

ANÁLISE DENDROECOLÓGICA DE *Ocotea pulchella* Nees et Mart. ex Nees (CANELA LAGEANA) NA SERRA GERAL DE SANTA MARIA, RS, BRASIL**DENDROECOLOGICAL ANALYSIS OF *Ocotea pulchella* Nees et Mart. ex Nees (CANELA LAGEANA) IN THE SERRA GERAL OF SANTA MARIA, RS, BRAZIL**Peter Spathelf¹ Frederico Dimas Fleig² Sandro Vaccaro³ Luciana Martins Esber⁴**RESUMO**

Foram estudadas as relações entre variáveis climáticas e o incremento em diâmetro do tronco de cinco árvores de *Ocotea pulchella* localizadas às margens de uma barragem no município de Itaára, RS. Os dados de crescimento, em diâmetro, foram obtidos mediante análise de tronco, utilizando-se seções transversais retiradas na altura de 1,3 m (DAP), sendo os incrementos radiais determinados por meio da média de quatro raios, diametralmente, opostos. As seqüências médias dos incrementos foram estandarizadas para salientar a variação a curto prazo. Os dados climáticos são oriundos da estação meteorológica do município de Santa Maria, RS. Foram calculadas grandezas climáticas compostas, como a evapotranspiração e o balanço hídrico, para melhor descrever as condições hídricas de crescimento das árvores. Foram determinados anéis de crescimento característicos e sensibilidades das seqüências de crescimento. Possíveis mudanças no estado de competição das árvores e seu efeito no crescimento foram estudados. Além disso, foram relacionados o incremento radial e as variáveis climáticas selecionadas por intermédio de análise de correlação. Não foi possível identificar nenhuma variável climática que, coerentemente, tenha influenciado no incremento durante o período observado. Os resultados mostram que o excesso de água influencia no crescimento diamétrico das árvores.

Palavras-chave: Dendroecologia, análise de tronco, evapotranspiração, *Ocotea pulchella*.

ABSTRACT

The relationship between climatic variables and stem diameter increment of five *Ocotea pulchella* trees was studied on a water-influenced site in Itaára, RS. Growth data was obtained by

1. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Visitante (Programa de Intercâmbio DAAD/CAPES) do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).
2. Engenheiro Florestal, M.Sc., Professor do Departamento de Fitotecnia, CAV/UEDESC, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).
3. Engenheiro Florestal, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).
4. Engenheira Florestal, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).

stem analysis. On the stem disks taken at breast height diameter (1.3 m), radial increment was measured on four perpendicular radii. The mean growth sequences were standardized to highlight short-term variation. Climatic data is originated from the meteorological station of Santa Maria, RS. Compound climatic quantities like evapotranspiration and water balance were calculated for better describing hydric conditions of tree growth. Pointer years and sensitivities of growth sequences were calculated. Possible liberation of trees and its effect on radial growth was studied. Variation of increment and climatic variation was compared by using correlation analysis. No climatic pattern could be found which coherently influenced diameter increment during the observation period. However, excess of water seems to influence the variation of diameter increment on the studied site.

Key words: Dendroecology, stem analysis, evapotranspiration, *Ocotea pulchella*.

INTRODUÇÃO

Atualmente, constata-se uma carência de informações sobre mudanças nas condições de crescimento de árvores nativas em consequência da falta de observações de longa duração. Se uma espécie florestal apresentar anéis anuais de crescimento, facilmente, observáveis, a análise de tronco permite recompor o crescimento passado de maneira, relativamente, rápida. Em estudos dendroecológicos, os anéis anuais em árvores mostram possíveis relações clima-crescimento e a ocorrência de perturbações passadas, antrópicas ou não.

A *Ocotea pulchella*, da família das lauráceas, popularmente conhecida como canela-lageana, é uma árvore que alcança poucos metros nas formações campestres, mas atinge 25-30 m de altura por 50-80 cm de diâmetro na floresta pluvial (RIZZINI, 1971). Segundo esse mesmo autor, a madeira é empregada para tabuado, moirões, vigas, podendo ser utilizada na construção civil externa, pesada e leve. É considerada madeira de segunda classe.

Essa espécie apresenta os limites dos anéis de crescimento, facilmente, distinguíveis. O lenho tardio possui uma coloração pardo-escuro, contrastando com o lenho inicial, de coloração creme-amarelado. Do ponto de vista anatômico, observa-se macroscopicamente, com o auxílio de lupa binocular (40 X), a presença de poros difusos com dimensões e distribuição uniformes em todo o lenho inicial. No lenho tardio, verifica-se uma diminuição no diâmetro e número de vasos, com uma maior concentração de fibras.

De acordo com INOUE *et al.* (1984), a madeira apresenta cerne e alborno indistintos, de coloração creme-amarelado. Sua superfície é levemente áspera. A madeira é considerada moderadamente pesada (0,65 g/cm³ a 12% de umidade), com cheiro e gosto indistintos.

No estado do Rio Grande do Sul, a espécie é observada com frequência nas submatas dos pinhais e no Escudo Rio-Grandense. Além disso, é encontrada nas florestas das planícies quaternárias úmidas do litoral, e com ocorrência rara nas florestas da bacia do Alto Ibicuí, Alto Uruguai e da Fralda da Serra Geral. (REITZ *et al.*, 1988).

No presente estudo dendroecológico, analisou-se a espécie *Ocotea pulchella* (canela-lageana) ocorrente nos bordos da Fralda da Serra Geral, região central do Rio Grande do Sul, Brasil,

com os seguintes objetivos: descrever as condições climáticas regionais, relacionando-as ao crescimento da espécie; revelar possíveis alterações ou perturbações na história individual de crescimento das árvores.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O trabalho foi realizado na Barragem de Val de Serra, no município de Itaára, distante, aproximadamente, 25 km da cidade de Santa Maria, sob as coordenadas geográficas 29°32'15" S e 53°47'30" W, em altitude média de 420 m.

As florestas da região podem ser descritas fitogeograficamente como um ecótono da Floresta Estacional Decidual, com elementos da Floresta Ombrófila Mista como *Araucaria angustifolia*, *Podocarpus lambertii* e *Blepharocalix salicifolia*. Pelas características fisionômicas da área de estudo, o estágio sucessional pode ser considerado como uma floresta secundária com regeneração natural comprometida pela ação do pastoreio com bovinos.

A área situa-se entre coxilhas, próxima às margens da barragem de captação d'água que abastece o município de Santa Maria. O solo da região é derivado de rochas efusivas ácidas da Formação Serra Geral, classificado como Litólico Distrófico, conforme BRASIL (1973).

A região apresenta clima do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen (MORENO, 1961). A precipitação média anual (estação Santa Maria) entre 1970 e 1996 foi de 1739 mm e a temperatura média anual de 19,4 °C, conforme observa-se na Figura 1. No período, a temperatura média do mês mais frio (junho) foi de 13,6 °C, e do mês mais quente (janeiro) de 25,0 °C.

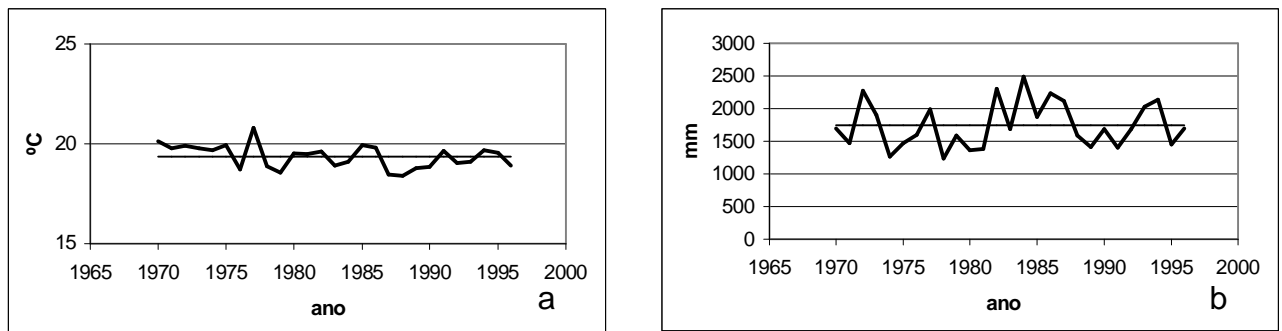


FIGURA 1: Variação de temperatura média anual (a) e precipitação média anual (b) no período de 1970 a 1996, no município de Santa Maria (RS).

Obtenção dos dados de crescimento

Para a obtenção dos dados de crescimento, efetuou-se a derrubada de cinco árvores com o auxílio de motosserra, retirando-se seções transversais na altura de 1,3 m (DAP). Fitossociologicamente, as árvores de número 1, 2, 3 e 5 pertenciam ao estrato superior da floresta, todas com altura total aproximada de 13 m. A árvore de número 4, com 10 m de altura total, pertencia ao estrato médio, com copa competindo com as copas do estrato superior.

As árvores estavam localizadas em um sítio influenciado pelo lençol freático da água de uma barragem, em cotas altimétricas entre dois e cinco metros acima do seu nível máximo.

As seções transversais coletadas foram secas ao ar e sofreram lixamento, com o objetivo de tornarem as características anatômicas da madeira mais visíveis e facilitar a marcação dos eixos e a medição dos anéis de crescimento. Iniciou-se com a marcação do maior raio da seção, tomando-se a medula como centro. Com base nele, foram marcados outros dois, formando um ângulo de 45° com o maior raio, e deles projetados outros dois em sentidos opostos. Foi feita uma datação dos anéis, começando com o último anel antes da derrubada das árvores. Os quatro raios foram então medidos com precisão de 1/100 mm mediante do sistema "LINTAB".

Consideraram-se os anéis de crescimento como anuais, dadas às condições climáticas locais. A região apresenta duas estações distintas (KLEIN, 1984) nas quais ocorre um período de baixa atividade cambial na estação mais fria, ocasionando o surgimento de lenho tardio visível para a espécie estudada. O período anual de crescimento foi considerado entre outubro e abril.

Obtenção dos dados climáticos

Utilizou-se dados climáticos da estação meteorológica de Santa Maria (RS), pertencente ao 8º Distrito de Meteorologia do Brasil com sede em Porto Alegre (RS). Foram usadas séries temporais das temperaturas médias mensais e das precipitações médias mensais desde 1970 até 1996.

Processamento dos dados/modelagem

As seqüências de incremento obtidas na medição das seções transversais foram testadas com o auxílio do procedimento gráfico do sistema LINTAB e pela análise de correlações, com o objetivo de comparar o comportamento das seqüências entre si, bem como averiguar o grau de semelhança entre as séries temporais analisadas.

A detecção, dos chamados anéis de crescimento característicos, fez-se segundo o método de tendência de intervalo (SCHWEINGRUBER, 1983). Para a tendência de crescimento em cada ano, foram colocados os seguintes valores: 0, se o crescimento do ano anterior fosse maior; 0,5, se o crescimento não mudasse do ano anterior para o ano atual; e 1, se o crescimento no ano atual fosse maior do que no ano anterior. Um ano característico, com baixo ou alto crescimento, é definido se mais de 90% das árvores mostrarem uma tendência de diminuição ou aumento do crescimento no ano em relação ao ano anterior.

Com a finalidade de demonstrar as alterações do incremento à médio prazo, usou-se o seguinte cálculo:

$$D_{(i)} = (i - lag_{(i)}) / lag_{(i)} * 100 \quad (1)$$

Onde: $\Delta_{(i)}$ = alteração percentual no incremento (%);

i = incremento (mm);

lag = valor do ano anterior.

Considerou-se uma liberação no crescimento (“growth release”), quando o incremento superou um $\Delta_{(i)}$ de 30 % durante um período mínimo de 5 anos (modificado de DEVALL *et al.*, 1998).

A sensibilidade da resposta do crescimento, aos possíveis fatores ambientais e climáticos respectivamente, foi calculada por meio de sensibilidades (SCHWEINGRUBER, 1983). Sensibilidades são grandezas percentuais de alteração entre dois valores sucessivos de uma série temporal de anéis de crescimento. O índice de sensibilidade é o quociente da sensibilidade média anual pela sensibilidade média de todas as árvores de um sítio (veja equações 2-4).

$$S_{i+1} = \frac{(x_{i+1}) \times 2}{(x_{i+1} + x_i)} \quad (2)$$

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=2}^n |S_i|}{n - 1} \quad (3)$$

$$SI = \frac{S_{i+1}}{\bar{S}} \quad (4)$$

Onde: S_{i+1} = sensibilidade anual;

\bar{S} = sensibilidade média;

SI = índice de sensibilidade;

x_i = valor da observação no tempo i ;

x_{i+1} = valor da observação no tempo $i+1$;

n = número de árvores.

Para relacionar o crescimento com o clima, foi feita uma estandarização (ou padronização) das curvas de incremento de todas as árvores estudadas, obtendo-se assim um índice de incremento, visando eliminar possíveis tendências indesejáveis de longo prazo. Isso é necessário para salientar as variações a curto prazo, pois são elas que traduzem um provável sinal climático. Para obter o índice de incremento, foram divididos os valores do incremento anual pelo incremento médio da árvore em questão, ao longo do período de observação, que deve ser igual ou menor que a árvore mais jovem. Finalmente, foi calculada a curva média (cronologia) de todas as curvas estandarizadas.

Como grandezas climáticas potenciais influenciando o incremento em diâmetro das árvores, foram utilizadas a temperatura, a precipitação, a evapotranspiração e o balanço hídrico. Para o cálculo da evapotranspiração e do balanço hídrico, segundo o método de Thornthwaite, são necessárias, como dados básicos, as temperaturas e as precipitações mensais (THORNTHWAITE & MATHER, 1957).

Para tanto, foram usadas as seguintes equações:

$$ETP = ETP_N \times FC \quad (5)$$

$$ETP_N = 16 \times (10T/I)^a \quad (6)$$

Onde: ETP = evapotranspiração potencial mensal, mm;

ETP_N = evapotranspiração potencial mensal não ajustada, mm;

I = índice de calor anual (soma dos 12 índices mensais de calor 'i');

i = índice mensal de calor: $i = (T/5)^{1,514}$;

T = temperatura média mensal, °C;

a = função cúbica do índice I, obtida pelo desenvolvimento em série do 'I':

$a = 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 1,79 \cdot 10^{-2} \cdot I + 0,492$;

FC = fator de correção (função do comprimento do dia médio do mês (N) e do número (n) de dias do mês: $FC = (n/30) \cdot (N/12)$).

O balanço hídrico foi calculado segundo a equação 7:

$$BH = P - ETP \quad (7)$$

Onde: BH = balanço hídrico, mm;

P = precipitações mensais, mm;

ETP = evapotranspiração potencial mensal, mm.

A relação crescimento-clima foi avaliada mediante uma análise de correlação entre variáveis de clima e de crescimento, considerando também efeitos retardados das variáveis climáticas sobre a magnitude do crescimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Idade e crescimento em diâmetro

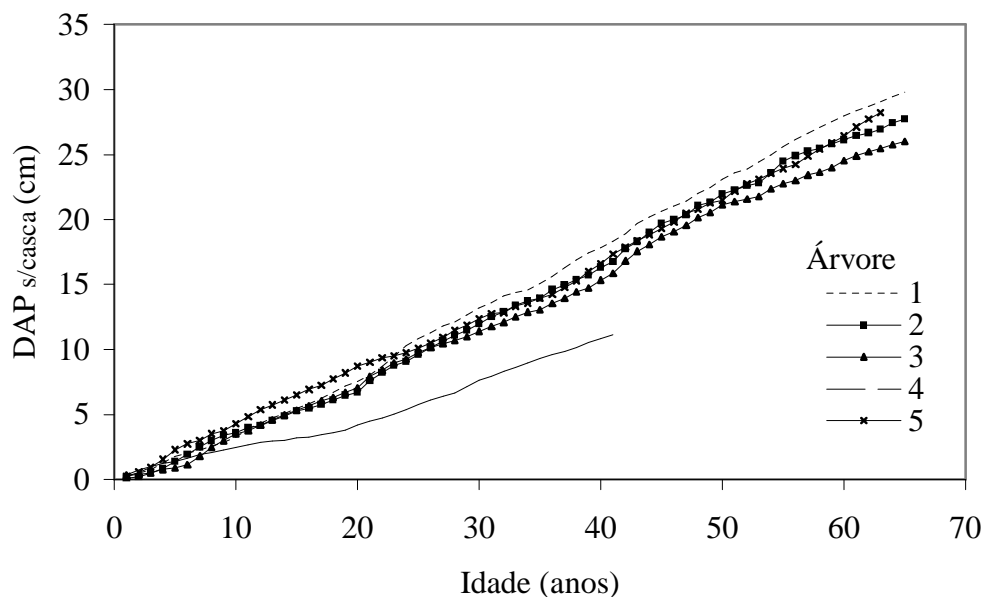
O diâmetro à altura do peito (DAP), com respectiva altura total, idade e incremento médio anual das árvores amostradas, encontram-se relacionados na Tabela 1. A Figura 2 apresenta as tendências de crescimento diamétrico em razão da idade.

As árvores 1, 2, 3 e 5 do estrato superior, apresentam tendências de crescimento diamétrico semelhantes, alcançando um diâmetro entre 26,0 e 29,9 cm, representando um crescimento médio anual de 0,44 cm aproximadamente. Já a árvore de número 4, do estrato médio, possui incremento bastante inferior às demais, com crescimento médio anual em diâmetro de 0,28 cm, refletindo o estado de competição em que se encontrava na floresta.

TABELA 1: Diâmetro, altura total, idade e incremento médio anual à altura do peito das árvores amostradas.

Árvore (n.)	DAP s/casca (cm)	Altura total (m)	Idade (anos)	IMA (cm/ano)
1	29,8	12,9	65	0,4583
2	27,7	13,1	65	0,4266
3	26,0	13,0	65	0,4002
4	11,1	10,0	40	0,2785
5	28,2	13,0	62	0,4553

Em que: DAP = diâmetro a altura do peito; IMA = incremento médio anual.

FIGURA 2: Crescimento diamétrico em razão da idade das árvores de *Ocotea pulchella* (Itaára, RS).

Na Tabela 2, mostram-se as correlações existentes entre os 20 raios medidos com a seqüência média aritmética. Constatam-se correlações positivas, variando entre os valores de 0,032 e 0,844. Correlações positivas indicam comportamento, variando no mesmo sentido. Quanto mais próximo de 1 for o valor da correlação, maior é a similaridade das seqüências em relação às variações a curto prazo. Observam-se as maiores correlações com a árvore 2, seguida da árvore 3.

Incrementos estandardizados

A Figura 3 apresenta a curva média dos incrementos em diâmetro estandardizados. Observa-se o aumento do incremento até 1975, sendo seguida por uma diminuição até 1987. Logo após um rápido aumento, nos anos de 1988 e 1989, o índice de incremento continua diminuindo.

TABELA 2: Correlação dos raios medidos com a média aritmética de todos os raios.

Árvore (n.)	Início da seqüência	Raio (n.)	Correlação
1	1934	1	0,639
		2	0,513
		3	0,181
		4	0,032
2	1934	1	0,699
		2	0,822
		3	0,844
		4	0,704
3	1934	1	0,604
		2	0,566
		3	0,819
		4	0,724
4	1959	1	0,147
		2	0,280
		3	0,386
		4	0,346
5	1937	1	0,435
		2	0,568
		3	0,600
		4	0,437

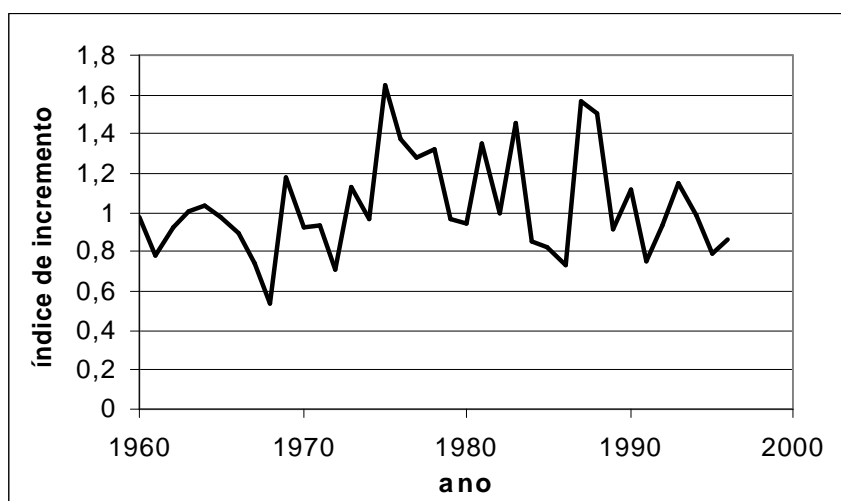


FIGURA 3: Média das curvas estandarizadas (cronologia) das cinco árvores estudadas.

Incrementos estandarizados

A Figura 3 apresenta a curva média dos incrementos em diâmetro estandarizados. Observa-se o aumento do incremento até 1975, sendo seguida por uma diminuição até 1987. Logo após um rápido aumento, nos anos de 1988 e 1989, o índice de incremento continua diminuindo.

Análise de sensibilidade e anéis característicos de crescimento

Constatam-se reações mais sensíveis no crescimento durante os anos 70 até o começo dos anos 80 e ao redor de 1990-1992 (Figura 4). Surpreendentemente, os períodos com as reações de crescimento mais sensíveis relacionam-se a uma pluviosidade abaixo da média (veja Figura 1).

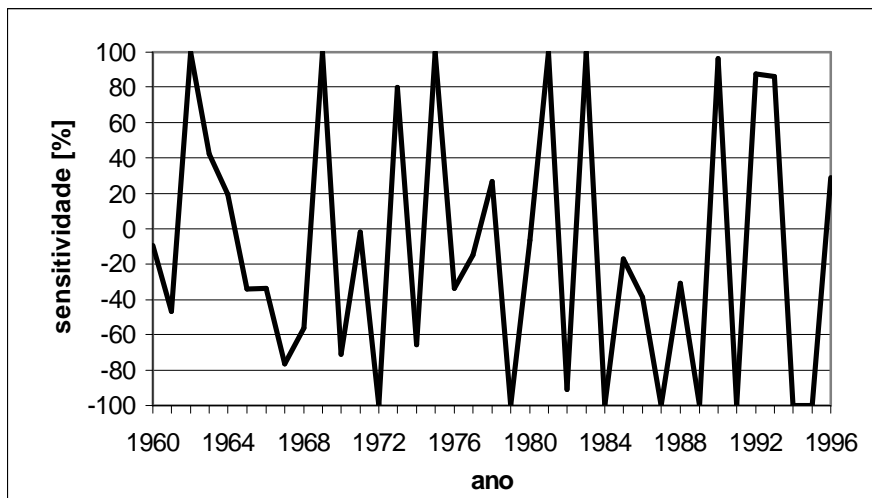


FIGURA 4: Índice de sensibilidade das árvores estudadas.

O resultado da análise de anéis característicos de crescimento, segundo SCHWEINGRUBER (1983), é mostrado na Tabela 3. Os anéis característicos refletem bem o padrão da sensibilidade, com exceção do ano 1987 que apresentou uma baixa sensibilidade e um anel característico com crescimento alto.

TABELA 3: Anéis característicos de crescimento nas árvores estudadas, segundo o método de SCHWEINGRUBER (1983).

Anéis característicos com crescimento baixo	Anéis característicos com crescimento alto
1972, 1979, 1984, 1989, 1991, 1994, 1995	1975, 1981, 1983, 1987

Alterações no nível de crescimento em diâmetro a médio prazo

Para identificar as possíveis alterações no crescimento a médio prazo, foi empregada a equação 1. Na Figura 5, destacam-se as cinco árvores estudadas com as alterações observadas no

crescimento. Não foram verificadas mudanças na tendência do crescimento à médio prazo, considerando-se uma alteração percentual no incremento superior a 30 % durante um período mínimo de 5 anos. Porém, podem ser identificados três aumentos acentuados nas seqüências estudadas:

- a) árvore 2: 86% entre 1936 e 1938
- b) árvore 4: 42% entre 1975 e 1978
- c) árvore 5: 26% entre 1960 e 1964

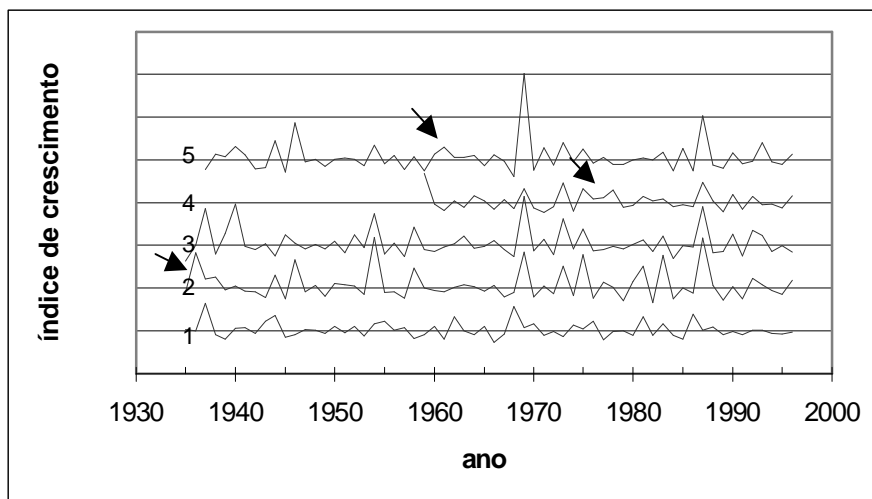


FIGURA 5: Mudanças percentuais no crescimento em diâmetro à altura do peito das 5 árvores estudadas (setas indicam três aumentos de crescimentos).

Tal comportamento, dos incrementos diamétricos, indica assim não haver um período de liberação, pois as árvores 1, 2, 3 e 5, do estrato superior e com idades próximas, provavelmente foram as primeiras a ocupar essa formação secundária, permanecendo no estrato dominante até o momento (ver também Figura 2). Já a árvore 4, pertencente ao estrato médio, apresentou, de 1975 até 1978, uma aceleração de crescimento provocada, provavelmente, por mudança na posição sociológica.

Balanco hídrico

O balanço hídrico do período de crescimento entre os anos de 1970 e 1996, constituído com dados da Estação Meteorológica de Santa Maria (RS), é mostrado na Figura 6. Constata-se um déficit hídrico nos anos 1974, 1975, 1978 e 1982. A média, ao longo do tempo, mostra um superávit hídrico anual de 28 mm.

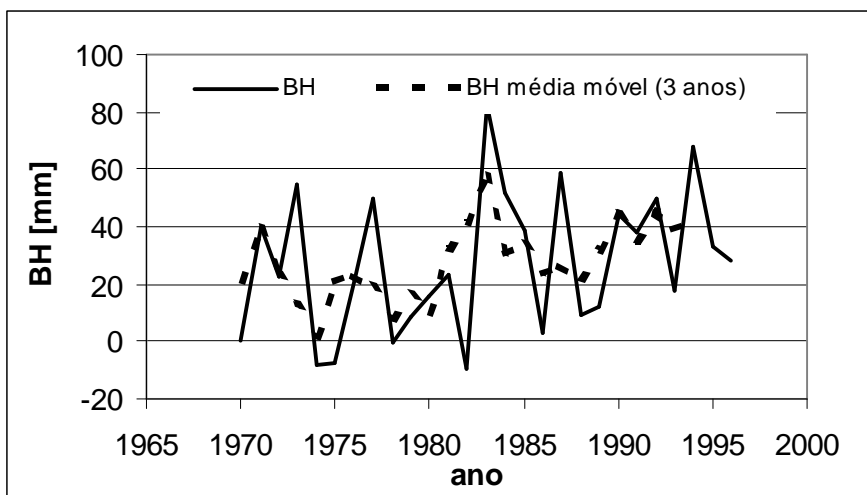


FIGURA 6: Balanço hídrico (BH) entre os anos de 1970 e 1996 considerando-se apenas o período de crescimento das árvores (outubro a abril), conforme dados da estação meteorológica de Santa Maria (RS).

Se forem analisados os anos com balanço hídrico baixo (negativo ou ao redor de zero) durante o período de crescimento (possíveis anos característicos), constata-se um forte déficit hídrico durante vários meses nos respectivos anos (Figura 7). Assim, por exemplo, observa-se um déficit hídrico nos meses de dezembro até fevereiro no ano de 1986. Comparando-se os anos de déficit hídrico (Figuras 6, 7) com os de anéis característicos de crescimento (Tabela 3), verifica-se que, aparentemente, o déficit hídrico não refletiu anéis característicos com baixo crescimento.

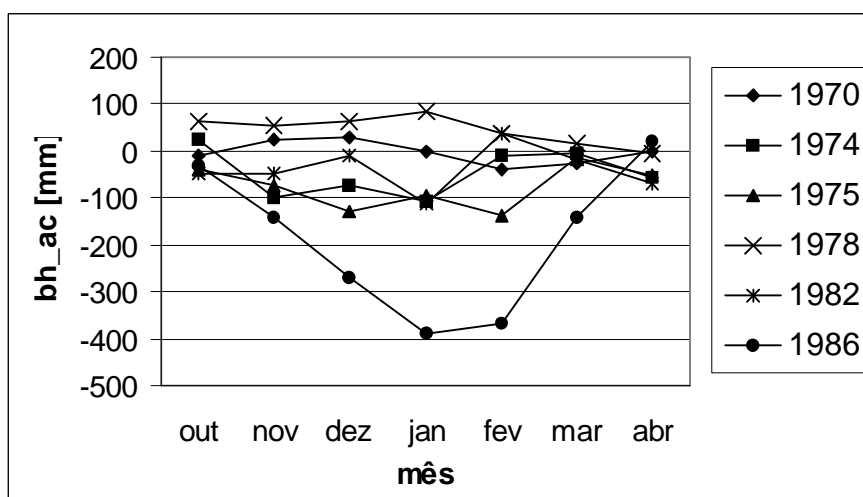


FIGURA 7: Balanço hídrico acumulado (bh_ac) durante o período de crescimento em anos com balanço hídrico baixo.

Análise de correlação do incremento em diâmetro e variáveis climáticas

Uma análise de correlação foi feita entre o índice de incremento anual e as variáveis climáticas do respectivo ano (lag 0) e do ano anterior (lag 1), para verificar possíveis efeitos retardados do clima. Foram testadas as médias do balanço hídrico (BH) e da evapotranspiração (ETP) dos meses de novembro e dezembro (extensão 1112), dezembro e janeiro (1201), janeiro e fevereiro (0102) e fevereiro e março (0203), conforme observado na Figura 8.

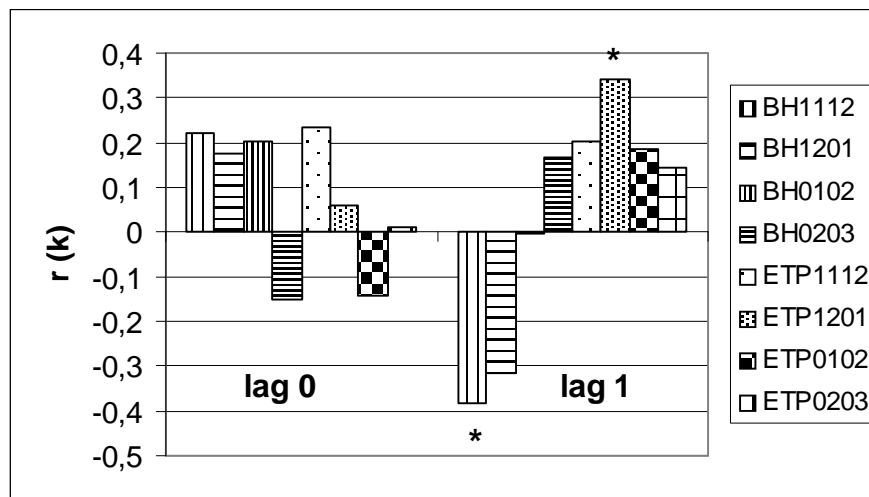


FIGURA 8: Correlações de variáveis climáticas com o índice de incremento (BH – balanço hídrico; ETP – evapotranspiração; 1112 – média dos meses novembro e dezembro; 1201 – média dos meses dezembro e janeiro; 0102 – média dos meses janeiro e fevereiro; 0203 – média dos meses fevereiro e março: * = significativas, Prob>0,05).

Pela análise da Figura 8, verifica-se que os balanços hídricos (BH), entre novembro e fevereiro apresentam correlação positiva (embora não-significativa) com o crescimento do mesmo ano. Contudo, quando o BH é elevado, ele reduz o crescimento do período vegetativo seguinte (significativa no caso de BH1112). Verifica-se ainda que o BH de fevereiro-março não é favorável ao crescimento do ano, mas favorece o crescimento do ano seguinte.

As correlações da evapotranspiração (ETP) com o crescimento, como se observa na Figura 8, apresentam uma forte tendência de que perdas de água em novembro e dezembro estimulam o crescimento do período; contudo, ETP elevadas, a partir de janeiro, podem reduzir o crescimento. Verifica-se ainda que ETP elevadas entre novembro e março no ano anterior estão positivamente correlacionadas com o crescimento do ano atual (significativa no caso de ETP1201).

Esse comportamento deve estar relacionado ao volume de água da barragem que condiciona a altura do lençol freático. Como as árvores estavam às margens da barragem até 5 m acima do nível máximo, pode-se deduzir que o excesso e não o déficit de chuva reduz o crescimento diamétrico da canela-lageana.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, não se observou um padrão coerente entre as condições hídricas e a variação no incremento das árvores estudadas; muito embora, os resultados indicam que o excesso e não o déficit hídrico é a variável mais importante que conduz as variações no crescimento diamétrico sob as condições de sítio da área de estudo. Além disso, não foram verificadas mudanças na tendência do crescimento das árvores em médio prazo indicando assim, não haver um período de liberação de crescimento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o 8º Distrito de Meteorologia (INMET/MARA) com sede em Porto Alegre (responsável: Sr. Solismar D. Prestes) por tornar disponível os dados climáticos da estação meteorológica de Santa Maria (RS).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério de Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 430 p. (Boletim Técnico n. 30).
- DEVALL, M.S.; PARRESOL, B.R.; ARMESTO, J..J. Dendroecological analysis of a *Fitzroya cupressoides* and a *Nothofagus nitida* stand in the Cordillera Pelada, Chile. **Forest Ecology and Management** n. 108, p. 135-145, 1998.
- INOUE, M.T.; RODERJAN, C.V.; KUNIYOSHI, Y.S. **Projeto madeira do Paraná**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1984. 260 p.
- KLEIN, R.M. Síntese ecológica da floresta estacional da bacia do rio Jacuí e importância do reflorestamento com essências nativas (RS). In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5., 1984, Nova Prata. **Anais ...** Nova Prata, 1984. p. 265-278.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, RS, 1961. 41 p.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CORAG, 1988. 525 p.
- RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**: manual de dendrologia brasileira. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. 294 p.
- SCHWEINGRUBER, F.H. **Der Jahrring**: standort, methodik, zeit und klima in der dendrochronologie. Bern: Verlag Paul Haupt. 1983. 234 p.

THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.R. **Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance.** Centeron, NewJersey: Drexel Institute of Technology, 1957. 308p. (Laboratory of Climatology 10, n. 3).