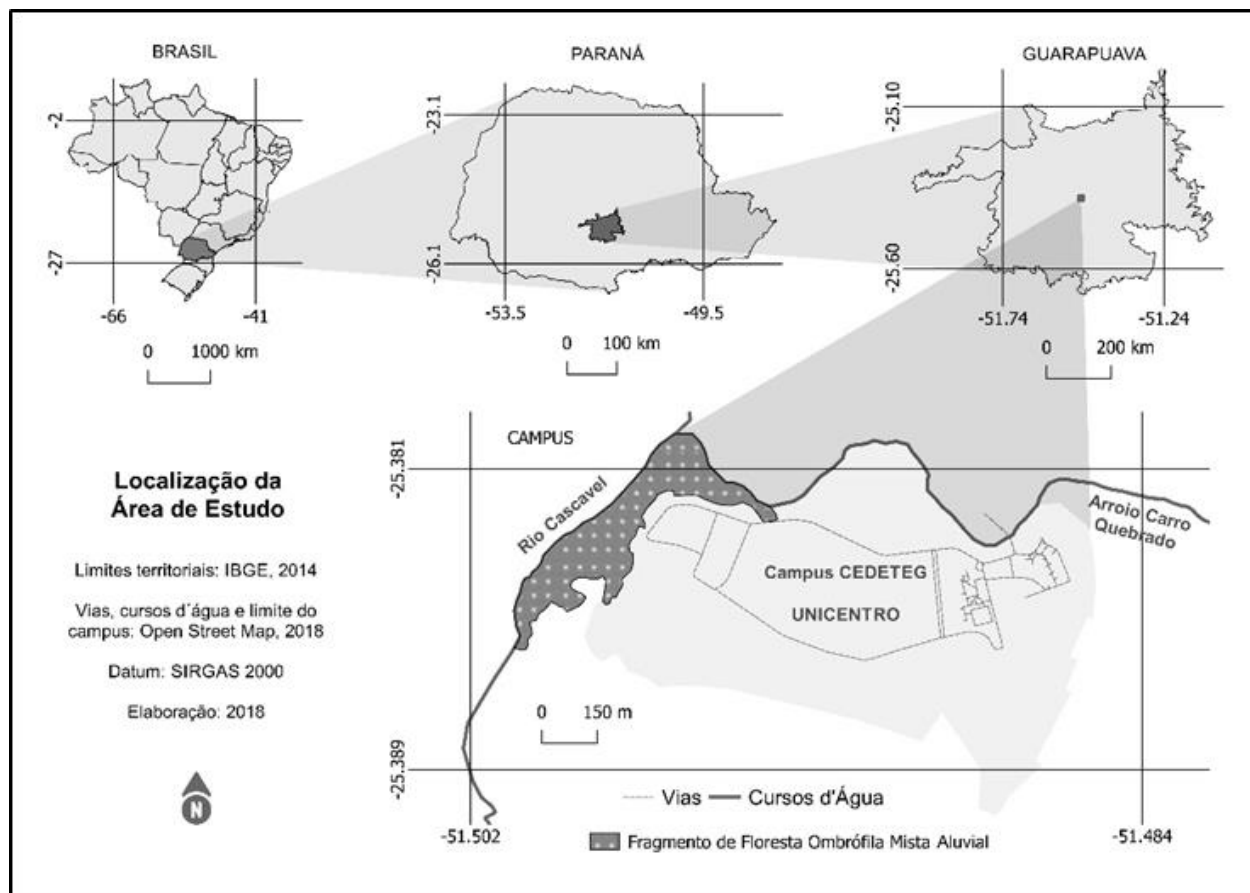
O objetivo do estudo foi determinar o crescimento de *Gymnanthes klotzschiana* em diferentes posições sociológicas, condições de saturação hídrica do solo, e correlacionar com dados climáticos

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área

A área de estudo localiza-se no campus CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, no município de Guarapuava, Estado do Paraná. Com altitude de aproximadamente 1020 metros em relação ao nível do mar e está inserida no terceiro planalto paranaense. A vegetação do fragmento é de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, com aproximadamente 11,5 ha, localizada entre as coordenadas geográficas 25° 23' 00" S – 51° 30' 00" W e 25° 22' 47" S – 51° 29' 43" W (Figura 1).

Figura 1 - Localização da área de estudo no município de Guarapuava – PR



Fonte: Autores (2020)

A área faz parte da bacia hidrográfica do Rio Cascavel (BHRC). O fragmento florestal do estudo é margeado na porção norte pelo Arroio Carro Quebrado e na porção oeste pelo Rio Cascavelzinho. Considerando a classificação Climática de Köppen-Geiger (1928) o clima é do tipo Cfb, com temperatura média nos meses mais frios entre -3 °C e 18 °C e nos meses mais quentes inferior a 22 °C. A precipitação pluvial bem distribuída ao longo do ano. A média do somatório anual da precipitação dos últimos 29 anos (1984-2013) é de 1905 mm/ano, conforme SILVA *et al.* (2016).

O vulcanismo que ocorreu na região deu origem às rochas basálticas em sua grande maioria que originaram os solos: Latossolo Bruno, Nitossolo Bruno, Hidromórficos, Cambissolos e Neossolos Litólicos. Os solos hidromórficos, que estão presentes na área, geralmente, são Estes solos são essencialmente

constituídos de matéria orgânica, provenientes do depósito de restos vegetais em grau variado de decomposição Organossolos (EMBRAPA, 2013).

A tipologia vegetal é classificada como Floresta Ombrófila Mista Aluvial (IBGE, 2012). A vegetação natural da área de estudo está inserida numa região de solos úmidos, em função da presença de corpos hídricos no entorno da área que influenciam a distribuição natural da vegetação. A área de estudo está bastante alterada, principalmente pelos processos antrópicos nas regiões do entorno.

2.2 Mensuração do nível piezométrico e posição sociológica das árvores

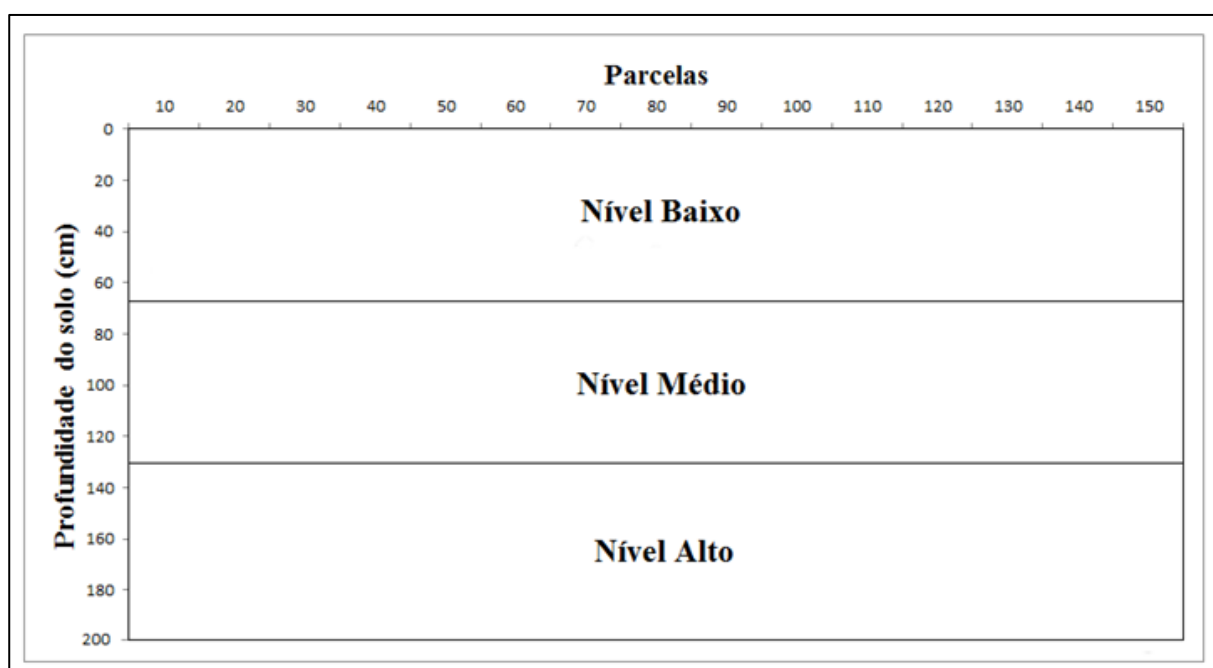
A seleção das árvores de *G. klotzschiana* para serem realizadas as tradagens contemplou indivíduos localizados em diferentes níveis piezométricos e distintas posições sociológicas, a escolha da espécie foi devido a mesma ser uma das espécies mais características da fisionomia em estudo e também, por ela apresentar plasticidade de colonizar ambientes com diferentes condições hídricas.

Destas árvores foram tomadas as medidas de circunferência na altura do peito (1,30 m), por meio de fita métrica. A altura total foi mensurada com uma régua telescópica de 15 metros. As árvores que apresentaram a copa exposta diretamente ao sol foram consideradas árvores de dossel (DS), enquanto as que apresentaram a totalidade da copa sombreada foram consideradas árvores do sub-bosque (SB). As amostras dendrocronológicas foram retiradas a partir da tradagem, com trado de Pressler, de 116 árvores. A coleta foi aleatória para contemplar diferentes níveis piezométricos e distintas posições sociológicas.

As classes piezométricas foram criadas através da estratificação do nível de água no solo por meio das medições dos piezômetros. Em função dos dados piezométricos anuais foram estabelecida três classes de drenagem de solo, conforme figura 2. Como não existe um referencial, optou-se em parametrizar estas classes de maneira equidistantes. Classe 1: Nível piezométrico alto (lençol freático aparente distante no máximo 66,6 cm da superfície do solo – solo

permanentemente saturado); Classe 2: Nível piezométrico médio: (lençol freático aparente distante entre 66,66 e 133,33 cm da superfície do solo – solo moderadamente saturado); Classe 3: Nível piezométrico baixo (lençol freático aparente abaixo de 133,33 cm da superfície ou ausente – solo bem drenado).

Figura 2 - Determinação dos níveis piezométricos amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava –PR



Fonte: Autores (2020)

A partir das duas posições sociológicas e dos três níveis piezométricos resultaram seis combinações: SBa= árvores do sub-bosque e nível piezométrico alto; SBm = árvores do sub-bosque e nível piezométrico médio; SBb= árvores do sub-bosque e nível piezométrico baixo; Das = árvores do dossel e nível piezométrico alto; DSm= árvores do dossel e nível piezométrico médio; e DSb= árvores do dossel e nível piezométrico baixo. De maneira aleatória foram realizadas as coletas dendrocronológicas nas diferentes posições sociológicas e piezométricas.

2.3 Coleta e separação dos rolos de incremento

De um total de 116 árvores totalizaram 232 rolos de incremento. Os orifícios deixados pela coleta das amostras foram preenchidos com cera de abelha "*in natura*" para não prejudicar o desenvolvimento da árvore. As amostras retiradas foram armazenadas em tubos plásticos e devidamente identificadas. Em seguida, as amostras foram fixadas com cola branca em um "porta rolo" de madeira para promover a secagem em temperatura ambiente por um período de quatro semanas. Na sequência as mesmas foram polidas com lixas para madeira de número 100, 180, 220, 320, 400 e 600 para facilitar a leitura dos anéis de crescimento.

As amostras foram marcadas na transversal do lenho para identificar o limite dos anéis de crescimento. Em seguida, elas foram digitalizadas ao lado de uma régua com um scanner de mesa de 1200 ppp (pontos por polegada) de resolução. As imagens obtidas foram visualizadas no *software Image toll* 2.0. A mensuração do incremento foi realizada com o auxílio da ferramenta de distância.

2.4 Estandarização e correlação dos dados de crescimento com variáveis climáticas

A verificação estatística das séries (controle inicial da largura dos anéis) foi realizada com *software Cofecha* (HOLMES, 1983). Este é exclusivo para análise dendrocronológicas e realiza um ajuste das séries para identificar amostras e segmentos que apresentam problemas de mensuração do crescimento. A sincronização das amostras foi realizada com um ajuste de uma função *spline* cúbica, que realiza a divisão de cada série pelo valor correspondente da curva *spline*. O Cofecha fornece uma cronologia chamada "*Master*".

O software *Arstan* possibilitou a remoção das tendências de crescimento de cada amostra com o ajuste de uma função exponencial negativa e da aplicação de

uma função *spline* cúbica. Neste *software*, a série *master* é padronizada para eliminar as tendências de crescimento e gerar uma série denominada *standard*.

Na sequência do processo de análise, os dados de crescimento de cada ano foram correlacionados com os índices de temperatura e precipitação, por meio do *software* Assistat 7.7 Beta. Os dados climáticos foram obtidos da estação meteorológica da Universidade Estadual do Centro Oeste, distante aproximadamente 200 metros da área de estudo. O período de análise foi do ano de 1984 até 2012.

2.5 Comparação do crescimento em diferentes níveis piezométricos

Os dados de incremento, oriundos das análises de crescimento, foram comparados estatisticamente em função das posições sociológicas e níveis piezométricos para verificar diferenças estatísticas de incremento nas distintas combinações. Os dados de diâmetros das amostras foram submetidos à análise de estatística descritiva para avaliar o desvio padrão e o coeficiente de variação das amostras.

Os valores de incremento de *G. klotzschiana* foram submetidos a comparação por meio de um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial (3x2) com 6 repetições. As repetições compreenderam as médias de incremento anual de 6 árvores para cada tratamento de um período de 20 anos (1992-2012). Como fator um foram considerados os três níveis piezométricos (alto, médio e baixo) e como fator dois as duas posições sociológicas (dossel e sub-bosque). Assim, os tratamentos foram gerados em função das combinações entre níveis piezômetros e posições sociológicas. O teste de *Bartlett* foi realizado para verificar a homogeneidade das variâncias. Na sequência foi realizada a análise de variância (ANOVA) e aplicado o teste de Duncan com probabilidade de confiança de 95%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise dendrocronológicas

Apenas 48 amostras, de um total de 116, foram viáveis para a análise da leitura dos anéis de crescimento. A perda de 68 amostras ocorreu principalmente em função da detecção dos limites dos anéis de crescimento, pela presença de anéis falsos, pela dificuldade de leitura e por danos nas amostras durante o lixamento. Outros autores também encontraram a mesma dificuldade com a preparação das amostras desta espécie (COSMO *et al.*, 2010; LONGHI-SANTOS, 2013).

Com o programa Cofecha foi possível sincronizar, de maneira satisfatória, apenas 21 árvores e 27 séries de um total de 48 árvores e 96 séries. Os valores de intercorrelações obtidos na análise variaram de 0,248 a 0,522 nas diferentes combinações. As séries cronológicas apresentaram valores de intercorrelação abaixo do valor crítico e, provavelmente, contribuíram para perda da correlação.

A intercorrelação é o valor oriundo da comparação entre series anuais de crescimento através do software *Cofecha*. As árvores que estavam em unidades amostrais com nível piezométrico mais profundo obtiveram as maiores intercorrelações, enquanto que as árvores de unidades amostrais que estavam com níveis piezométricos mais superficial apresentaram os menores valores.

Para Almeida *et al.*, (2004), as espécies que se situam em áreas inundáveis, nos períodos de cheias, apresentam pouco crescimento ou até mesmo não incrementam e formam anéis de crescimento distintos no caule. Este fenômeno pode definir valores baixos de séries cronológicas localizadas em parcelas com alta influência hídrica. As menores intercorrelações de árvores localizadas em áreas alagadas, também podem estar relacionadas à frequência e a duração dos alagamentos. Estes podem influenciar o ciclo normal de crescimento da planta e

gerar respostas diferentes nos anéis de crescimento como a presença de anéis falsos (COSMO *et al.*, 2010).

As árvores do sub-bosque com baixo nível piezométrico (SBb), obtiveram intercorrelação de 0,522 e as árvores de dossel e nível piezométrico baixo (DSb) obtiveram o valor de 0,45 (Tabela 1). Para espécies que crescem em locais que permitem a delineação dos períodos estivais e primaveris, quando a demarcação dos anéis de crescimento são nítidos os valores de intercorrelação acima de 0,5 são considerados desejáveis.

Tabela 1 - Resultados obtidos na avaliação das diferentes sincronias dos dados nas diferentes combinações de indivíduos *Gymnanthes klotzschiana* amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de Guarapuava –PR

Parâmetros	Cronologias					
	SBa*	SBm*	SBb*	DSa*	DSm*	DSb*
Número de Séries	6	10	8	6	8	9
Período Considerado	1970	1981	1991	1964	1966	1977
	2012	2012	2012	2012	2012	2012
Número de Anéis	180	223	148	229	262	224
Intercorrelação (r)	0,303	0,288	0,522	0,301	0,248	0,450
Sensibilidade média	0,32	0,358	0,372	0,325	0,325	0,327

Em que: SBa = árvores do sub-bosque e nível piezométrico alto; SBm = árvores do sub-bosque e nível piezométrico médio; SBb = árvores do sub-bosque e nível piezométrico baixo; DSa = árvores do dossel e nível piezométrico alto; DSm = árvores do dossel e nível piezométrico médio; DSb = árvores do dossel e nível piezométrico baixo

Em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Araucária – PR, Longhi-Santos (2013) encontraram valores de intercorrelação entre as séries para indivíduos de *G. klotzschiana* de 0,442 para árvores de dossel e de 0,497 para árvores do sub-bosque. Os valores acima de 0,30 indicam alta sensibilidade às mudanças ambientais. No presente trabalho, os valores de sensibilidade média foram sempre superiores a 0,32, ou seja, de alta sensibilidade.

Para a mesma espécie, Longhi-Santos (2013) obteve valor médio de 0,387 e Kanieski *et al.*, (2017) obteve valor superior a 0,39.

Em relação à idade das árvores analisadas na pesquisa, constatou-se que a mais velha ingressou no ano de 1964 e a mais jovem no ano de 2002. A idade dos indivíduos analisados variaram de 10 a 48 anos. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Longhi-Santos (2013) que tiveram variação de 16 a 43 anos, enquanto os encontrados por Kanieski *et al.*, (2017) foram de 25 a 48 anos.

3.2 Correlação do crescimento de *Gymnanthes klotzschiana* com variáveis climáticas

Ao comparar os dados das séries de crescimento padronizadas pelo *Arstan* com as variáveis climáticas, constatou-se que as correlações significativas foram com os dados de precipitação. As demais variáveis temperatura mínima, média e máxima não apresentaram correlações significativas a 95 e 99% de probabilidade. Com 99% de probabilidade de confiança, as árvores de sub-bosque localizadas em nível piezométrico alto, apresentaram valor de correlação de (-) 0,59 com a precipitação total. Com 95% de probabilidade de confiança, as árvores de dossel, em nível piezométrico alto e baixo, apresentaram valor de correlação de (-) 0,45 e (-) 0,40 respectivamente, com o somatório da precipitação. Estas correlações negativas de incremento e precipitação indicam que, o aumento das chuvas influencia negativamente o crescimento anual da espécie (Tabela 2).

O período mais favorável para o crescimento de *G. klotzschiana* ou de qualquer árvore é o período que se estende do início da primavera até o término do verão, quando as árvores apresentam o crescimento primaveril ou lenho inicial que, geralmente, é o anel de maior tamanho na Anatro. A análise dos dados climáticos dos últimos 28 anos constatou que, nos meses de maior crescimento das árvores (primavera e verão) é o período onde ocorrem os maiores índices pluviométricos. Nesses meses, os índices de precipitação são sempre superiores a

160 mm e podem superar os 200 mm nos meses de janeiro e outubro. Desta maneira, esta análise é importante, pois permite inferir que neste período de melhor favorecimento para o crescimento, há uma elevada precipitação e uma maior saturação hídrica do solo que pode vir a dificultar o crescimento de *Gymnanthes klotzschiana*.

Tabela 2 - Correlações obtidas dos dados de crescimento de *Gymnanthes klotzschiana* com precipitação, temperatura média, mínima e máxima nas diferentes combinações em fragmento da Floresta Ombrófila Mista no município de Guarapuava –PR

	SBa	SBm	SBb	DSa	DSm	DSb	Prec	Tméd	Tmín	Tmáx
SBa	1									
SBm	-0,18	1								
SBb	-0,32	0,03	1							
DSa	0,58**	-0,07	-0,38*	1						
DSm	-0,52**	0,35	0,30	-0,41*	1					
DSb	0,16	-0,03	0,15	0,31	-0,01	1				
Prec	-0,59**	0,15	0,001	-0,45*	0,21	-0,4*	1			
Tméd	-0,27	-0,12	0,20	-0,09	0,06	0,1	-0,07	1		
Tmín	-0,349	0,08	0,24	-0,33	0,19	-0,2	0,27	0,69**	1	
Tmáx	-0,06	-0,12	-0,022	0,16	-0,08	-0,22	-0,11	0,67**	0,34	1

Onde: SBa= árvores do sub-bosque e nível piezométrico alto; SBm= árvores do sub-bosque e nível piezométrico médio; SBb= árvores do sub-bosque e nível piezométrico baixo; DSa= árvores do dossel e nível piezométrico alto; DSm= árvores do dossel e nível piezométrico médio; DSb= árvores do dossel e nível piezométrico baixo; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); Prec: Média do Somatório da precipitação de Agosto-Julho (1984-2012); Tméd: Temperatura média; Tmín: Temperatura mínima Tmín: Temperatura mínima (1984-2012).

Aliado aos altos índices de precipitação, a localização da área de estudo também influenciou diretamente no processo de crescimento desta espécie. Esta é uma área de várzea ou fundo de vale que permanece a maior parte do ano com o solo saturado, em função do processo de antropização do entorno. Dos rios que contemplam a bacia do Rio Cascavel, o Arroio Carro Quebrado, que margeia a área é o que possui maiores densidades de área urbanizadas. Por isso, este rio recebe as maiores volumes de água, principalmente pelo escoamento superficial e pela falta de área de infiltração. Este fenômeno promove, muitas vezes, durante o ano,

o afloramento do lençol freático e, eventualmente, o extravasamento do leito do rio.

Outro fator importante que contribui para a diminuição do crescimento de *G. klotzschiana* é o tipo de solo. Nas subunidades da área de estudo, que apresentaram alto nível piezométrico, os solos são hidromórficos com grande quantidade de argila. Esta característica e a presença de substrato rochoso muito raso dificultam a drenagem do solo e favorecem o afloramento do lençol freático.

Diversos autores encontraram resultados diferentes ao correlacionar o crescimento com variáveis climáticas. Spathelf *et al.* (2000) estudaram o crescimento de *Ocotea pulchella* Ness et Mart. Ex Ness na cidade de Santa Maria – RS. Esta espécie da Floresta Ombrófila Mista Aluvial, obteve incremento de 4,4 mm ano⁻¹. Os autores não obtiveram resultados significativos da correlação de crescimento com nenhuma variável climática; entretanto, os resultados indicam que o excesso hídrico é a variável mais importante.

Os dados de correlação entre variáveis climáticas e crescimento para as espécies da Floresta Ombrófila Mista Aluvial diferem dos resultados encontrados nesta pesquisa. No município de Araucária – PR, Longhi-Santos (2013) verificou que incremento de *G. klotzschiana* estava positivamente correlacionado com a elevação da temperatura mínima. Em outro estudo, verificou-se que o crescimento foi influenciado positivamente pela temperatura média para as espécies: *Hovenia dulcis*, *S. commersoniana*, *Myrrrhinium loranthoides* (KANIESKI *et al.*, 2012) e *Blepharocalyx salicifolius* (KANIESKI *et al.*, 2013).

As divergências nos resultados são importantes, pois indicam padrões diferenciados de crescimento entre indivíduos de *G. klotzschiana* em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista Aluvial. Estes resultados corroboram as constatações de vários autores, quando afirmam que as formações aluviais são diferentes entre si, mesmo entre áreas de relativa proximidade (DURIGAN; LEITÃO FILHO, 1995).

3.3 Crescimento de *Gymnanthes klotzschiana* em diferentes posições sociológicas e distintos níveis de saturação hídrica

Entre os 48 indivíduos de *G. klotzschiana* analisados, a árvore de maior diâmetro foi de 18,86 cm, enquanto a de menor diâmetro foi de 5 cm. A média dos diâmetros de todas as árvores foi de 8,93 cm. No conjunto de todas as árvores, verificou-se que árvores localizadas no dossel apresentaram os maiores valores de diâmetros, quando comparadas com as árvores de sub-bosque. Os diâmetros das árvores de sub-bosque variaram de 5 a 14,01 cm e as árvores de dossel variaram de 6,33 a 18,86 cm (Tabela 3).

Tabela 3 - Características diamétricas dos indivíduos de *Gymnanthes klotzschiana* amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava –PR

PS*	C*	NP*	NA*	DAP com casca as árvores amostradas(cm)				CV%*
				Médio	Mínimo	Máximo	Desv. Pad	
DOSSEL	DSa	Alto	7	12,66	8,47	16,4	2,52	19.89
	DSm	Médio	7	13,06	7,96	18,86	3,44	26.35
	DSb	Baixo	9	8,84	6.33	11,78	1,66	18.79
SUB-BOSQUE	SBa	Alto	6	7,67	5,1	14,01	2,90	37.87
	SBm	Médio	9	6,24	5,00	7,32	0,79	12.60
	SBb	Baixo	10	6,71	5,25	8.75	1,10	16.38
Total			48	8,93	5	18,86	3,42	38,27

Onde: PS: Posição sociológica; C: combinação; NP: Nível piezométrico; NA: número de amostras coletadas; Desv. Pad: Desvio padrão para os diâmetro; CV%: Coeficiente de variação em percentagem para os diâmetros

Ao comparar os dados diamétricos desta pesquisa com outros trabalhos constatou-se que, os valores se assemelham aos encontrados por Longhi-Santos (2013) em Fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de

Araucária - PR. Os valores médios de diâmetros para as árvores de sub-bosque foram de 5,36 cm, enquanto para as de dossel foi 11,52 cm. Para a presente pesquisa, os valores médios para as árvores de sub-bosque foram de 6,87 cm e para as de dossel foi de 11,52 cm.

As árvores localizadas no sub-bosque, em nível piezométrico alto, e as árvores do dossel, em nível piezométrico médio, apresentaram os maiores coeficiente de variação de 37,87% e 26,35%, respectivamente. Essa maior variação dos dados é resultado da amplitude diamétrica entre os indivíduos e o pequeno número de amostras analisadas.

Os dados da análise estatística evidenciam que existem diferenças entre as médias de incremento para os dois fatores: o nível piezométrico e a posição sociológica. Entretanto, não foi significativa a interação entre os dois fatores. (Tabela 4). Como a interação entre os dois fatores não foi significativa, isso indica que há uma independência entre os fatores analisados, ou seja, o nível piezométrico não interfere na posição sociológica e o contrário também é válido. A posição sociológica não interfere no nível piezométrico, que é diretamente afetado pelo regime hidrológico da área de estudo. O nível de água pode limitar o crescimento das árvores (ALMEIDA *et al.*, 2004), entretanto não determina a posição sociológica das árvores que, geralmente, são determinadas por um conjunto de fatores, tais como: competição, características edáficas, características climáticas e características genéticas da planta (PRODAN *et al.*, 1997).

A análise dos níveis piezométricos (Fator 1), demonstraram que os níveis alto e médio diferem estatisticamente do nível baixo e, ainda, que não existe diferença estatística entre as médias de incremento de *Gymnanthes klotzschiana* entre os níveis médio e o alto. Constatou-se também pelos dados que, o incremento em locais onde o nível piezométrico é mais baixo apresenta valores maiores de crescimento. O incremento médio das árvores do nível baixo foi de 1,68 mm ano⁻¹, enquanto para o nível médio e alto foram de 1,32 e 1,33 mm.ano⁻¹, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 4 - Análise de variância de experimento em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial para o incremento de *Gymnanthes klotzschiana* (1992-2012) amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava -PR

FV	GL	SQ	QM	F
Ft1 - Np	2	0,99691	0,49845	18,347 **
Ft2 - Ps	1	0,81000	0,81000	29,815**
Int - Np x Ps	2	0,13385	0,06693	2,463 ns
Resíduo	30	0,81503	0.02717	
Total	35	2,75579		

Onde: Ft1 - Np= Fator 1, nível piezométrico; Ft2 - Ps= Fator 2 - posição sociológica; Int - NpPs= Interação entre nível piezométrico e posição sociológica; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns= não significativo ($p \geq 0,05$)

Tabela 5 - Médias de incremento para os fatores nível piezométrico e posição sociológica do experimento em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial para o incremento de *Gymnanthes klotzschiana* (1992-2012) amostrados em fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Guarapuava -PR

Ft1 - NP*	Médias
ALTO	1,33 b
MÉDIO	1,32 b
BAIXO	1,68 a
Ft2 - PS*	Médias
DOSSEL	1,59 a
SUB-BOSQUE	1,29 b

Onde: * Ft1 -Np= Fator 1 - Nível Piezométrico; Ft2-Ps= Posição sociológica; Significativo a 95% de probabilidade de confiança

Assim, o menor crescimento de *G. klotzschiana*, em condições de elevada saturação hídrica, pode ser explicado pela elevação do nível freático que elimina os espaços de ar no solo e impede as trocas gasosas com ar, pois o oxigênio disponível em poucos minutos é consumido pelas raízes e microrganismos. Assim, o ambiente fica hipóxico ou anóxico e pode prejudicar o crescimento da planta (LOBO e JOLY, 2009).

Em relação a posição sociológica (Fator 2), foram constadas diferenças estatísticas entre as médias de crescimento de *G. klotzschiana* localizadas no dossel e no sub-bosque. As árvores de dossel tiveram incremento médio de 1,59 mm ano⁻¹, enquanto que as do sub-bosque incrementaram 1,29 mm.ano⁻¹. Em todos os estudos que levaram em consideração o crescimento em diferentes posições sociológicas na Floresta Ombrófila Mista Aluvial, as árvores de dossel apresentaram os maiores de crescimento, quando comparadas com árvores de sub-bosque (KANIESKI *et al.*, 2012; KANIESKI *et al.*, 2013; LONGHI-SANTOS, 2013; KANIESKI *et al.*, 2017). A literatura afirma que a luminosidade é um fator determinante para os processos ecológicos e fisiológicos para os vegetais e pode influenciar o estabelecimento e o desenvolvimento das plantas (ALVARENGA *et al.*, 2003; LIMA-JUNIOR *et al.*, 2006).

Em fragmento de Floresta Ombrófila Mista no município de Araucária – PR, o crescimento de *G. klotzschiana* foi avaliado através de cintas dendrométricas. Os valores encontrados para árvores de dossel foi de 1,66 mm ano⁻¹ e para árvores do sub-bosque o valor foi de 0,58 mm ano⁻¹ (KANIESKI *et al.*, 2012), estes resultados se assemelham muito aos encontrados para esta pesquisa. Nesta mesma área de estudos, o crescimento de *S. commersoniana* foi avaliado através da Anatro completa do tronco. O crescimento para as árvores de dossel foi de 3,8 mm ano⁻¹ e para as árvores de dossel o valor encontrado foi de 2,8 mm.ano⁻¹. Quando comparado com os resultados desta pesquisa, para as árvores de dossel os valores encontrados são duas vezes maiores e para as árvores de sub-bosque os valores são quatro vezes maiores.

Outros resultados encontrados no município de Araucária – PR, em fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, também se assemelharam aos resultados desta pesquisa. As árvores de dossel apresentam incremento médio de 2,14 mm ano⁻¹ e de sub-bosque de 0,77 mm ano⁻¹ em um período cronológico de três anos (KANIESKI *et al.*, 2017). A mesma autora estabeleceu a comparação do crescimento de *G. klotzschiana*, em diferentes níveis de saturação hídrica do solo e constatou que não houve diferenças significativas de crescimento da espécie nestas condições. Estes resultados diferem daquele obtidos na presente pesquisa.

A água, a posição sociológica e a precipitação influenciam o crescimento de *G. klotzschiana*. Entretanto, estes fenômenos não podem ser considerados como fatores exclusivos na determinação do incremento da espécie. Uma vez que as características da espécie, a interação com o ambiente (HUSH *et al.*, 1982), os fatores pedológicos, topográficos e competição (PRODAN *et al.*, 1997) também envolvem a dinâmica ecológica da floresta Ombrófila Mista Aluvial.

4 CONCLUSÃO

O potencial de *Gymnanthes klotzschiana* para estudos dendrocronológico foi comprovado pela presença de anéis anuais de crescimento, sendo que as séries de crescimento padronizadas com as variáveis climáticas apresentaram correlações significativas negativas com a precipitação, na qual o aumento das chuvas influenciam negativamente o crescimento anual da espécie.

As árvores localizadas no dossel apresentaram maiores valores de incremento que as árvores de sub-bosque. Ainda, foi constatado que, em condições elevadas de saturação hídrica do solo, o crescimento *Gymnanthes klotzschiana* é menor, quando comparado com árvores localizadas em áreas de melhor drenagem de solo. O crescimento de *G. klotzschiana* em locais com nível piezométrico alto foi correlacionado negativamente com índices pluviométricos.

Os resultados da pesquisa podem contribuir para outros estudos florestais, especialmente, para a Floresta Ombrófila Mista Aluvial. O crescimento de *Gymnanthes klotzschiana* em diferentes níveis de saturação hídrica, além de proporcionar novas informações, permite inferir que a espécie pode ser recomendada para projetos de recuperação de áreas vegetais, pois a mesma possui capacidade de crescer em áreas alagadas. Os projetos de recuperação e conservação destes ambientes devem levar em consideração a dinâmica de água no solo, uma vez que, este fator é decisivo para o crescimento de *Gymnanthes klotzschiana* e também deve influenciar o desenvolvimento de outras espécies.

REFERÊNCIAS

- floresta de Várzea no estuário amazônico. **Acta Amazonica**, Manaus, v.34, n.4, p. 513-524, 2004.
- ALVARENGA, A. A. et al. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. In southeastern Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.1, p.53-57, 2003.
- BARDDAL, M. L.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Caracterização Florística e Fitossociológica de um Trecho Sazonalmente Inundável de Floresta Aluvial, em Araucária, PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.14, n.2, p.37-50, 2004b.
- BARDDAL, M. L.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Fitossociologia do Sub-Bosque de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no Município de Araucária, PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.14, n.1, p.35-45, 2004a.
- CARVALHO, J.; AUER A. M.; SCHORN, L. A.; GOMES, N. S. B.; FRICK, E. de C. de L. Florística de um remanescente urbano de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Curitiba, Paraná. **Revista Geografar**, Curitiba v.9, n.1, p.142-158, 2014.
- COSMO, N. L.; KUNIYOSHI, Y. S.; BOTOSSO, P. C. Anatomia da madeira de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae): aspectos funcionais e ecológicos. **Acta Botanica Brasílica**, Belo Horizonte, v. 24, n. 3, p. 747-755, 2010.
- DURIGAN, G.; LEITÃO FILHO, H.F. Florística e fitossociologia de matas ciliares do oeste paulista. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 7, n. 2, p.197-239, 1995.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Aspectos ecológicos de um trecho de floresta em Ipatinga, SP: Florística, fitossociologia, e seletividade de espécies. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.20, n.2, p.139-153. 1997.

KANIESKI, M. R.; SANTOS, T. L.; GRAF NETO, J.; SOUZA, T.; GALVÃO, F.; RODERJAN, C. V. Influência da precipitação e da temperatura no incremento diamétrico de Espécies Florestais Aluviais em Araucária-PR. **Revista Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 19, n.1, p. 17-25, 2012.

KANIESKI, M. R.; GALVÃO, F.; ROIG, F. A.; BOTOSSO, P. C. dendroecologia de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B.Sm. & Downs e *Hovenia dulcis* Thunb. em uma área degradada na Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Sul do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.27, n.4, p. 1201-1215, 2017.

KANIESKI, M. R.; SANTOS, T. L.; MILANI, J. E. de F. MIRANDA, B. P.; GALVÃO, F.; BOTOSSO, P. C.; RODERJAN, C. V. Crescimento diamétrico de *Blepharocalyx salicifolius* em remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Paraná. **Revista Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 20, n.2, p. 197-206, 2013.

Köppen, W., Geiger, R. Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. (1928).

LIMA JR., E. C. et al. Aspectos fisioanatômicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.1, p.33-41, 2006.

LIMA, T. E. de O.; HOSOKAWA, R. T.; MACHADO, S. do A. Fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no Município de Guarapuava, Paraná. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 3, p. 553-564, 2012.

LOBO, P. C.; JOLY, C. A. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do sudeste do Brasil. In: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2009. p. 91-99.

LONGHI-SANTOS, T. **Dendrocronologia de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B.Sm. & Downs em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial**. 2013. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

MACHADO, S. do A.; ZANIN, N. T.; NASCIMENTO, R. G. M.; AUGUSTYNCZIK, A.L. D.; MENEGAZZO, C. S. Comparação dos parâmetros fitossociológicos entre três estratos de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Revista Cerne**, Lavras, v.19, n.3, p. 365-372, 2013.

PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. **Mensura Forestal**. San José.: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) gMBh, 1997. 561p.

RODRIGUES, R. R.; SHEPHERD, G. J. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2009. p. 101-107.

SPATHELF, P.; FLEIG, F. D.; VACCARO, S.; ESBER, L. M. Análise dendrocronológica de *Ocotea pulchella* Ness et Mart. Ex Ness (Canela Lageana) na serra geral de Santa Maria, RS, Brasil. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.1, p. 95-108, 2000.

SILVA, D. W. da; CAMARGO FILHO, M.; PAROLIN, M.; BERTOTTI, L. G. Análise paleoambiental a partir dos principais morfotipos de fitólitos encontrados em sedimento turfoso na região de Guarapuava-Paraná. **Ambiência**, 15 abr. 2016. v. 12, n. 1, p. 13-32.

1 – Luciano Farinha Watzlawick

Engenheiro florestal, Doutorado em engenharia florestal

<https://orcid.org/0000-0001-9944-7408> • farinha@unicentro.br

Contribuição: Investigação, Visualização, Administração de projetos, Escrita

2 – Paulo Gabriel Caleffi Guilhermeti

Engenheiro florestal, Mestrado em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0002-6597-2703> • paulo.caleffi1@gmail.com

Contribuição: Investigação, Visualização, Escrita

3 – Sidnei Osmar Jadoski

Engenheiro agrícola, Doutorado em Agronomia

<https://orcid.org/0000-0001-6064-2767> • sjadoski@unicentro.br

Contribuição: Curadoria de dados, validação de supervisão, visualização, Escrita

4 – Joelmir Augustinho Mazon

Ciências Florestais, Doutorado em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0003-4773-1372> • joelmir.mazon@uniguairaca.edu.br

Contribuição: Investigação, Software, Visualização, Escrita

Como citar este artigo

Watzlawick, Luciano Farinha; et al. **Título**. Ciência e Natura, Santa Maria, v. 43, e71, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2179460X63370>.