

Cientific Paper

Efeito do clima sobre o crescimento de *Araucaria angustifolia* em sistema silvipastoril e floresta secundária

Resumo

O conhecimento aprimorado das interações e efeitos do clima no desenvolvimento de espécies vegetais é essencial para se definir estratégias de manejo visando incremento de produção. O objetivo da pesquisa foi comparar um sistema silvipastoril com espécies nativas e uma floresta em estágio secundário de sucessão, por meio da análise da influência que as variáveis climáticas temperatura e precipitação pluvial exercem sobre as cronologias de crescimento de *Araucaria angustifolia*. Foram coletadas amostras não destrutivas em 60 indivíduos por local e efetuadas correlações entre as cronologias e variáveis climáticas anuais e médias mensais. A precipitação correlacionou-se significativamente em outubro em ambos os locais, enquanto a temperatura média de outubro e janeiro demonstrou correlação significativa negativa na área em regeneração. A espécie apresentou padrão de crescimento semelhante no período avaliado, sendo comum a influência da precipitação no mês de outubro, quando há retomada do crescimento. A falta de semelhança entre as cronologias demonstra estar relacionada ao efeito distinto da temperatura entre os locais, uma vez que a floresta secundária demonstrou sofrer influência negativa no crescimento durante os meses historicamente mais chuvosos do ano.

Palavras chave: Anéis de crescimento; clima; pinheiro-do-paraná.

Lais Martinkoski ¹
Sidnei Osmar Jadoski ²
Luciano Farinha Watzlawick ³
Gabriel Felipe Vogel ⁴
Edinéia Ferreira da Silva ¹

Abstract

Climate effect on the growth of *Araucaria angustifolia* in silvopastoral system and forest in the secondary stage

Improved knowledge of climate interactions and effects on the development of plant species is essential in order to define management strategies aimed at increasing production. This study aimed to compare one silvopastoral system with native species and a forest in the secondary stage of succession, through the analysis of the influence that climate variables temperature and rainfall have on the chronologies of growth of *Araucaria angustifolia*. Nondestructive samples were collected from 60 subjects per site and made correlations between chronologies and annual climatic variables and monthly averages. Rainfall was significantly correlated in October in both locations, while the average temperature in October and January showed a significant negative correlation in the area regeneration. The species showed a similar pattern of growth during this period, being common the influence of precipitation in October, when there is renewed growth. The non-similarity of chronologies seems to be related to the effect of temperature between different locations, since the secondary forests have demonstrated negative influence on growth during the rainy months of the year historically.

Key words: Growth rings; climate; pinheiro-do-paraná.

Received at: 13/01/2017

Accepted for publication at: 27/06/2017

² Eng. Agrônomo. Dr. Prof. Associado, Depto. Agronomia. Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO - Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03. Bairro Cascavel. Cep: 85.040-080. Guarapuava-PR. Email: sjadoski@unicentro.br

¹ Eng. Agrônoma. Msc. Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO - Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03. Bairro Cascavel. Cep: 85.040-080. Guarapuava-PR. Email: lais.martinkoski@ifarroupilha.edu.br; afsagro@hotmail.com

³ Eng. Florestal. Dr. Prof. Depto. Agronomia. Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO - Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03. Bairro Cascavel. Cep: 85.040-080. Guarapuava-PR. Email: farinha@unicentro.br

⁴ Graduando em Agronomia. Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO - Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03. Bairro Cascavel. Cep: 85.040-080. Guarapuava-PR. Email: vogel@uffs.br

Resumen

Efecto del clima sobre el crecimiento de *Araucaria angustifolia* en sistema silvopastoril y bosque secundario

El conocimiento mejorado de las interacciones y efectos del clima en el desarrollo de especies vegetales es esencial para definir estrategias de manejo para el incremento de la producción. El objetivo de la investigación fue comparar un sistema silvopastoril con especies nativas y un bosque en etapa secundaria de sucesión, por medio del análisis de la influencia que las variables climáticas temperatura y precipitación pluvial ejercen sobre las cronologías de crecimiento de *Araucaria angustifolia*. Se recogieron muestras no destructivas en 60 individuos por local y efectuaron correlaciones entre las cronologías y variables climáticas anuales y medias mensuales. La precipitación se correlacionó significativamente en octubre en ambos lugares, mientras que la temperatura media de octubre y enero demostró correlación significativa negativa en el área en regeneración. La especie presentó un estándar de crecimiento similar en el período evaluado, siendo común la influencia de la precipitación en el mes de octubre, cuando hay retomada del crecimiento. La falta de similitud entre las cronologías demuestra estar relacionada al efecto distinto de la temperatura entre los locales, ya que el bosque secundario demostró sufrir una influencia negativa en el crecimiento durante los meses históricamente más lluviosos del año.

Palabras clave: Anillos de crecimiento; clima; el pino-del-paraná.

Introdução

A *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, conhecida como Pinheiro-do-Paraná, caracteriza-se por ser uma espécie marcante na Floresta Ombrófila Mista. Segundo Altieri (2010) a espécie se destaca pelo seu valor ambiental e econômico, sendo buscada a sua conservação devido ao atual cenário de fragmentos de remanescentes florestais com tamanho reduzido e com localização entre áreas antropizadas.

Conforme Holmes e Kirby (2016) torna-se crescente a busca pela promoção de técnicas visando integrar a manutenção da cobertura vegetal e a produção agropecuária, destacando-se a utilização de sistemas agroflorestais (SAFs), nos quais há a combinação entre a manutenção de espécies lenhosas para retirada de madeira ou outros produtos florestais e o cultivo agrícola e/ou pecuário, visando vantagens econômicas e ecológicas.

Dentre as modalidades de SAFs, os Sistemas Silvopastoris (SSPs) contemplam a produção florestal e pecuária, gerando benefícios para os componentes do sistema solo-planta-animal, a exemplo da conservação do solo e da água, a possibilidade de melhoria das condições físicas, químicas e da atividade biológica na superfície do solo, além o conforto térmico para os animais (LEME et al., 2005). Para Machado et al. (2014) espécies

nativas de valor econômico, a exemplo da *Araucaria angustifolia* podem ser alternativas na utilização de SSPs em propriedades rurais na abrangência da FOM, justificando assim a necessidade de estudos relacionados ao seu crescimento e produção nestes sistemas.

Segundo Machado et al. (2014) o estudo de incrementos demonstra o quanto uma floresta e/ou determinada espécie cresceu em diâmetro por um determinado período de tempo. Neste contexto, Encinas et al. (2005) salientam que o incremento pode ser estudado por meio dos anéis de crescimento, os quais são definidos como sendo o resultado da deposição sucessiva de camadas de tecidos lenhosos no fuste, em razão da atividade cambial periódica, a qual é reiniciada na primavera após o período de dormência no inverno.

A dendrocronologia é destacada por Frits (1976) sendo como uma ferramenta de estudo do crescimento das árvores através dos anéis de incremento anuais, sendo utilizada no estudo de fatores associados ao crescimento em função dos efeitos específicos do meio, os quais atuam sobre a atividade cambial. Para Poorter e Bangers (1993) e Andrade et al. (2007) o crescimento das árvores é dependente de diversos fatores ambientais como: luz; temperatura; umidade; espaços físicos; edáficos; topográficos; tamanho e constituição genética das

árvores; histórico de desenvolvimento da floresta; além de fatores relacionados à competição como a densidade do povoamento. De acordo com Higuschi et al. (2003) o crescimento diamétrico das árvores varia entre e dentro das espécies em função não só da idade, como das estações do ano e das condições climáticas e microclimáticas.

A precipitação vem demonstrando ser um dos principais fatores que influenciam a largura dos anéis de crescimento, sendo que, estes se apresentam mais largos nos anos mais chuvosos e mais estreitos nos anos mais secos (STOKES e SMILEY, 1996; ENQUIST e LEFFER, 2001). Para Mattos et al. (2007) e Zanon e Finger (2010) quanto maior a precipitação durante a estação de crescimento, maiores valores em incremento anual tendem a ser encontrados. Outra variável climática que apresenta influência sobre os anéis de crescimento é a temperatura do ar, pois seu aumento tem destaque como o principal fator responsável pela retomada da atividade cambial em regiões temperadas (DUNISCH, 2005) e subtropicais (OLIVEIRA et al., 2009).

Diante do exposto, a presente pesquisa objetivou estudar a influência das variáveis climáticas temperatura média do ar e precipitação acumulada sobre o crescimento diamétrico de *Araucaria angustifolia* em uma área manejada com sistema silvipastoril composto por espécies nativas, em comparação a uma floresta em processo de regeneração há cerca de vinte anos, encontrando-se em estágio secundário de sucessão.

Material e métodos

A presente pesquisa foi desenvolvida em uma propriedade particular no município de Turvo, na região central do estado do Paraná, nas coordenadas geográficas: 25°03'31''S - 51°32'04''W, há 1080 m de altitude, sob domínio da Floresta Ombrófila Mista Alto Montana (IBGE, 2012). O clima da região, segundo a classificação de Koppen (1948), é Subtropical Mesotérmico Úmido - Cfb, o qual é caracterizado pela ocorrência de verões frescos e tendência de chuvas bem distribuídas ao longo do ano.

A propriedade particular em que se localiza a área de estudo apresenta um total de 26,4 hectares (ha), sendo 3,8 ha estudados em trabalhos realizados pela Universidade Estadual do Centro-Oeste. Esta propriedade apresenta um histórico de utilização anterior com o sistema tradicional da região,

denominado "Faxinal", na qual o aspecto ecológico desta modalidade de uso da terra vem sendo mantido mesmo após a desintegração do aspecto social típico deste sistema. Assim, foram analisados dois sistemas de uso Sistema Silvipastoril (SSP) e Floresta Secundária (FS).

O manejo com SSP apresentou área de 2,0 ha, composta por vegetação arbórea remanescente e regenerante em espaçamento aleatório, adensada com erva-mate e pastagens de gramíneas e leguminosas de diferentes espécies, explorada com bovinocultura leiteira em taxa de lotação variada, com densidade arbórea de 580,5 indivíduos ha⁻¹ e área basal de 23,13 m² ha⁻¹.

O sistema FS foi composto pela reserva legal da propriedade, com área de 1,8 ha isolada do restante da área há cerca de 20 anos, formando assim um fragmento florestal em processo secundário de sucessão ecológica já sem presença de gramíneas, apresentando densidade arbórea de 1411,5 indivíduos ha⁻¹ e área basal de 36,12 m² ha⁻¹.

A área experimental apresenta relevo variando entre plano e suave ondulado, sob solo classificado como Latossolo Bruno Distrófico, segundo os parâmetros de classificação da SiBCS (EMBRAPA, 2013). Apresenta ainda textura argilosa e teores de matéria orgânica variando de 42 a 45 g dm⁻³ e pH 4,0 em ambos os locais.

As amostras para as análises dendrocronológicas foram coletadas em 60 indivíduos na área de Sistema Silvipastoril e 60 na Floresta Secundária, divididos igualmente entre seis classes diamétricas, sendo estas: 5-10; 10-15; 15-20; 20-25; 25-30 e acima de 30 cm, somando 10 indivíduos para cada classe diamétrica por local. A coleta das amostras foi não destrutiva, na qual a tradagem ocorre por meio de uma sonda de Pressler (dimensões de cinco mm de diâmetro e 40 cm de comprimento), inserida em direção ao centro do tronco buscando atingir a medula. Em relação à altura de coleta, utilizou-se a mesma técnica de autores como Alvarado (2009) e Stepka (2012) entre outros, onde os rolos de incremento são coletados no DAP (Diâmetro a Altura do Peito), de forma que fossem utilizadas duas repetições (raios) para cada árvore, nas direções Sul-Norte Leste-Oeste.

Os rolos coletados foram identificados e fixados com cola em suportes de madeira, a secagem ocorreu de forma natural durante o período de 40 dias. Após a secagem do material, realizou-se o polimento de forma progressiva com seis diferentes

gradações de lixa (80, 100, 150, 280, 400, e 600), tornando possível a demarcação dos anéis (STOKES e SMILEY, 1968). Após esta etapa, as seções transversais do lenho foram digitalizadas juntamente a uma régua milimetrada, em Scanner HP Scanjet G4050 em resolução de 600 megapixels. Em sequência, a largura dos anéis de crescimento previamente demarcados foi determinada no sentido casca-medula, através do software de análise de imagem Image Tool Alpha 3©.

A datação cruzada estatística, a qual compara as médias das duas séries de cada árvore, foi realizada por meio do software Cofecha (HOLMES, 1983). As médias dos raios de cada árvore (séries) significativamente correlacionados de cada local foram analisadas ainda no software Cofecha, formando uma cronologia (série mestra) para cada local, onde foram eliminadas as médias das séries que não apresentaram correlação significativa com a mestra gerada. Em seguida, realizou-se a estandarização, a qual corresponde ao processo de padronização dos valores em uma mesma escala por meio da eliminação de tendências de crescimento (HOLMES, 1983). Assim, as médias foram então transformadas em índices de crescimento pelo método de Fritts (1976), o qual consiste na realização de uma regressão linear simples para cada série, e posterior divisão entre os valores reais de incremento pelo correspondente valor da curva ajustada, nesta etapa, para a geração das regressões, utilizou-se o programa Sigma Plot®.

Na correlação entre os índices de crescimento e os dados climáticos, foram adquiridas as médias diárias de temperatura do ar e a precipitação acumulada no período compreendido entre janeiro de 1990 a dezembro de 2013, os quais foram obtidos nos arquivos da estação meteorológica de Guarapuava, localizada a 42 km da área de estudo. Devido à maioria das espécies de clima subtropical e temperado apresentarem uma estagnação do crescimento em períodos de menores temperaturas médias, foi considerado como um ano de crescimento o período compreendido entre os meses de agosto de um determinado ano a julho do ano seguinte.

As correlações de Pearson entre os índices de crescimento e as médias de temperatura e precipitação foram realizadas pelo programa Statistica®, o qual

fornece a significância ao nível de 95% de confiança. Foram realizadas correlações entre os incrementos e as médias anuais da estação de crescimento e com as médias mensais de precipitação acumulada e temperatura média do ar.

Resultados e discussão

Em ambas as áreas, vinte e oito médias foram submetidas à geração da série mestra, que consiste na filtragem das amostras que apresentam comportamento comum entre si, descaracterizando as demais como ruído na análise, estas foram então eliminadas das etapas seguintes. Destas, a metade obteve correlação significativa com a mestra em ambos os locais, os quais geraram uma intercorrelação de 0,505 na FS e 0,490 na SSP. Em análises similares, Alvarado (2009) obteve intercorrelações médias significativas entre 0,63 a 0,76 em intervalos de tempo de quinze anos.

Foram descartados anos com menos de três séries médias, sendo assim, os primeiros anéis utilizados foram os formados no período entre 1990 e 1991, ocupando um intervalo de 23 anos, até 2013. Devido às diferentes classes diamétricas dos 14 indivíduos de cada local, houve variação no número de anéis por árvore. Desta forma, as 14 amostras só foram representativas em sua totalidade em um intervalo de oito anos na área FS e 14 anos na área SSP. É possível verificar na Figura 1, o número de repetições das séries cronológicas médias em cada estação de crescimento anual para ambos os locais.

Na Figura 2 são apresentados os incrementos diamétricos anuais nas 14 árvores significativas com as séries mestras nas áreas FS e SSP, onde é possível verificar que o incremento diamétrico médio decaiu ao longo do período avaliado em ambos os locais. Hess et al. (2010) relatam que baixos incrementos podem estar relacionados a ausência de condução do povoamento e floresta estagnada, sem intervenção ou controle da densidade. Deste modo, devido às duas áreas analisadas situarem-se sobre a mesma propriedade, pode-se inferir que os incrementos não variaram entre os locais principalmente devido a estes fatores, destacando-se a ausência de condução do povoamento.

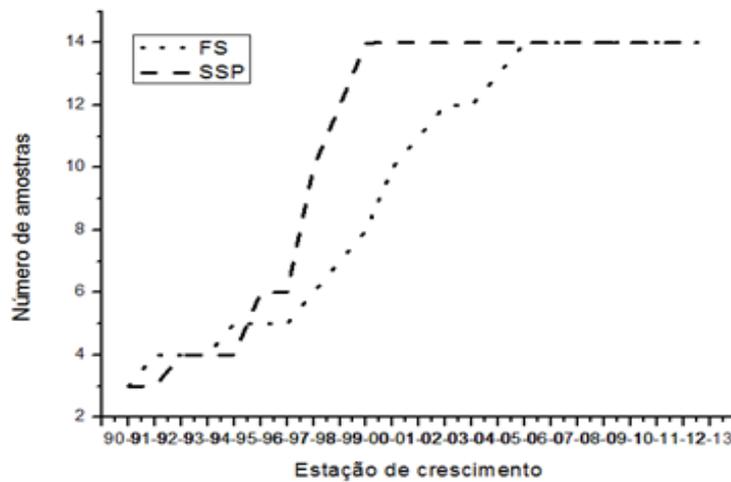


Figura 1. Número de repetições das séries cronológicas médias entre 1990 e 2013 de *Araucaria angustifolia* nas áreas de Floresta Secundária (FS) e Sistema Silvistoril (SSP) em Turvo-PR.

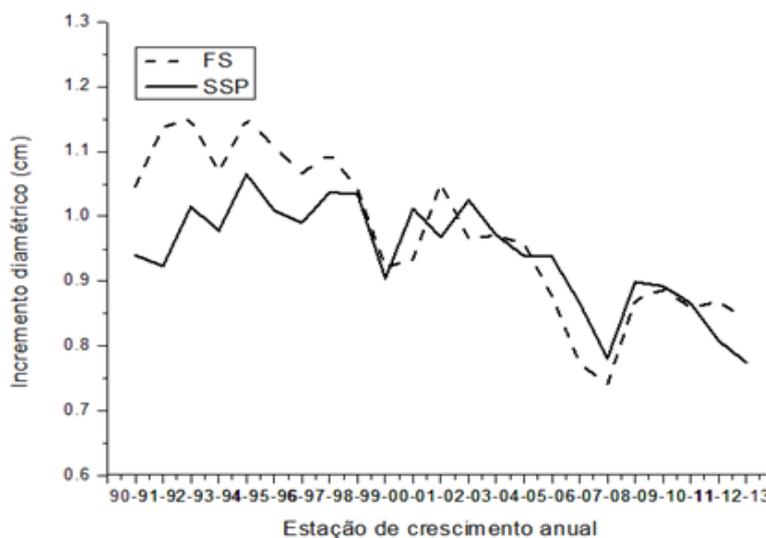


Figura 2. Incremento diamétrico anual de *Araucaria angustifolia* nas áreas de Floresta Secundária (FS) e Sistema Silvistoril (SSP) em Turvo-PR.

As Figuras 3a e 3b demonstram os anos em que ocorreram picos altos ou baixos no incremento nos métodos de estandarização Cofecha e Frits, respectivamente. Segundo Alvarado (2009) a comparação das cronologias mestras das diferentes populações permite verificar a existência de sinal comum de crescimento de espécies em diferentes condições locais. Assim, os resultados encontrados demonstram haver semelhança entre o crescimento

da *Araucaria angustifolia* entre o SSP e a FS, indicando que ambas reagem aos mesmos fatores influenciados. Spathelf et al.(2000) destacam que a estandarização ou padronização das curvas de incremento eliminam tendências indesejáveis a longo prazo, o que é necessário para salientar as variações a curto prazo pois são estas que traduzem o sinal climático provável. Desta forma, são utilizados na correlação com os dados climáticos, somente os dados estandarizados.

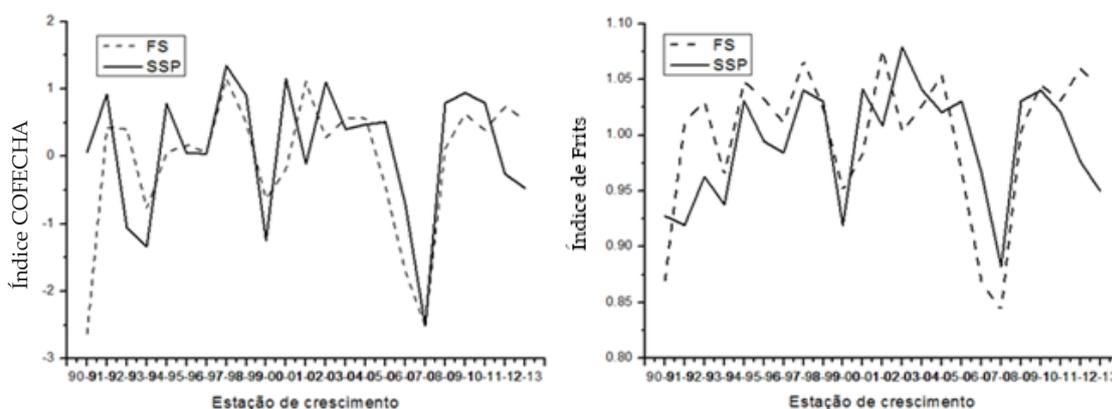


Figura 3. Índice de incremento de *Araucaria angustifolia* pelos (A) índices COFECHA e (B) índices Frits em Sistema Silvicultural (SSP) e Floresta Secundária (FS) em Turvo-PR.

Nas Figuras 4 e 5 são apresentados os dados climáticos para o período de estudo entre 1990 e 2013. Destaca-se que os picos de precipitação e temperatura ocorreram nos meses de outubro a janeiro (Figura

4), as maiores médias de temperatura datadas no período 2009-2010 e as maiores precipitações acumuladas, entre 1996-1997 (Figura 5).

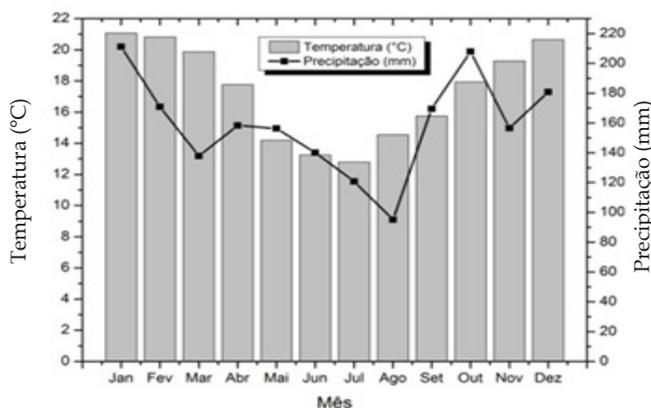


Figura 4. Médias mensais de precipitação acumulada e temperatura do ar no período de 1990 a 2013 na região de Guarapuava-PR.

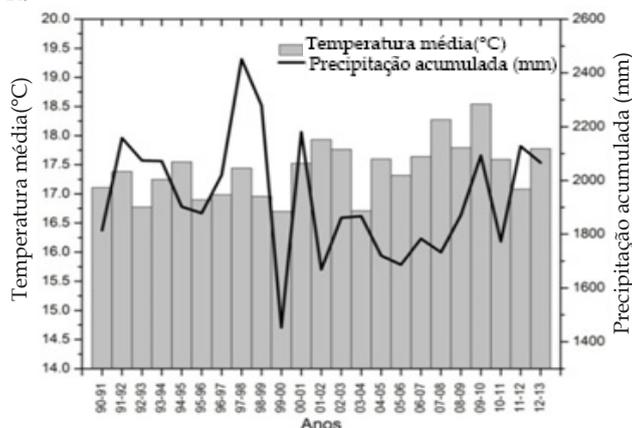


Figura 5. Médias anuais de precipitação acumulada e temperatura do ar durante as estações de crescimento no período de 1990 a 2013 na região de Guarapuava-PR.

Na Tabela 1 são apresentadas correlações entre os índices de incremento e os registros de precipitação acumulada anual e mensal para os dois sistemas avaliados. Observa-se que neste estudo não

foram constatadas correlações significativas entre a precipitação acumulada anual e as estações de crescimento para o período de 1990 a 2013 em ambos

Tabela 1. Correlações de Person entre os índices de crescimento de *Araucaria angustifolia* e a precipitação acumulada anual e média mensais no período entre 1990 a 2013 em Floresta Secundária (FS) e Sistema Silvopastoril (SSP) em Turvo-PR.

Mês	Local	
	SSP	FS
Janeiro	0,18 ^{ns}	0,18 ^{ns}
Fevereiro	0,243 ^{ns}	0,27 ^{ns}
Março	-0,01 ^{ns}	0,11 ^{ns}
Abril	0,053 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Mai	-0,29 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Junho	-0,37 ^{ns}	-0,03 ^{ns}
Julho	0,181 ^{ns}	0,25 ^{ns}
Agosto	0,08 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Setembro	0,325 ^{ns}	0,008 ^{ns}
Outubro	0,578*	0,48*
Novembro	0,057 ^{ns}	-0,22 ^{ns}
Dezembro	-0,24 ^{ns}	-0,16 ^{ns}
Anual	0,199 ^{ns}	0,38 ^{ns}

*Significativo a 5%; ns = não significativo a 5% pelo método de Pearson.

Com relação aos efeitos da precipitação média mensal sobre os índices de crescimento da *Araucaria angustifolia* (Tabela 1), observa-se que houve efeito significativo da precipitação sobre o crescimento da espécie para o mês de outubro nas áreas SSP e FS, que apresenta médias históricas mais elevadas de precipitação em relação aos meses anteriores do ano (Figura 3a).

Este resultado demonstra que este aumento da precipitação ocorre justamente no período de retomada da atividade cambial, ocasionando um maior crescimento diamétrico. Este aumento de crescimento pode estar relacionado à formação do lenho primaveril em consequência de maior atividade cambial, conforme descrito por Zanon e Finger (2010) ao constatarem que o crescimento mensal de *Araucaria angustifolia* em área de abrangência da FOM inicia-se em geral em setembro e decresce a partir de março, estagnando em julho e agosto. Em estudos na FOM, Mattos et al. (2007) verificaram que em anos com reduzida precipitação na estação de crescimento ocorreram acentuadas quedas no incremento de *Araucaria angustifolia*. Da mesma forma estudos demonstram haver correlação negativa entre os anéis de crescimento e baixas precipitações (WORBES, 1999; ENQUIST e LEFFER, 2001; CAUM, 2013).

Os efeitos da sazonalidade e distribuição de chuvas em regiões subtropicais do Brasil após o início da primavera, foram também caracterizados em anos de evento climático "El niño" que nesta região ocasiona aumento das laminais totais de precipitação, afetando o crescimento diamétrico de *Araucaria angustifolia* (OLIVEIRA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2010), e de *Cedrela fissilis* (DUNISCH, 2005) corroborando com os resultados obtidos neste estudo. O efeito da precipitação sobre o crescimento de espécies arbóreas florestais foi descrito também por Brien e Zuidema (2005) que verificaram correlação significativa em florestas tropicais bolivianas para o período correspondente ao início da estação chuvosa na região, proporcionando maiores incrementos nesta época do ano. Em consonância, estudos demonstram haver correlação negativa entre os anéis de crescimento e baixas precipitações (WORBES, 1999; ENQUIST e LEFFER, 2001; CAUM, 2013).

Não foram constatadas correlações significativas com relação aos efeitos da temperatura média anual e médias mensais sobre incremento da *Araucaria angustifolia* (Tabela 2) em ambos os locais. Resultados similares foram verificados para esta mesma espécie por Stepka (2012) em Irati-PR localizado há cerca de 120 km da área deste estudo. Caum (2013), também não verificou correlação do

efeito da temperatura no crescimento diamétrico de *Cordia trichotoma*. Já para o caso de *Blepharocalyx salicifolius* (KANIESKI et al., 2013) a temperatura e para *Eucalyptus grandis* (SETTE JR. et al., 2010) o

déficit de pressão de vapor, diretamente dependente da temperatura, apresentaram efeito significativo sobre o desenvolvimento dos anéis de crescimento.

Tabela 2. Correlações entre os índices de crescimento de *Araucaria angustifolia* e a temperatura do ar média anual e média mensais, no período entre 1990 a 2013 em Floresta Secundária (FS) e Sistema Silvipastoril (SSP) em Turvo-PR.

Mês	Local	
	SSP	FS
Janeiro	-0,00 ^{ns}	-0,41*
Fevereiro	-0,05 ^{ns}	-0,29 ^{ns}
Março	0,262 ^{ns}	-0,16 ^{ns}
Abril	0,161 ^{ns}	0,023 ^{ns}
Maio	-0,36 ^{ns}	0,078 ^{ns}
Junho	-0,01 ^{ns}	0,066 ^{ns}
Julho	0,374 ^{ns}	0,064 ^{ns}
Agosto	0,161 ^{ns}	0,18 ^{ns}
Setembro	-0,08 ^{ns}	0,24 ^{ns}
Outubro	0,002 ^{ns}	-0,44*
Novembro	0,157 ^{ns}	-0,06 ^{ns}
Dezembro	0,04 ^{ns}	0,007 ^{ns}
Anual	0,125 ^{ns}	-0,06 ^{ns}

*Significativo a 5%; ns = não significativo a 5% pelo método de Pearson.

Avaliando o comportamento entre o índice de crescimento de *Araucaria angustifolia* e a temperatura média mensal ao longo do período datado na FS, verifica-se correlação significativa negativa para as médias mensais de janeiro e outubro, sendo este comportamento semelhante aos encontrado por Oliveira et al. (2010) os quais relatam correlações elevadas e negativas para a temperatura no mês de outubro em área florestal quando comparadas a área com cobertura predominante de pastagens.

A correlação inversamente proporcional obtida nos meses de janeiro e outubro na FS se devem a uma possível maior queda nas temperaturas médias ocasionada pela menor incidência de luz solar nas áreas cobertas com florestas mais densas, o que é agravado em períodos mais chuvosos e, portanto, nebulosos. Esta hipótese é reforçada por Campos (1970) e Oliveira et al. (2010) por destacarem que a temperatura oscila conforme a radiação incidente no interior de uma floresta, pois, como a radiação é transformada em calor, a temperatura pode tornar-se um fator climático decisivo no crescimento das árvores, variando conforme a estação do ano e a cobertura florestal.

Estudos desenvolvidos por Soldeara et al. (2014) avaliando a diferença de temperatura do ar entre o interior e exterior da floresta em uma

área sobre a abrangência da FOM, encontraram temperaturas de 2,86 °C menores na floresta durante a estação da primavera e 5,19 °C durante o verão. Logo, esta diferença entre os locais, neste estudo, pode ter ocorrido devido à floresta ser mais densa e possivelmente ter proporcionado um efeito microclimático de menor temperatura do ar em relação ao sistema silvipastoril, afetando o crescimento da espécie estudada. Os resultados evidenciam a relevância de estudos que consideram as características climáticas locais na busca de melhor entendimento do desenvolvimento de espécies florestais, a exemplo da *Araucaria angustifolia*.

Conclusão

A precipitação no início da primavera apresentou influência significativa no crescimento de *Araucaria angustifolia* tanto sob sistema silvipastoril como em floresta secundária na região centro-sul do Paraná.

A temperatura média do ar nos meses mais chuvosos (outubro e janeiro) afetou negativamente o incremento diamétrico da *Araucaria angustifolia* em floresta secundária, entretanto, este efeito não ocorreu em sistema silvipastoril.

Referências

- ALTIERI, M. A. Agroecologia, agricultura camponesa e soberania alimentar. **Revista NERA**, Presidente Prudente, v.13, n.06, p.22-32, 2010
- ALVARADO, J. R.; FILHO, M. T.; POLLITO, P. A. Z.; LOBÃO, M. S. Variação da densidade do lenho e relação com a largura dos anéis de crescimento de árvores de mogno, *Swietenia macrophylla*, da floresta tropical amazônica do Peru. **ScientiaForestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 86, p. 171-179, 2010.
- ANDRADE, C. M.; FIGER, C. A. G.; THOMAS, C.; SCHNEIDER, P. R. Variação do incremento anual ao longo do fuste de *Pinus taeda* L. em diferentes idades e densidades populacionais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.17, n.3, p.239-246, 2007.
- BRIENEN, R. J. W.; ZUIDEMA, P. A. Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests: a test for six species using tree ring analysis. **Oecologia**, v.146, n.1, p.1-12, 2005
- CAMPOS, J. C. C. Principais fatores do meio que afetam o crescimento das árvores. **Revista Floresta**, Curitiba, v.2, n.3, p.45-52, 1970.
- CAUM, C. **Anatomia comparada da madeira de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ExSteud. (BORAGINACEAE) proveniente de sementes de duas procedências e análise dos anéis do crescimento. 2013. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)** - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP, Botucatu, SP. 2013.
- DUNISCH, O. Influence of the el-niño southern oscillation on cambial growth of *Cedrela fissilis* Vell. in tropical and subtropical Brazil. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, Quedlinburg, v.79, n.01, p.5-11, 2005.
- EMBRAPA -EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. Brasília; 2013.
- ENCINAS, J. I.; SILVA, G. F.; PINTO, J. R. R. Idade e crescimento das árvores. **Comunicações Técnicas Florestais**, Brasília, v.7, n.1, p.1-43, 2005.
- ENQUIST, B. J.; LEFFER, A. J.; Long-term tree ring chronologies from sympatric tropical dry Forest trees: individualistic responses to climatic variation. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.17, n.1, p.41-60, 2005.
- FRITTS, H. C. **Tree Rings and Climate**. Nova York: Academic Press, 1976.
- HESS, A.F; CALGAROTTO, A. R.; PINHEIRO, R.; WANGINIÁK, T. C. R. Proposta de manejo de *Araucaria angustifolia* utilizando o quociente de Liocourt e análise de incremento, em propriedade rural no Município de Lages, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.30, n.64, p.337-345, 2010.
- Holmes, R. L. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. **Tree-Ring Bulletin**, Loveland, v.43, n.2, p.69-75, 1983.
- HOLMES, I.; KIRBY, K. R.; POTVIN, C. Agroforestry within REDD+: experiences of an indigenous Emberá community in Panama. **Agroforestry Systems**, Columbia, v.90, n.4, p.1-17, 2016.
- IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro, RJ: 2012, 217 p.
- KANIESKI M. R.; LONGHI-SANTOS, T.; 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. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.20, n.2, p.197-206, 2013
- KÖPPEN, W. **Climatologia: com um estudio de los climas de la Tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948.
- LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. de F. A.; VERNEQE, R. da S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.3, p.668-675, 2005.

- MACHADO S. de A.; ZAMIN, N. T.; NASCIMENTO, R. G. M.; SANTOS, A. A. P. dos Efeito de variáveis climáticas no crescimento mensal de *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia* em fase juvenil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.21, n.2, p.170-181, 2014.
- MATTOS, P. P.; SANTOS, A. T. dos.; OLIVEIRA, Y. M. , de.; ROSOT, M. A. D. Dendrocronologia de espécies da Floresta Ombrófila Mista do Município de Candói, PR. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.29, n.54, p.153-156, 2007.
- OLIVEIRA, J. M.; SATAROSA, E.; PILLAR, V. D.; ROING, F. A. Seasonal cambium activity in the subtropical rain forest tree *Araucaria angustifolia*. **Trees**, Heidelberg, v.23, n.3, p.107-115, 2009.
- OLIVEIRA, J. M.; ROIG, F. A.; PILLAR, V. D. Climatic signals in tree-rings of *Araucaria angustifolia* in the southern Brazilian highlands. **Austral Ecology**, Malden, v.35, n.3, p.134-147, 2010.
- POORTER, L.; BONGERS, F. **Ecology of tropical forests**. Wageningen: Agricultural University, 1993.
- SETTE JR, C. R.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C. T. S.; LACLAU, J. P. Crescimento em diâmetro do tronco das árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill. ex. Maiden e relação com as variáveis climáticas e fertilização mineral. **Revista Árvore**, Curitiba, v.34, n.6, p.979 – 990, 2010.
- SOLDEARA, C.; BATISTA, D. B.; MARTINI, A. Microclima e conforto térmico na trilha do Capão do Tigre – espaço com atividades de educação ambiental. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.19, p.2348-2359, 2014.
- SPATHELF, P.; FLEIG, F. D.; VACCARO, S.; ESBER, L. M. Análise dendroecológica de *Ocotea pulchella* Nees et Mart. ExNees (canela lageana) na serra geral de Santa Maria, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.1, p.95-108, 2000.
- STEPKA, T. F.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MATTOS, P. P. ; MACHADO, S. A. . Idade e dendrocronologia em árvores nativas de araucária, cedro e imbuia no sul do Brasil. In: SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; RODRIGUE, A. L.; MOGNON, F. (Org.). **Floresta com araucária - Pesquisas ecológicas de longa duração**. Curitiba-PR: Multi-Graphics, 2014, p. 117-164.
- STOKES, M. A.; SMILEY, T. L. **An introduction to tree-ring dating**, 2 ed. Arizona: The University of Arizona Press, 1996.
- WORBES, M. Growth rings, rainfall-dependent growth and long- term growth patterns of tropical trees from the Caparo Forest Reserve in Venezuela. **Journal of Ecology**, v.87, n.4, p.391- 403, 1999.
- ZANON, M. L. B.; FINGER, C. G. Relação de variáveis meteorológicas com o crescimento das árvores de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em povoamentos implantados. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.20, n. 3, p. 467-476, 2010.