

**1. Influência da idade das acículas**

Carlos Bruno Reissmann  
Ernst Eugen Hildebrand  
Winfried Erich Hubert Blum  
Luiza Maria Burger

**SUMMARY**

*Investigations on the methodology of sampling and chemical analysis of needles of ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA in the national forest of TRES BARRAS - S.C. demonstrate clearly that the age of needles has a significant influence on the results of chemical foliar analysis.*

*A secure method for the separation of needles with different Yages is demonstrated, taking into account that stratification based only on the branch-type and macroscopic aspect of the needles is not possible.*

**1. INTRODUÇÃO**

Em muitos trabalhos científicos mostrou-se que a análise foliar é um método adequado para a determinação do estado nutricional de essências florestais. As correlações empíricas entre dados analíticos das folhas e dados de crescimento têm segundo LUNDEGARDH (1951) uma base teórica, porque os teores de elementos nutritivos nas folhas podem ser considerados como resultado integrado da disponibilidade dos mesmos relacionada à espécie e o processo fisiológico da aceitação. Baseando-se nessa definição, a avaliação dos resultados analíticos das folhas para a interpretação de dados dendrométricos exige uma estratificação do material da amostragem. Isto é necessário para controlar os parâmetros que influenciam os teores de elementos nutritivos intercorrelacionados com a disponibilidade específica e o processo da aceitação.

Várias investigações mostraram que os mais importantes destes fatores são:

- fatores de sítio (altitude, clima)
- tratamento silvicultural
- idade da árvore
- idade da folha/acícula
- posição na copa.

No caso da *Araucaria angustifolia*, tal estratificação das acículas traz problemas metodológicos, especialmente o controle da idade das mesmas. Isto é devido

à ramificação da *Araucaria angustifolia* não fornecer informações que permitam conclusões seguras com respeito à idade das acículas (veja 2.1.).

O presente trabalho apresenta um método da separação de acículas de várias idades. Para a análise química o efeito dessa separação sobre os dados analíticos obtidos é avaliado estatisticamente. Um trabalho, objetivando a influência da posição de acículas na copa está em fase de preparo.

**2. MATERIAL E MÉTODOS**

**2.1 Trabalho de campo**

A parte relativa ao trabalho de campo foi efetuada na Floresta Nacional de TRÊS BARRAS, Santa Catarina, situada a 760m sobre o nível do mar, cujo clima, de acordo com a classificação de KÖPPEN se enquadra no tipo Cfb. O relevo da Estação varia de plano a suavemente ondulado, sendo o solo da área de coleta pertencente ao grande grupo podzólico vermelho-amarelo.

**AMOSTRAGEM**

A amostragem do material a ser analisado é uma fase muito importante do trabalho executado no campo. Desta forma a padronização da metodologia de coleta é indispensável. Especialmente com respeito à idade das acículas (KRAMER e KOZŁOWSKI, 1960).

De acordo com BAULE e FRICKER (1970) o requisito básico para resultados analíticos exatos, é que as amostras sejam plenamente iluminadas.

A coleta deste material foi efetuada a 17 de junho de 1975, sobre quatro árvores com idade de 25 anos e altura média de 17,50 m, situadas no talhão denominado T-15, tendo-se o cuidado antecipado de concentrar a amostragem em árvores de bom crescimento, MAKI (1963) citado por SIMÕES (1972).

A área de amostragem na copa recaía sobre o quarto verticilo superior<sup>1</sup> de exposição norte, sendo os ramos seccionados com o auxílio de um podão, na região situada entre o primeiro e segundo terço superior do galho com acículas verdes.

Uma vez seccionados, os ramos eram apanhados ao pé da árvore por um auxiliar de coleta, etiquetados e acondicionados em sacos de polietileno.

## **2.2 Laboratório**

### **2.2.1 Análise morfológica e histológica dos ramos**

#### **ANÉIS DE CRESCIMENTO**

O crescimento das plantas é regido por condições climáticas ambientais.

A diferença estrutural das células de lenho inicial e lenho tardio permite a determinação dos anéis de crescimento, que representam o incremento da planta durante um período vegetativo. Em regiões onde as estações anuais são distintas, é possível determinar-se a idade da árvore e ou de sua ramificação através da contagem dos anéis de crescimento.

## **DETERMINAÇÃO DA IDADE DOS RAMOS**

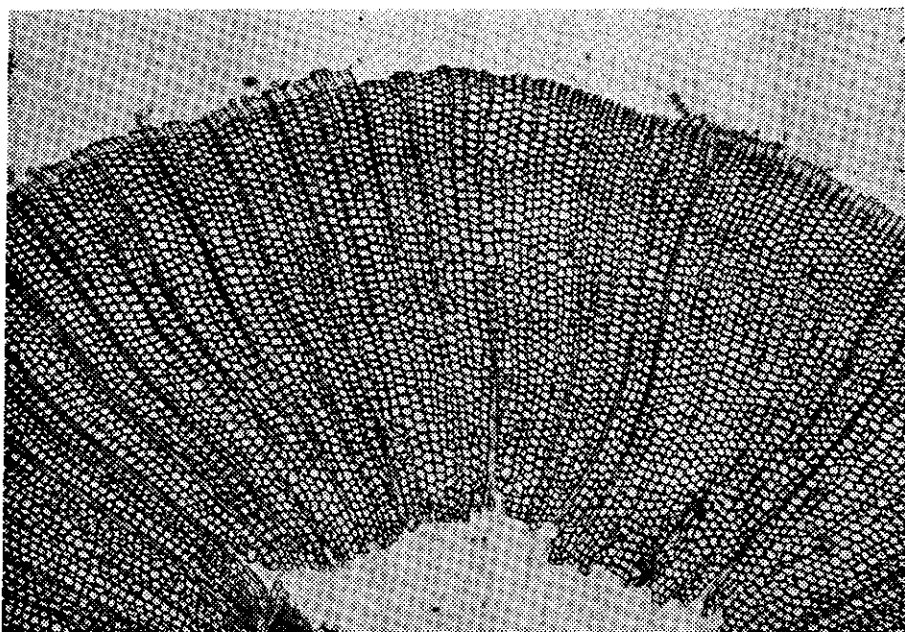
Do material coletado fez-se cortes com micrótomo (40-60  $\mu$ m de espessura), os quais foram duplamente coloridos com safranina e astrablau para um melhor destaque de sua estrutura anatômica, e posteriormente montadas permanentemente em Entelan. A idade das ramificações foi então determinada através de observações microscópicas destes cortes. Em vista das pequenas dimensões das seções transversais de algumas ramificações, preferiu-se por motivos de precisão, fazer a contagem dos anéis sob o microscópio, e não macroscopicamente, pois frequentemente o lenho tardio pode corresponder apenas a duas ou três fileiras de células podendo passar despercebido à vista desarmada.

A determinação exata da idade de uma árvore ou ramos, pode ser dificultada, anéis que não formam uma circunferência completa, e cuja formação pode ser atribuída a qualquer estímulo anormal sofrido pelo câmbio. Além deste fenômeno, a ocorrência de lenho de com-nômeno, a ocorrência de lenho de compressão (lenho de reação) pode mascarar o limite entre os anéis de crescimento pois, as células correspondentes a este defeito apresentam paredes espessas ricas em lignina que adquirem em conjunto uma coloração escura. Esta dificuldade pode ser facilmente contornada, devido ao fato do lenho de compressão aparecer unilateralmente na seção transversal e a contagem dos anéis poder ser feita na região sã oposta.

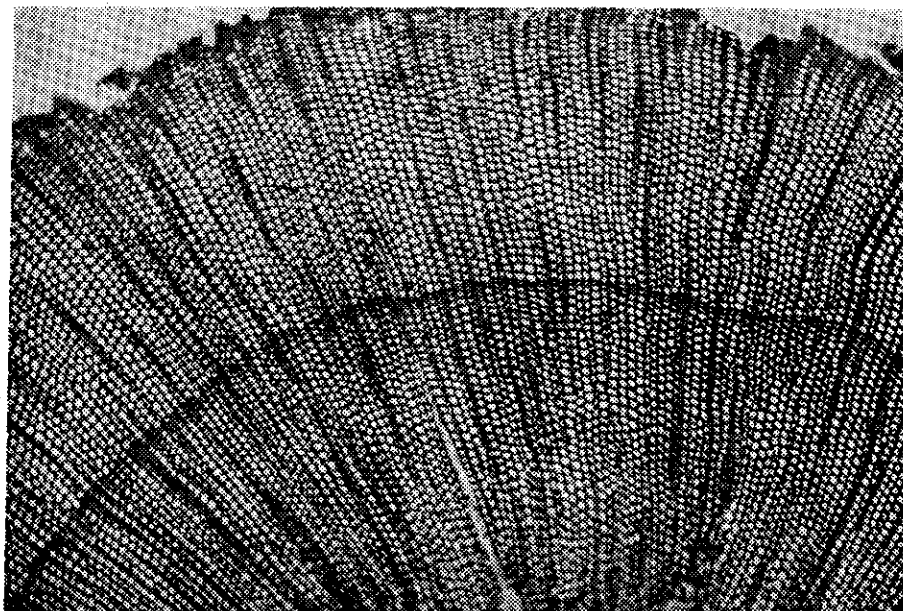
As fotos 1 e 2 demonstram o aspecto do corte de um ramo de idade 1 e 2 anos respectivamente.

---

1 — Em árvores de 25 anos este é o verticilo superior que apresenta a maior quantidade de acículas de 2 anos em boas condições de iluminação.



**Foto 1:** Aspecto da seção do ramo com idade de 1 ano, ampliação:  $\pm 50 \times$



**Foto 2:** Aspecto da seção do ramo com idade de 2 anos, ampliação:  $\pm 50 \times$

### **2.2.2 Preparação do material para a análise química**

Baseando-se nos resultados da observação histológica mencionada acima, foi efetuada uma separação dos ramos com acículas de idades diferentes. O material em dúvida foi eliminado.

As acículas foram estratificadas segundo a idade 1 e 2 anos respectivamente. Depois da determinação do peso de 100 acículas escolhidas ao acaso, o material foi secado ( $105^{\circ}\text{C}$ ) e moído até consistência a pó.

Árvore idade 25 4º vert. exp. norte	1		2		3		4		$\frac{X_1}{X_2}$
idade das acículas	1	2	1	2	1	2	1	2	
1. Peso 100 acic. g	2,0308	<b>5,4170</b>	1,9285	<b>2,7635</b>	2,0875	<b>5,9058</b>	2,0008	<b>7,3310</b>	2,0119 <b>5,4793</b>
2. Peso cinza %	2,50	<b>2,61</b>	3,16	<b>2,9</b>	2,86	<b>3,45</b>	2,83	<b>2,99</b>	2,8375 <b>3,0025</b>
3. N %	1,39	<b>1,07</b>	1,51	<b>1,14</b>	1,60	<b>1,12</b>	1,67	<b>1,37</b>	1,5425 <b>1,175</b>
4. P %	0,105	<b>0,118</b>	0,131	<b>0,105</b>	0,138	<b>0,103</b>	0,167	<b>0,130</b>	0,1353 <b>0,114</b>
5. K %	0,72	<b>0,75</b>	0,97	<b>0,85</b>	1,05	<b>0,97</b>	1,22	<b>0,97</b>	0,99 <b>0,885</b>
6. Ca %	4,04	<b>6,62</b>	2,95	<b>4,43</b>	4,29	<b>6,29</b>	2,25	<b>2,84</b>	3,3825 <b>5,045</b>
7. Mg ‰	1,50	<b>2,17</b>	1,88	<b>1,74</b>	1,81	<b>1,81</b>	1,20	<b>1,12</b>	1,5975 <b>1,715</b>
8. Fe ‰	0,066	<b>0,148</b>	0,062	<b>0,154</b>	0,059	<b>0,128</b>	0,082	<b>0,118</b>	0,06725 <b>0,13725</b>
9 Mn ‰	1,656	<b>1,074</b>	1,126	<b>0,862</b>	0,492	<b>0,411</b>	0,379	<b>0,374</b>	0,913 <b>0,680</b>
10. Cu ppm	5,3	<b>5,4</b>	6,1	<b>8,4</b>	5,6	<b>6,2</b>	7,4	<b>5,0</b>	6,1 <b>6,25</b>
11. Zn ppm	9,8	<b>7,5</b>	10,2	<b>7,2</b>	13,3	<b>9,9</b>	13,6	<b>11,2</b>	11,7 <b>8,9</b>
12. Al ppm	80,7	<b>232,0</b>	77,6	<b>185,3</b>	31,9	<b>215,5</b>	100,1	<b>169,9</b>	72,575 <b>200,675</b>
13. Si ppm	32	<b>38</b>	24	<b>40</b>	44	<b>63</b>	37	<b>44</b>	34,25 <b>46,25</b>

**TABELA 1:** Dados analíticos de acículas de idade 1 e 2 anos de 4 árvores de *A. angustifolia* (idade das árvores: 25 anos, verticilo: 4º superior, exposição norte).

	Peso 100 acic. g	Peso cinza %	N %	P %	K %	Ca ‰	Mg ‰	Fe ‰	Cu ppm	Mn ‰	Zn ppm	Al ppm	Si ppm
VALOR t <sub>calc.</sub>	3,378	1,003	9,119	1,821	1,817	3,937	0,628	5,853	0,159	1,820	8,866	5,147	3,70
diferença significativa entre acículas de idade 1 e 2 anos com probabilidade de	>95%	>60%	>99%	>80%	>80%	>95%	—	>99%	—	>80%	>99%	>98%	>95%

**TABELA 2:** Resultados do teste “t” entre os teores de elementos nutritivos nas idades de 1 e 2 anos.

### 2.2.3 Análise química das acículas

Os seguintes dados analíticos foram analisados:

— cinza após incineração a 800°C durante seis horas;

— N segundo o método de KJELDAHL

— P por colorimetria (ZEISS PL 4) com vanadomolibdato de amônio.

— K por fotometria de chama (ZEISS PF 4)

— Mg } por absorção atômica (PERKIN ELMER 403)  
— Ca } com chama ar/acetileno, no caso de Ca foi necessário adicionar nitrato de lantânio para evitar a formação de complexos estáveis do cálcio com fósforo e alumínio, que impedem a absorção na linha de ressonância (WELZ, 1972).  
— Fe }  
— Mn }  
— Cu }  
— Zn }

— Al por colorimetria (ZEISS PL 4), método de "Aluminon".

— Si por colorimetria (ZEISS PL 4), com molibdato de amônio, ácido 1-amino-2-hidroxi-4-naftalensulfônico e sódio pirossulfato.

Os resultados são expressos como % (N,P,K), ‰ (Ca, Mg, Fe, Mn) e ppm (Cu, Zn, Al, e Si) do peso seco.

### 3.3 Avaliação estatística

Para verificar diferenças significativas entre os teores de elementos nutritivos nas acículas de 1 e 2 anos de idade foi aplicado o teste — t para amostras parelhadas, (ver FREESE, 1967), considerando as duas idades por árvore como um par (1 e 2 anos) e a quantidade das árvores como número de pares (4).

O valor t foi calculado através da fórmula:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\frac{\sqrt{\sum d_i^2 - (\sum d_i)^2 / n}}{n - 1}}$$

onde:

$\bar{X}_{1,2}$  = médias aritméticas dos teores de acículas de 1 ( $\bar{X}_1$ ) e 2 ( $\bar{X}_2$ ) anos de idade respectivamente.

n = número de pares

$d_i$  = diferença entre os dois valores de um par

### 3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

A tabela 1 mostra os dados analíticos obtidos. As colunas 1, 2, 3 e 4 correspondem às árvores, que no sentido do teste estatístico aplicado representam as repetições. As sub-colunas 1 e 2 de cada árvore representam os pares de valores para acículas de 1 e 2 anos de idade. Na última coluna encontram-se os valores médios para as acículas de 1 e 2 anos de idade das árvores investigadas.

A tabela 2 dá os resultados da avaliação estatística dos valores da tabela 1. Mostra-se que a estratificação das acículas em relação à idade e de acordo com a metodologia descrita acima, leva a valores analíticos, que no caso do peso de 100 acículas, nitrogênio, cálcio, ferro, zinco, alumínio e de silício, são significativamente diferentes. Os resultados obtidos são os seguintes:

— o peso de 100 acículas é maior em acículas de 2 anos de idade;

— a concentração de nitrogênio e zinco é significativamente maior em acículas de 1 ano de idade;

— os elementos cálcio, ferro, alumínio e silício mostram um enriquecimento significativo em acículas de 2 anos de idade;

— os elementos fósforo, potássio e manganês mostram uma tendência a concentrações mais elevadas nas acículas de 1 ano, não evidenciada estatisticamente.

Estas diferenças derivam-se da interação da mobilidade basipetal e a necessidade fisiológica dos elementos. Uma interpretação mais detalhada dessas diferenças foi investigada e discutida em várias publicações sobre outras espécies

florestais (p. ex. HÖHNE, 1968, MATERNA, 1962, DIETRICH, 1964, REEMTSMA, 1966).

A tendência, que se verifica no caso dos elementos fósforo, potássio, e manganês, apesar de não ser segura estatisticamente, está também de acordo com os resultados dos trabalhos citados acima.

Interessante no caso da *A. angustifolia*, é que não foi possível encontrar uma diferença significativa entre as percentagens de cinza das acículas de 1 e 2 anos de idade. Isto é devido ao fato, de não ocorrer um acúmulo de silício a ponto de influir significativamente no peso das cinzas, como descrito no caso de coníferas européias. (HÖHNE, 1968; cit. por FIEDLER et. al., 1973). Muito embora se verifique uma diferença significativa a 95% de probabilidade entre as duas idades de acículas para este elemento.

O comportamento do zinco é surpreendente. Sendo considerado um elemento com mobilidade restrita, mostra normalmente um enriquecimento em folhas/acículas mais velhas. No caso do material investigado, encontra-se um resultado contrário. Apesar disso os teores estão muito baixos em comparação com teores médios das coníferas européias (HOFMANN u. MÜLLER, 1970), e indicam possivelmente uma deficiência latente.

Em função destes resultados sugere-se o controle das idades através de lâminas de madeira dos ramos como foi descrito nos capítulos 2.2.1 e 2.2.2. Este resultado é considerado de grande importância para todas as análises foliares na *Araucaria angustifolia* futuramente.

A partir do anteriormente exposto, acredita-se que no decurso de futuras amostragens, e baseando-se inicialmente

na metodologia descrita, os pesquisadores adquirem uma certa experiência na separação das diferentes idades de acordo com o aspecto macromorfológico das acículas e dos ramos. Neste caso, a preparação das lâminas pode limitar-se sobre provas realizadas ao acaso e sobre material com acículas de idade duvidosa.

Em todo caso é recomendado verificar a idade das acículas pela preparação das lâminas e análises microscópicas.

#### 4. RESUMO

Pesquisas sobre a metodologia da amostragem e a análise química de acículas da *Araucaria angustifolia* na Flona de TRÊS BARRAS/SC., evidenciaram que a idade das acículas influi significativamente o resultado da análise química foliar. Um método seguro da separação de acículas de diferentes idades é demonstrado, devido ao fato que tal estratificação não é possível baseando-se somente no tipo da ramificação e o aspecto macromorfológico das acículas.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores externam seus agradecimentos às seguintes pessoas:

— Dr. Ernesto da Silva Araujo, pela colaboração prestada em relação aos trabalhos realizados na FLONA DE TRÊS BARRAS.

— Christa Hildebrand e Adilson de Paula Souza, pela dedicação na realização das análises químicas.

Os agradecimentos são extensivos a todos aqueles que de uma forma ou outra contribuíram para a realização do presente trabalho.

## 6. LITERATURA CITADA

1. BAULE, H. & FRICKER, C. **The Fertilizer treatment of forest trees**. Munchen, BLV, 1970. 259 p.
2. DIETRICH, H. Zur Methodik der Spurenelementbestimmung in Fichtennadeln. **Tag-Ber., Deutsche Akad. Landwirt. - Wiss.**, 84: 131-146, 1964.
3. FREESE, F. **Elementary statistical methods for foresters**. Washington, Forest Service, 1967. 87 p.
4. HOFMANN, W. & MUELLER, W. Zur Ernährung aelterer Koniferenbestaende auf Buntsandstein in Thueringen. **Tag-Ber., Deutsche Akad. Landwirt. Wiss.**, 112: 75-92, 1970.
5. HOEHNE, H. Die methodischen Grundlagen der Nadelanalyse unter Beruecksichtigung von picea abies (L K)rast. und pinus sylvestris L. Citado por FIEDLER, H.J.; NEBE, W. & HOFFMANN, F. **Forstliche Pflanzenernaehrung und Duengung**. Suttgart, G. Fischer.
6. KRAMER, P.J. & KOZLOWSKI, T. Factores que afectam a composição mineral. In: ... & .... **Fisiologia das árvores**. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1960. p. 294-298.
7. LUNDEGARDH, H. **Leaf analisis**. London, 1951.
8. MATERNA, J. Kupfer-, Zink- und Mangangehalte in Fichtenbestaenden. **Tag-Ber., Deutsche Akad. Landwirt.-Wiss.**, 50: 45-52, 1962.
9. REEMTSMA, J.B. Untersuchungen ueber den Naehrstoffgehalt an Nadeln verschiedenen Alters an Fichten und anderen Nadelbaumarten. **Flora, Abt. B**, 156: 105-121, 1966.
10. SIMÕES, J. W. Efeitos da omissão de nutrientes na alimentação do pinheiro do Paraná, *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze. cultivado em vaso. Piracicaba, "s.ed.", 1972. 101 f.
11. WELZ. Chemische Interferenzen. In: ... **Atom-Absorptionsspektroskopie** Weinheim / Bergstr., Verlag Chemie, 1972. p. 77-82.