

VARIAÇÃO ANUAL DOS NUTRIENTES EM ARAUCARIA
ANGUSTIFOLIA (Bert.) O. KTZE. EM FUNÇÃO DA ÉPOCA
DE AMOSTRAGEM

*Tese submetida à consideração da Comissão Examinadora, como
requisito parcial na obtenção do título de*

MESTRE EM CIÊNCIAS – MsC .

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Aprovada:	_____	Presidente
	Prof. Winfried Erich Hubert Blum PhD	
	_____	1º Examinador
	Prof. Hélio Olímpio da Rocha MsC	
	_____	2º Examinador
	Prof. Ernst Eugen Hildebrand PhD	

DEZEMBRO, 1976

À memória do meu saudoso Rodrigo
À meus pais
À Liliane e Renata

DEDICO

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos às seguintes pessoas e instituições:

Ao Prof. Dr. Winfried Eirch Hubert Blum, pela orientação e apoio.

Ao Prof. Dr. Ernst Eugen Hildebrand, pelas sugestões durante a realização do trabalho.

Ao Prof. Sylvio Pellico Neto pela orientação na parte estatística.

Ao Prof. Henrique Soares Koehler pela programação dos dados.

Ao Dr. Ernesto da Silva Araujo, Coordenador do Centro de Pesquisa Regional da Região Sul, pela cessão da área da Flona para a presente investigação.

Ao Eng^o Florestal Jesuino Lima Neto, responsável do PRODEPEF na Flona de Três Barras.

À Universidade Federal do Paraná e Universidade Albert Ludwig, de Freiburg - R.F.A. pela oportunidade de cursar o curso de pós-graduação.

Ao Conselho Nacional de Pesquisas - CNPq., pela concessão da bolsa.

À Sra. Christa Hildebrand pelo auxílio prestado por ocasião da realização das análises químicas.

À Prof. Celina W. Koehler pela confecção das ilustrações.

À Airta Milani Lima, monitora do Centro de Computação eletrônica da U.F.P.

Às demais pessoas, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, com ênfase especial a Mário T. Inoue, Hélio O. da Rocha, Rivail S. Lourenço e Léa T. Belzack.

BIOGRAFIA

O autor nasceu em Porto União, Santa Catarina, em 07 de abril de 1945.

Concluiu seus estudos secundários no Colégio Comercial Coronel David Carneiro em União da Vitória, Paraná.

Iniciou os estudos universitários no Curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná em Curitiba, no ano de 1967, colando grau em 1971.

No ano de 1972, foi contratado pela Universidade Federal do Paraná para exercer o cargo de Coordenador das Estações de Pesquisas Florestais. Neste mesmo ano cursa o curso de Especialização em Manejo Florestal no curso de Engenharia Florestal da U.F.P.

Em 1973, iniciou os estudos no Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, opção silvicultura, da Universidade Federal do Paraná.

No ano de 1975, prestou concurso para auxiliar de ensino, demitindo-se do cargo de Coordenador das Estações experimentais, sendo responsável atualmente pela disciplina de Nutrição e Adubação de Essências Florestais.

ÍNDICE

	<u>PAG:</u>
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	02
2.1 Análise de tecidos de plantas - GERAL	02
2.1.1 Análise foliar	03
2.1.2 Amostragem do material foliar	05
2.1.2.1 Escolha das árvores	06
2.1.2.2 Número de árvores necessárias	06
2.1.2.3 Posição de amostragem na copa	07
2.1.2.4 Variação estacional e época de amostragem	09
2.1.2.5 Idade do material	11
2.2 Aspectos relativos à nutrição da Araucária angustifolia	11
2.2.1 Solos	11
2.2.2 Composição química das acículas	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Material	13
3.1.1 Clima	13
3.1.2 Solos	13
3.1.3 Vegetação	13
3.1.4 Espécie e histórico dos talhões	13
3.2 Métodos	14
3.2.1 Métodos de campo	14
3.2.1.1 Periodicidade de coleta	14
3.2.1.2 Seleção e número de árvores	15
3.2.1.3 Seleção da idade das árvores e das acículas	16
3.2.1.4 Seleção dos verticilos	16
3.2.1.5 Seleção da área de coleta no galho	17
3.2.1.6 Coleta propriamente dita	18
3.2.2 Métodos de laboratório	18
3.2.2.1 Determinação da idade das acículas	18
3.2.2.2 Secagem do material	19
3.2.2.3 Determinação do peso seco	19
3.2.2.4 Análise química das acículas	19
3.2.2.5 Métodos de avaliação estatística	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 Fator posição na copa	22
4.2 Fator idade da árvore	22
4.3 Fator época de amostragem	24
4.3.1 Variação anual dos macronutrientes	25
4.3.2 Variação anual dos micronutrientes e alumínio	35

4.3.3	Matéria seca	41
4.3.3.1	Relação matéria seca e teor de nutrientes	43
4.4	Níveis de nutrientes	45
5.	CONCLUSÕES	49
5.	RESUMO	51
7.	SUMARY	53
8.	ZUSAMMENFASSUNG	55
9.	LITERATURA CITADA	57
10.	APÊNDICE	61

ÍNDICE DOS QUADROS

I.	Teores de N nas acículas (% do peso seco) ordenados segundo as médias dos meses, por idade	27
II.	Teores de P nas acículas (% do peso seco) ordenados segundo as médias dos meses, por idade	28
III.	Teores de K nas acículas (% do peso seco) ordenados segundo as médias dos meses, por idade	30
IV.	Teores de Ca nas acículas (% do peso seco) ordenados segundo as médias dos meses, por idade	33
V.	Teores de Mg nas acículas (% do peso seco) ordenados segundo as médias dos meses, por idade	33
VI.	Teores de Fe nas acículas (ppm do peso seco) ordenados segundo as médias dos meses por idade	35
VII.	Teores de Mn nas acículas (ppm do peso seco) ordenados segundo as médias dos meses por idade	37
VIII.	Teores de Al nas acículas (ppm do peso seco) ordenados segundo as médias dos meses por idade	39
IX.	Comparação entre teores de nutrientes de <u>A.angustifolia</u> de diferentes investigações e idades e várias espécies de <u>Pinus</u>	45

ÍNDICE DOS GRÁFICOS

I.	Variação anual do teor de N nas acículas de <u>A.angustifolia</u>	26
II.	Variação anual do teor de P nas acículas de <u>A.angustifolia</u>	29

III.	Variação anual do teor de K nas acículas de <u>A.angustifolia</u>	21
IV.	Variação anual do teor de Ca e Mg nas acículas de <u>A.angustifolia</u>	34
V.	Variação anual do teor de Fe nas acículas de <u>A.angustifolia</u>	36
VI.	Variação anual do teor de Mn nas acículas de <u>A.angustifolia</u>	38
VII.	Variação anual do teor de Al nas acículas de <u>A.angustifolia</u>	40
VIII.	Variação anual do peso de matéria seca (peso de 100 acículas)	44

ÍNDICE DAS FIGURAS

I.	Aspecto do ramo de árvores da bordadura e ramo de interior do povoamento	15
II.	Perfil de copa e copa vista de cima indicando a área de amostragem	17
III.	Ilustração da divisão do galho definindo a seção de coleta	18
IV.	Comparação da forma de elongação dos brotos terminais e acículas de <u>A.angustifolia</u> e <u>Pinus spp</u>	42

10. APÊNDICE

10.1 Esclarecimentos relacionados ao apêndice

10.1.1 Simbologia do quadro de análise de variância

G.l - Graus de liberdade

S.Q - Soma dos quadrados

Q.M.- Quadrado médio

F. - Valor de "F" calculado

B. - Valor de Bartlett

* - Significante ao nível de 95% de probabilidade

** - Significante ao nível de 99% de probabilidade.

10.1.2 Valor do "F" tabelar para todos os quadros de acordo com os diferentes graus de liberdade.

F5% (35;108)=1,50- para tratamentos

F1% (35;108)=1,76

F5%(1;108)= 3,92 - para os fatores idade;verticilo e interação Idade
x verticilo

F1%(1;108)= 6,85.

F5%(8;108)= 2,02

F1%(8;108)= 2,66 - para o fator Época e interações, Idade x Época,
Época x verticilos e Verticilos x Idade x Época.

10.2 Observação

10.2.1 No quadro XIV, o valor do coeficiente de variação (C.V.) é negativo por força do valor da média que também é negativo, resultante da transformação logaritmica do dado real dado em porcentagem.

10.2.2 Os dados são aqueles originais dados na saída do computador razão por que o português característico nos quadros da análise da variância.

1. INTRODUÇÃO

A silvicultura no Brasil, é uma ciência bastante recente quando considerada em relação aos países mais adiantados neste setor, como por exemplo, da Europa. Considerando-se, ainda, as grandes proporções territoriais do país, abrangendo vários tipos climáticos e uma grande variedade de espécies, torna-se difícil efetuar a simples transposição de técnicas desenvolvidas no estrangeiro, para a solução dos problemas silviculturais existentes. Há necessidade portanto de incrementar as pesquisas de cunho básico, a fim de facilitar a adaptação e aplicação das técnicas transferidas.

Na região sul do Brasil, observa-se o intenso uso da terra, quer para cultivo agrícola, quer para a extração de madeira. No Paraná, esta atividade conjunta, havendo logicamente predominância da primeira, reduziu nas últimas décadas, a cobertura florestal do Estado a aproximadamente 11%, segundo levantamento efetuado pelo Centro de Pesquisas Florestais da UFP em convênio com a SUDESUL.

Tal situação sugere a necessidade da tomada de medidas no sentido de no mais curto prazo, desenvolver uma cobertura florestal satisfatória de maneira a atender tanto os aspectos econômicos, quanto ecológicos.

A Araucária angustifolia (Bert) O.Ktze - Pinheiro do Paraná, tem sido alvo de exploração intensa, e muito tem contribuído para a economia nacional. No entanto, observa-se que a taxa de reposição em relação à exploração tem sido irrisória, porém esta situação deverá mudar gradativamente de acordo com a nova legislação vigente em relação à exploração de espécies nativas, exigindo uma reposição cada vez maior das mesmas.

É sabido que a Araucária angustifolia é bastante exigente quanto às condições edáficas. Uma das maneiras de se conhecer estas exigências é, entre outros métodos, feita através da análise foliar. No emprego desta técnica, um dos requisitos básicos para a confiança nos dados analíticos é a época de amostragem do material foliar.

O presente trabalho objetiva:

- a) Determinar a faixa de variação dos elementos nutrientes em função do fator tempo.
- b) Comparar estas variações com espécies já investigadas.
- c) Com base nas variações observadas durante o período de amostragem, determinar a melhor época de amostragem de acículas para análise química e avaliação do estado nutricional da A.angustifolia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Análise de Tecidos de Plantas - Geral

De acordo com ALDRICH (1973), o conceito do uso de análise de plantas é relativamente antigo, existindo porém, nos últimos anos, um interesse renovado e uma atividade bastante intensa neste campo. Devendo-se em parte a um evidente aumento no uso dos espectrôgrafos de absorção atômica e a contribuição de um fator secundário, que é o crescente acúmulo de dados de análises de pesquisas das últimas décadas e, a sofisticação nos métodos de cultivo e exploração da terra.

GOODALL & GREGORY (1947) citados por JONES & ECK (1973), esclarecem que a pesquisa relacionada com a análise de plantas pode ser classificada em quatro categorias:

- a) investigação de distúrbios nutricionais manifestos por sintomas de finidos;
- b) interpretação de resultados de testes de campo;
- c) desenvolvimento de métodos de testes rápidos para uso em trabalhos expeditos;
- d) uso de análise de plantas como método da avaliação do estado nutricional.

Segundo EPSTEIN (1973), a técnica da análise de tecido foi desenvolvida como um meio de se obter diretamente da planta a informação sobre o seu estado nutricional. Isto porque, a redução no crescimento pode ocorrer sem o desenvolvimento de sintomas visíveis, ou pelo menos muito antes do aparecimento dos mesmos. O conceito básico nesta avaliação é a concentração crítica. O referido autor enfatiza que para cada cultura é preciso conduzir uma pesquisa cuidadosa no sentido de determinar a parte de uma planta que melhor indica o seu estado nutricional, como o melhor modo de fazer a amostragem no campo, e quantas vezes as análises devem ser feitas durante o seu ciclo biológico. Outros fatores a serem considerados, são a precisão e o custo do levantamento analítico. Estas recomendações encontram correspondência com aquelas efetuadas por LEAF (1973). Este último autor sugere que, tal como na agricultura, os problemas da análise de plantas vinculadas ao setor florestal, estão correlacionadas com os problemas da amostragem de campo, como por exemplo, a amostragem dos tecidos no que diz respeito a posição, época e questões relativas a análise e interpretação dos dados analíticos. Nestas questões estão implícitas considerações sobre o estágio de desenvolvimento e atividade fisiológica da árvore, ou partes da mesma.

Para MUNSON & NELSON (1973), a análise de plantas num sentido básico, é a determinação do elemento, ou fração extraível deste, existente numa amostra de uma parte determinada da cultura amostrada, a um certo tempo, ou estágio de desenvolvimento morfológico. O conceito do método baseia-se no princípio básico de que a concentração de um nutriente dentro da planta é um valor integral de todos os fatores que interagiram para afetá-la.

De acordo com JONES & ECK (1973), apesar de sua utilização ser bastante diferente, a análise de plantas tem sido freqüentemente comparada aos testes de solos aplicados no campo. A habilidade da planta em absorver um determinado elemento nutriente do solo, é refletida na concentração deste na planta, ou numa parte específica da mesma a qual-quer momento. Concluíram que a análise de plantas é uma medida do ambiente "solo-elemento nutriente" da planta e que os testes de solos não são eficazes para todos os elementos essenciais da planta, sendo primariamente designados para predizer possíveis ocorrências de deficiências ou excessos. Por estas razões possuem utilidade limitada sob o aspecto de diagnóstico. Porém as duas técnicas utilizadas conjuntamente podem efetivamente avaliar o ambiente "solo-elemento nutriente" da planta, pela confirmação da necessidade de um elemento particular e especificar os tratamentos corretivos.

2.1.1. Análise Foliar

De acordo com LEAF (1973), a escolha do "tecido-amostra" a ser usado na análise de plantas como técnica de diagnóstico, envolve vários critérios que devem ser observados a fim de que seja obtida a melhor estimativa do estado nutricional da árvore. Segundo este autor, o "te-cido-amostra" deve fornecer:

- a) máxima diferença nos dados analíticos entre árvores normais e sa-
dáveis e aquelas doentes e/ou apresentando deficiência nutritiva;
- b) níveis estáveis de nutrientes para minimizar a variação entre gru-
pos de árvores similares;
- c) com menor prioridade que os dois anteriores, o "tecido- amostra",
deve condensar o máximo valor do elemento nutriente.

Com exceção dos estudos empregando técnicas de análise total da árvo-
re para avaliação de ecossistemas e determinação da distribuição dos
teores dos elementos nutrientes nos povoamentos ou comunidades flores
tais, os tecidos amostrados nas espécies florestais para fins de diag-
nósticos são freqüentemente sinônimos de análise foliar, tanto para co
níferas quanto folhosas.

KRAMER & KOSLOWSKI (1960) observaram que o método de análise foliar a apresenta duas dificuldades: uma consiste no problema de decidir o que representa um montante adequado de um certo elemento; a outra reside no fato de que a presença no tecido da planta de uma dada concentra-ção de certo elemento, não garante que este se encontre disponível para todos os processos fisiológicos. Concluem, no entanto, ser um mé-todo empregado para avaliar a fertilidade do solo e a suficiência do abastecimento mineral para efeito de crescimento da árvore. Em últi-ma análise, o emprego deste método, com as salvaguardas apropriadas e dentro de certos limites, constitui um bom indicador do estado nutri-cional. Particularmente as folhas são bastante úteis neste aspecto por serem indicadores relativamente sensíveis das deficiências verifi- cadas no abastecimento de nutrientes.

Por outro lado, MALAVOLTA et alii (1973), esclareceram que a análise foliar é baseada nas premissas de que, dentro de certos limites, há uma relação direta entre a quantidade do elemento no solo ou no adu-bo e o teor do mesmo na folha e, ainda, uma relação direta entre o teor do elemento na folha e a produção obtida. Esclarecem, outrossim, que existe um teor de elemento nas folhas, denominado nível crítico, que é determinado através de experimentos de campo com doses crescentes de adubo, analisando-se folhas e a produção obtida. Este nível represen-ta o ponto, abaixo do qual a produção é limitada e acima do qual não compensa economicamente usá-lo.

Segundo WILDE (), baseando-se num trabalho comparativo entre aná-lise de solo e foliar, como método diagnóstico da eficiência nutriti-va na prática silvicultural, afirmou que a última apresenta limitações quando aplicada a plantas muito jovens, devido ao fato de não forne-cer informações quanto a fertilidade potencial do solo reflorestado. Isto porque, justifica o autor, os sistemas radiculares de tais plan-tas estão confinados à camada superior do solo, frequentemente exauri-dos pela agricultura.

BOYNTON & COMPTON (1945), citados por KRAMER & KOSLOWSKI (1960), ob-servaram que a concentração de minerais nas folhas das árvores é in-fluenciada por um certo número de fatores, incluindo a condição do sis-tema radicular, tecidos de transporte, lesões nas folhas e sua res-pectiva idade, clima, época, espécies e variedades de árvores. A partir disto concluem, que a análise foliar pode ser utilizada em con-junto com a observação de sintomas visíveis na folha e no fruto, bem como a história das árvores, a fim de proporcionar informações que nem uma ou outra podem fornecer isoladamente.

Segundo BAULE & FRICKER (1970), a análise foliar em comparação com a

análise de solo é mais dispendiosa, porém, fornece uma evidência mais sensível, sobretudo em solos que são deficientes em nutrientes, já que a mesma reflete a absorção de nutrientes de todo o volume de solo explorado pelas raízes.

LEVY (1968), num trabalho desenvolvido sobre a utilização prática deste método no estudo da nutrição de essências florestais, justificou o seu emprego por serem as folhas das árvores os melhores indicadores das deficiências nutritivas e onde tais deficiências se refletem melhor.

Para MAKI (1963) citado por SIMÕES (1973), o padrão com o qual tais análises são comparadas deve ser o teor dos elementos minerais encontrados nas folhas de árvores apresentando bom crescimento.

De acordo com ZÖTTL (1971), no setor florestal este método é baseado nas correlações existentes entre o conteúdo de elementos nas folhas, acículas, ou escamas das árvores, e seu nível de crescimento. E elegu-se a folhagem como material de análise porque têm, exceto os frutos e sementes, teores superiores de elementos nutrientes em comparação com as outras partes vegetativas como por exemplo, a casca, ou o lenho. Ressalta, ainda, que são as folhas que melhor refletem qualquer alteração no suprimento de nutrientes.

2.1.2. Amostragem do Material Foliar

A amostragem do material a ser analisado é uma fase muito importante do trabalho de campo, Assim é que a padronização da metodologia de coleta é indispensável (WHITE, 1954).

Existem muitos fatores que concorrem para esta padronização, por exemplo, LUNDEGARDH (1945/54), citado por LEAF (1973), concluiu que a taxa de crescimento e o tamanho da planta estão associados com o nível de nutrientes na folhagem. Além disso a concentração de nutrientes varia tanto horizontal, quanto verticalmente (LEAF, 1973). Existe ainda a influência do tipo de solo e clima, estação do ano e hora do dia. Quanto a este último fator, MITCHELL & CHANDLER (1939) e CHAPMAN (1945), citados por KRAMER & KOSLOWSKI (1960), a recomendação é que se colem todas as amostras à mesma hora, a fim de evitar as possíveis variações diurnas, que se sabe ocorrer em algumas plantas herbáceas.

JONES & STEIN (1973), recomendam que a amostragem não deve ser efetuada quando a parte da planta amostrada se acha coberta de poeira, in-

juriada por insetos, ou qualquer outro fator mecânico, ou doente. Em adição, a amostragem não é recomendada quando as plantas estão sob "stress" de umidade ou temperatura.

De um modo geral a localização da amostragem no tempo e no espaço, é um tópico que procura condensar os vários aspectos a serem considerados na padronização da metodologia de coleta de material e abrange:

- a) escolha das árvores a serem amostradas;
- b) número de árvores necessárias;
- c) posição da amostragem na copa;
- d) variação estacional e época de amostragem;
- e) idade do material amostrado.

2.1.2.1. Escolha das Árvores

LEAF (1973), ao abordar os aspectos da amostragem, admitiu que em função das categorias fitossociológicas existentes em um povoamento florestal, a amostragem recaísse sobre árvores da classe das dominantes e codominantes, por serem as mais representativas do sítio e de maior importância econômica. Ao contrário, as suprimidas, vivendo parcialmente na sombra, apresentam diferenças na anatomia e morfologia das folhas e no teor de elementos nutrientes das mesmas.

De acordo com HÖHNE (1964), citado por BAULE & FRICKER (1970) no caso específico de amostragem em povoamentos de Abie spp, a amostragem pode ser efetuada sobre árvores dominantes, codominantes e pré-dominantes, a fim de constituir uma única amostra composta, representativa do povoamento investigado.

Segundo MAKI (1963), citado por SIMÕES (1971), a coleta deve ser efetuada sobre árvores de bom crescimento.

LEVY (1968), recomendou a amostragem em árvores dominantes, situadas em posição normal dentro do povoamento.

2.1.2.2. Número de Árvores Necessárias

Quanto ao número de árvores a serem amostradas para fins de análise foliar, pôde-se observar através da revisão bibliográfica, que parece haver dois aspectos a serem considerados, dependendo possivelmente da natureza do trabalho, bem como a sua finalidade e considerado o ponto de vista econômico.

No caso de trabalhos cuja finalidade é a determinação do estado nutricional de um povoamento a um certo tempo, a recomendação geral, é que sejam tomadas 8, 10 ou 15 árvores para comporem uma amostra composta de acordo com GUSSONE (1964) citado por BAULE & FRICKER (1970), tanto quanto possível, dominantes. De acordo com ZÖTTL (1970), a recomendação é que sejam tomadas 15 árvores de mesma classe fitossociológica.

Por outro lado, quando a finalidade é a determinação de variações anuais ou estacionais na concentração dos elementos nutrientes, o número de árvores amostradas decresce consideravelmente, com raras exceções. Na determinação de variações anuais, WHITE (1954) e TAMM (1955), efetuaram amostragem sobre três e duas árvores, respectivamente. No estudo das variações estacionais, o maior número de árvores amostradas deve-se a LEROY (1965), que amostrou dez árvores. Os demais autores TOUZET, HEINRICH & HOHN (1970), TEW (1970) e TACON & TOUNTAIN (1973), amostraram, respectivamente, cinco, quatro e três árvores. LEVY (1968), sem especificar o tipo de levantamento, recomenda como suficientes para amostragem três a quatro árvores, desde que sãs, e pertencentes ao mesmo sítio.

2.1.2.3. Posição da Amostragem na Copa

Segundo KRAMER & KOSIOWSKI (1960), não se tem estabelecido, para efeitos de amostragem neste aspecto, um procedimento padrão, citando como exemplos LEYTON (1954), que se fixou numa posição determinada e WALLIHAN (1944) e WHYTE (1954), que amostraram em várias localizações com o fim de obter uma composição representativa de toda a copa. Concluíram que provavelmente o método de amostragem estaria adaptado aos objetivos da investigação. O que parece lógico, especialmente no caso do trabalho de WHYTE, conforme poderá ser verificado adiante.

LEROY (1968), trabalhando com Quercus pedunculata, no sentido de determinar as variações estacionais na concentração de óleo e elementos minerais das folhas, efetuou a amostragem no terço superior, médio e inferior da copa. Para estudos comparativos entre povoamentos, logicamente de mesma espécie e idade, o referido autor recomenda que a coleta seja efetuada na altura do terço médio, onde a variação nas concentrações de N, P, K, Ca e Mg é menor.

TACON & TOUNTAIN (1973), utilizaram tipos de amostragem distintos dependendo do objetivo de estudo. Na determinação da variação estacional amostraram à semelhança de LEROY, incluindo ainda a coleta em oito direções diferentes no sentido horizontal da copa, a fim de eliminar o eventual efeito da orientação. Quando investigam a influência

do sítio na concentração dos elementos nutrientes, amostram apenas o terço superior da copa.

WHITE (1954), realizou um estudo com o intuito de determinar a variação nos teores de N, P e K, em acículas de Pinus spp., de acordo com a estação do ano, posição na copa e tratamento do material coletado. Para o caso especial do potássio, efetuou uma amostragem bastante detalhada, provavelmente devido a grande suscetibilidade à lixiviação deste elemento por parte da água das chuvas. O estudo foi realizado sobre espécies de Pinus resinosa e P. strobus, ambos com 10 anos de idade. Para o referido elemento, analisou a influência da altura do verticilo, localização lateral ou terminal do ramo, e também a exposição. Sob estes aspectos concluiu que não há influência quando se considera a orientação, salientando que o tamanho das copas ainda não promovia um intenso e recíproco sombreamento. No entanto, observou que ocorrem variações consideráveis quanto a posição e altura do verticilo, e localização do ramo. Observou em última instância, que para a mesma posição de verticilo entre árvores individuais, a diferença na concentração é pouco evidente, particularmente no meio da copa, correspondendo ao terceiro e quarto verticilos. Para a variação anual, trabalhando neste caso apenas com Pinus resinosa, efetuou a amostragem no topo (2º vert.), meio e base da copa, a qual possuía 12 verticilos em média. Todas as coletas foram efetuadas considerando-se a orientação norte. Desta investigação concluiu que os valores do topo são levemente mais altos que os da posição mediana e que os resultados da base da copa fornecem resultados com maior probabilidade de erro na interpretação. Justificou esta afirmativa baseando-se no fato de que as acículas desta última posição acham-se fotossinteticamente pouco ativas, resultando em pouca produção da matéria seca. Em consequência, a concentração de nutrientes em relação a mesma é elevada.

De acordo com LEVY (1968), no caso de espécies resinosas, a maioria dos autores, amostram o verticilo mais próximo possível do ápice da copa. Na sua opinião, as acículas desta área parecem refletir melhor a relação entre concentração de nutrientes e crescimento da árvore. Reconhece, entretanto, que amostras colhidas do primeiro ao quarto verticilo oferecem bons resultados.

Segundo BAULE & FRICKER (1970), o requisito básico para resultados analíticos exatos, é que as amostras sejam coletadas de partes da árvore próximas do ápice da copa e plenamente iluminadas.

ZÖTTL (1973), recomendou também partes inferiores da copa em casos especiais, porque estas são mais sensíveis para a indicação de deficiências no caso de alguns elementos, como por exemplo o potássio.

2.1.2.4. Variação Estacional e Época de Amostragem

Basicamente, a época de amostragem depende da influência da variação estacional na concentração de elementos nutrientes e das características da espécie. De maneira geral, recomenda-se que para as espécies sempreverdes, a coleta se efetua fora do período de crescimento, mais precisamente no fim deste (BAULE & FRICKER, 1970 e van GOOR, 1965). Nas espécies de caráter caducifólio, tal poderá ser realizado apenas durante o período de crescimento, pois é a época em que se acham providas de folhas, fazendo-se necessária a determinação da melhor época de amostragem dentro desta estreita faixa, em que haja um relativo equilíbrio na concentração dos elementos.

McHARGE & ROY (1932), citados por KRAMER & KOSLOWSKI (1960), ressaltam que as percentagens de N, P e K, se apresentaram em vinte e três espécies de árvores, mais baixas no fim do período vegetativo do que no seu início. As percentagens de Ca, Si e o total de cinzas aumentaram e não se verificaram alterações nos conteúdos de Mn, Cu e Zn.

LEROY (1965), trabalhando com Quercus pedunculata, pode observar da análise foliar efetuada sobre amostras coletadas entre o começo e o fim do período de crescimento, que o conteúdo de N, P, K e Mg decrescia, enquanto o teor de Ca aumentava durante este período. Destas observações ficou constatado que as amostras devem ser coletadas preferencialmente durante a segunda metade de agosto (verão).

TOUZET, HELRICH E NOHN (1970), observaram que os teores de N, P, K e Ca, nas folhas de Pseudotsuga menziesii, Picea abies, Pinus strobus e Populus I 124, variam grandemente durante a estação de crescimento. No Pópulus, notou-se decréscimo no conteúdo de N, P e K do começo ao fim do referido período. O Cálcio, ao contrário, mostrou uma tendência inversa. Nas coníferas testadas, os cátions apresentaram um processo de acúmulo semelhante ao Cálcio, no Pópulus, enquanto que para os ânions, constatavam-se variações grandes e irregulares, prolongando-se até o fim do verão, quando cessaram. Em função deste comportamento os autores concluíram que as amostras devem ser tomadas durante o período compreendido entre 15 de agosto a 15 de setembro correspondente ao fim do verão, naquela região.

TACON & TOUTAIN (1973), trabalhando com Fagus silvatica, recomendam em função das variações observadas, que a melhor época de amostragem para esta espécie é o verão, justificando que neste período ocorreu um equilíbrio entre a síntese foliar e translocação para o lenho.

WHITE (1954), estudando a influência da variação anual em Pinus resi-

nosa, observou um máximo relativo na concentração de N, P e K no início do verão, seguindo-se um declínio para atingir um mínimo no inverno.

Por outro lado, TAMM (1955), trabalhando com Pinus silvestris e Picea abies, no sentido de determinar as variações estacionais no período de um ano, observou uma variação cíclica no conteúdo de N, P e K, ocorrendo um mínimo pronunciado no início do verão e um máximo relativo no outono/inverno. Recomenda para fins de análise foliar, que a amostragem seja efetuada no outono tardio ou no inverno. Esclarece, outrossim, que as diferenças nas percentagens dos nutrientes estudados, são devidos em parte à variação do peso de matéria seca, ficando evidenciado no seu trabalho uma grande variabilidade no peso de acículas de acordo com a época de amostragem. Concluiu que os produtos fotosintéticos acumulados nas acículas durante a primavera são translocados para fora das mesmas durante o verão, quando a árvore está efetivamente crescendo.

De acordo com HUNGER (1970), citado por FIEDLER et alii (1973), distinguiram-se dois grupos de elementos quando trabalhou com Picea abies. Por um lado, N, P e K e, do outro, Ca e Mn, ocupando o Mg uma posição intermediária entre os dois últimos. Este autor observou que os elementos N e K mostram concentrações altas na brotação das acículas. Com o aumento do peso destas, os teores daqueles elementos diminuem rapidamente até um mínimo em julho⁽¹⁾. Devido ao fato de que a partir do meio de agosto o peso das acículas não sofre modificações, porém o fornecimento de nutrientes pelas raízes continua, os teores destes aumentam rapidamente e chegam ao máximo em outubro. A partir de novembro, os teores de N e K diminuem gradativamente, apresentando para o K, em abril e, N, em maio do ano seguinte, isto é, pouco antes da brotação das novas acículas, mais um mínimo. O teor de P sofre as mesmas modificações que estes, quando é excluído o máximo, correspondendo às acículas jovens em junho, atingindo uma concentração máxima em novembro. O teor absoluto de P, decresce no período seguinte, até o fim do primeiro ano de vida das acículas e atinge, pouco antes da brotação de novas acículas, um outro mínimo. Isto significa, esclarece o autor, que o P é o elemento cujo teor nas acículas em brotação é máximo acima do valor médio do ano e mínimo no fim da elongação, porque este elemento já se transloca das acículas com menos de um ano de idade para as acículas em formação. Esclarece que isto pode significar a necessidade de uma adubação fosfatada. Em contraposição a N, P e K e Ca e Mn, são enriquecidos nas acículas no decorso do período de crescimento. O autor enfatiza, ainda, que na Picea abies as concentrações

(1) Para a obtenção da correspondência estacional em nosso hemisfério somar 6 meses a cada um mes mencionado no texto.

de todos os elementos encontram-se no mínimo em julho, estando bem abaixo dos teores encontrados em outubro, mês em que é usualmente feita a amostragem do material foliar. Esclarece, outrossim, que no início do período vegetativo a época não é adequada para amostragem, porém num sentido mais amplo pode ser efetuada desde outubro a fevereiro, a fim de avaliar o estado nutricional da Picea abies.

2.1.2.5. Idade do Material - Folhas/acículas

A composição mineral das folhas e/ou acículas depende consideravelmente de sua idade e grau de desenvolvimento. Geralmente as acículas de mais de um ano de idade apresentam grandes diferenças na concentração de certos elementos, o que pode conduzir a interpretações errôneas. De acordo com as investigações efetuadas por HÖHNE (1963), citado por BAULE & FRICKER (1970), deve-se ter muito cuidado em não se misturar acículas de diferentes idades na determinação de N, P, K e Si. No caso de Mn e Ca, podem ser misturadas acículas de até quatro anos de idade. Em pesquisa realizada com A.angustifolia, ficou comprovado que especial cuidado deve ser tomado em não se misturar acículas de um e dois anos de idade na determinação dos elementos N, Ca, Fe, Zn e Al (REISSMANN et alii, 1976).

2.2. Aspectos Relativos à Nutrição da Araucária angustifolia

2.2.1. Solos

Vários autores são unânimes na afirmativa de que a A.angustifolia é uma espécie bastante exigente quanto às condições edáficas.

De acordo com van GOOR (1965), esta espécie ocorre com maior frequência nos melhores solos e a quantidade de (Ca+Mg) é o principal fator determinante do crescimento. Principalmente em solos com substrato ácido, onde esse problema foi mais amplamente investigado, essa quantidade deverá exceder 2,0 m.e./100g de solo, considerando-se 1,5 m.e./100g de solo o teor crítico. Em função do aspecto econômico, o referido autor recomenda que os reflorestamentos se limitem às unidades de solo com média e alta fertilidade e àqueles grupos nos quais a mesma possa ser melhorada através de métodos simples, sem, no entanto, definir mais detalhadamente essa fertilidade.

GOLFARI (1967), citado por SIMÕES (1973), observou que os latossolos de elevada profundidade e fertilidade natural são os mais adequados, ao passo que os latossolos arenosos e os litossolos são impróprios pa

ra o cultivo da A.angustifolia. Quanto a este aspecto, ainda van GOOR (1965) concluiu que a profundidade do solo exerce uma relevante influência no crescimento desta espécie, em função da forma de desenvolvimento do sistema radicular. Esta influência é negativa quando a profundidade do solo é inferior a 100cm em solos com substrato ácido, e superior a 70cm ou inferior a 10cm nos solos desenvolvidos sobre substrato básico. Como não existe fator mecânico impedindo o desenvolvimento das raízes, o referido autor atribuiu a causa ao considerável aumento do teor de Al trocável com o aumento da profundidade. Especialmente nos solos com substrato básico, tal quantidade varia de 7.6 m.e/100g de solo nas camadas superficiais a 15 e 20 m.e./100g de solo a 70cm de profundidade.

LA BASTIDE & van GOOR (1970) citam que a A.angustifolia exige o dobro das quantidades de nutrientes necessários ao Pinus elliotii, atribuindo a isso os insucessos da primeira, onde a última apresenta melhor crescimento.

2.2.2. Composição Química das Acículas

Através de um estudo preliminar realizado no Estado de São Paulo, abordando "Aspectos ecológicos dos reflorestamentos na região sul do Brasil", especialmente com A.angustifolia e P.elliotii, van GOOR (1965) observou que apenas N, Ca e Fe mostram uma relação positiva com crescimento, enquanto que o Mn atua negativamente. Observou ainda que a quantidade de Ca nas acículas está intimamente relacionada com a quantidade de (Ca+Mg) trocável do solo e que os nutrientes P, K, Mn, Cu, Zn e B não apresentam nenhuma relação com a classe de qualidade do sítio.

SIMÕES (1973), analisando acículas de mudas de A.angustifolia com dois anos de idade, cultivadas em solução nutritiva, encontrou resultados algo contraditórios em relação às observações de van GOOR. Observou que a omissão de N e P causa os maiores prejuízos, devendo ser prioritários nos estudos de fertilização, enquanto que o desenvolvimento das mudas foi menos afetado pela omissão de K, Ca, Mg, S, ou micronutrientes. Recomenda, no entanto, que os micronutrientes devem ser investigados mais detalhadamente, já que a sua omissão provocou alongamento dos ramos laterais e inibiu o crescimento da ramificação secundária.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

A coleta do material foi realizada na Floresta Nacional (FLONA), de Três Barras, no município de Três Barras, em Santa Catarina, de propriedade do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). A área da FLONA abrange 4.458ha, sendo de topografia plana e ligeiramente ondulada, situando-se a uma altitude de 760m a.n.m., na Bacia do Rio Negro Iguaçu, cujo principal afluente é o Rio Canoinhas, que forma a divisa com o Município de mesmo nome.

3.1.1. Clima

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, pertence ao tipo Cfb, com médias térmicas do mês mais quente abaixo de 22º C, com mais de 5 geadas noturnas e chuvas bem distribuídas durante o ano⁽¹⁾.

3.1.2. Solos

Os solos predominantes nos locais de plantio da A.angustifolia são os pertencentes ao grande grupo Podzólico Vermelho Amarelo var. Piracicaba e Latossol Vermelho Escuro Distrófico (de HOOG, 1973).

3.1.3. Vegetação

A vegetação natural da área, segundo o que pode ser observado nas áreas de florestas nativas remanescentes, pertence ao tipo Araucária, ocorrendo associações com Ilex paraguariensis, Ocotea porosa, O.puberula e outras do mesmo gênero, Cedrela fissilis, Prunus sp, Campomanesia xantocarpha, etc.

3.1.4. Espécie e Histórico do Talhão

A espécie florestal escolhida para o estudo foi a A.angustifolia, existente nos reflorestamentos da FLONA, mais especificamente nos Ta-

(1) Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências, Centro de Pesquisas Florestais. Estudo das alternativas técnicas, econômicas e sociais do setor florestal do Paraná; sub-programa "matéria-prima"

lhões T₁₅ e T₄₇. O Quadro I dá os dados dos mesmos em detalhes.

QUADRO I - Dados dos talhões onde foram selecionadas as árvores para a amostragem do material

	TALHÕES	
	T ₁₅	T ₄₇
Plantio: (ano)	1950	1957
Espaçamento inicial	2,0 x 0,20m	1,0 x 1,0m
Tratos culturais	roçada e coroamento três vezes por ano durante os três primeiros anos, nos dois talhões	
Desbaste: (ano)	1952 (2.500 árv.remanescentes/ha)	1959 (2.500 árv.remanescen <u>tes</u> /ha)
Desbaste: (ano)	1969 (1.800 árv.remanescentes/ha)	NÃO FOI FEITO
Desbaste: (ano)	1975/76 (730 árv.remanesc <u>en</u> tes/ha)	1975/76 (787 árv.remanescen <u>tes</u> /ha)
Espaçamento final	1976 (3,9 x 3,9m)	1976 (3,4 x 3,4m)

3.2. Métodos

3.2.1. Métodos de Campo

Conforme ficou evidenciado por ocasião da revisão bibliográfica, os métodos de amostragem variam consideravelmente, dependendo da espécie, época e objetivo de estudo. Para o presente trabalho procurou-se, dentre várias alternativas, aquelas que melhor se adaptavam ao objetivo almojado e às condições atualmente existentes na FLONA.

3.2.1.1. Periodicidade de Coleta

A coleta processou-se no período de junho de 1975 a maio de 1976. Destinaram-se para as coletas os dias compreendidos entre 14 e 18 de cada mês. A escolha de um dia exclusivo para a coleta, embora seja o ideal, não é viável na prática em função das condições meteorológicas. Mesmo com esta ampla faixa, a coleta não pôde ser realizada nos meses de julho e novembro de 1975 e janeiro de 1976, devido às intensas chuvas que impediram o acesso ao local nos dias previstos. Além disso, a coleta em dias chuvosos, não é indicada devido ao efeito de lixivia

ção sobre alguns elementos, especialmente o potássio. Desta forma, a coleta processou-se em apenas 9 meses, num período de 12.

3.2.1.2. Seleção e Número de Árvores

Foram selecionadas quatro árvores para cada uma das duas idades de 18 a 25 anos, apresentando uma altura média de 16,00m e 17,50m, respectivamente. Todas as árvores acham-se localizadas na bordadura dos talhões de estudo para homogeneidade de condições. As razões, que obrigaram a este procedimento são apresentadas no capítulo da discussão dos resultados com maiores detalhes. A seleção propriamente dita, foi efetuada de acordo com as prescrições de MAKI (1963), citada por SIMÕES (1973) e LEAF (1973), observando-se dentre as selecionadas, aspectos como: bom crescimento, conformação da copa e aspecto sadio, de maneira a propiciar suficiente material devido a condição de coletas contínuas e prevenir alterações fisiológicas nos ramos remanescentes como foi constatado por TAMM (1955). Para evitar influências de substratos muito diferentes, observou-se, também, que as árvores se localizassem no mesmo tipo de solo em ambas as idades. Isto foi possível tomando-se estes dois talhões onde havia na face norte, equivalência quando ao Podzólico vermelho-amarelo. A situação de relevo também foi levada em consideração.

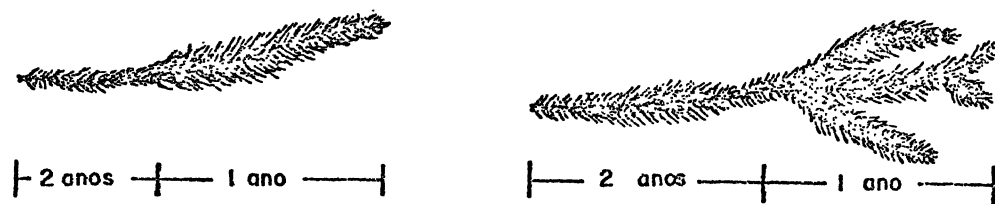


Fig.I - Aspecto do ramo de árvores de bordadura (esq.) e do interior do povoamento (dir.) com indicação da distribuição etária das acículas de A.angustifolia.

3.2.1.3. Seleção da Idade das Árvores e das Acículas

A fim de obtermos dados comparativos e melhor comprovar a existência da variação anual na concentração dos elementos nutrientes, elegemos as duas idades já anteriormente mencionadas. Constatou-se durante as observações de campo, que árvores com menos de 18 anos não ofereciam uma segurança tal, que permitisse um processo de coletas contínuas, devido ao pouco material foliar nos verticilos mais altos, ou seja, os mais adequados, segundo a maioria dos pesquisadores. A idade de 25 anos foi escolhida por ser a mais antiga na FLONA (Floresta plantada). Quanto as acículas, tomaram-se as que representassem o último período de crescimento, isto é, aquelas que não ultrapassassem um ano de idade em observação às prescrições de LEVY (1968).

3.2.1.4. Seleção dos Verticilos.

A amostragem na copa apresenta também várias alternativas, dependendo do autor e objetivos do trabalho. Para o presente estudo, optou-se pelos 3º e 4º verticilos, a fim de obter uma padronização quanto à posição na copa que permitisse uma comparação mais apurada. Além disso, esta posição está em concordância com a maioria dos pesquisadores neste campo, que preferem amostrar a parte mais alta da copa (TAMM, 1955), (van GOOR, 1965), (LEVY, 1968) e (ZÖTTL, 1973). Não se amostrou o 1º e 2º verticilos, porque estes, principalmente nas árvores de 18 anos, não apresentavam suficiente material para coletas contínuas, sem que houvesse a possibilidade da ocorrência de distúrbios fisiológicos. As árvores amostradas possuíam em média 7 a 9 verticilos vivos e completos. Dos verticilos selecionados, amostraram-se os ramos dos galhos de orientação norte conforme ilustra a figura II.

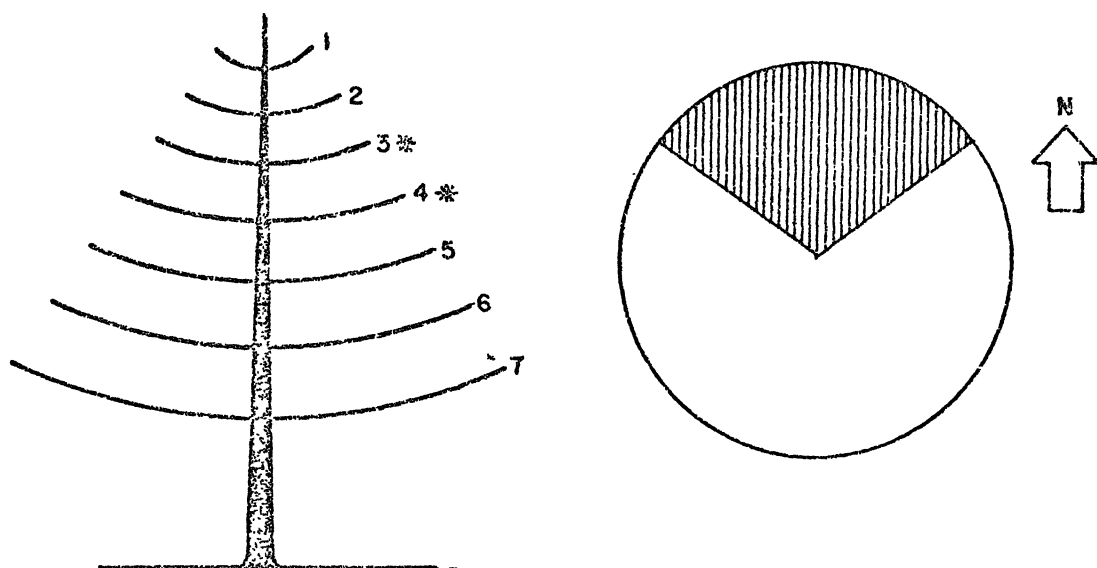


Fig.II - Perfil de copa (esq.) e copa vista de cima (dir.) ilustrando a posição dos verticilos amostrados e a exposição da área de amostragem (hachurado), respectivamente.

3.2.1.5. Seleção da Área de Coleta no Galho

A fim de evitar uma possível variação causada pela influência da posição do ramo no galho, definiu-se, a partir de uma divisão arbitrária em três partes do galho com ramos vivos, a área situada entre o primeiro e segundo terços superiores. Este procedimento visou também permitir um crescimento normal da parte apical dos galhos sujeitos à coletas contínuas. Procedimento semelhante foi adotado por van G00R (1965), sendo que, realizando apenas uma coleta, fixou a área situada na metade dos galhos, que é também abrangida pela metodologia adotada no presente estudo.

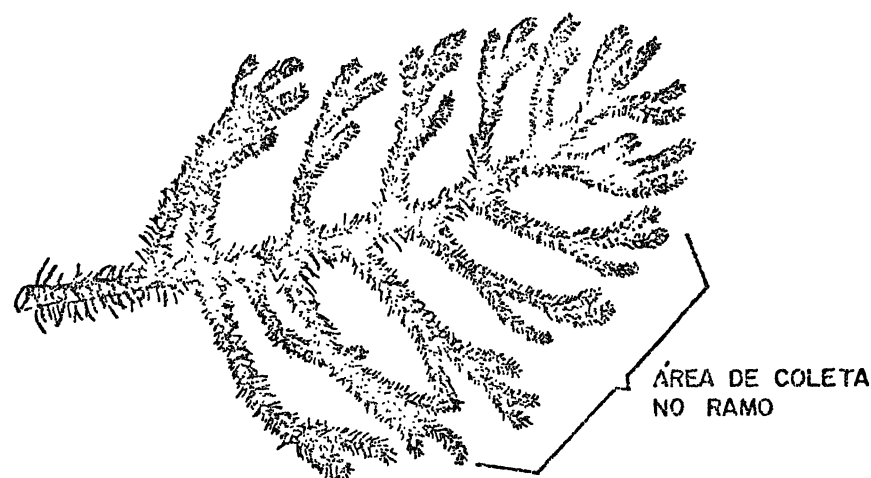


Fig.III - Ilustração da divisão do galho definindo a seção de coleta. (indicada pela chave).

3.2.1.6. A Coleta Propriamente Dita

A obtenção do material foi efetuada com o auxílio de uma escada de 5,0m, metálica e articulável. Os ramos foram seccionados com um podão florestal, junto ao ponto de inserção com o galho. Sendo em seguida codificados de acordo com o número da árvore, verticilo correspondente e idade da árvore. Normalmente era seccionado um ramo de ca da galho.

3.2.2. Métodos de Laboratório

3.2.2.1. Determinação da Idade das Acículas

A análise química foi efetuada sobre acículas representativas do último período de crescimento. Tal informação é possível de ser obtida na A.angustifolia de maneira segura, procedendo-se a cortes transversais do ramo coletado. Estes cortes proporcionam seções de 40 a 60 micras, que examinados ao microscópio, permitem a identificação da idade através da contagem dos anéis de crescimento. Todas as acículas pertencentes à parte do ramo com mais de um ano de idade foram desprezadas, já que foi possível determinar para esta espécie uma considerável diferença de concentrações para vários elementos analisando-se separadamente acículas de um e dois anos de idade (REISMANN et alii, 1976).

3.2.2.2. Secagem do Material

O material fresco, ainda nos ramos, mas já separado segundo a idade, foi submetido a uma secagem inicial a 70° C durante 8 horas. Em seguida procedeu-se à destacagem das acículas para trituração até consistência a pó, sendo depois submetido à secagem final a 105° C, até peso constante, (aprox. 8 horas), segundo FINK (1969).

3.2.2.3. Determinação do Peso Seco

Para a determinação do peso seco, após secagem prévia a 70° C, foram tomadas inteiramente ao acaso, 100 acículas, que foram submetidas a nova secagem a 105° C até peso constante, sendo pesadas em seguida.

3.2.2.4. Análise Química das Acículas

O Nitrogênio foi determinado segundo o método de Kjeldhal, em extratos provenientes da digestão com ácido sulfúrico e mistura de reação de selênio, segundo SCHLICHTING & BLUME (1966).

O Fósforo e o Alumínio foram determinados por colorimetria pelos métodos do vanado-molibdato de amônio e aluminon, respectivamente, segundo SCHLICHTING & BLUME (1966).

O Potássio foi determinado por fotometria de chama, os demais elementos, Cálcio, Magnésio, Ferro e Manganês, determinados por espectrometria de absorção atômica. No caso do Cálcio, foi necessária a adição de nitrato de lantânio, a fim de evitar a formação de complexos estáveis deste elemento, com Fósforo e Alumínio, que impedem a absorção na linha de ressonância, segundo WELZ (1972). Todos estes elementos com exceção do nitrogênio, foram determinados em extratos provenientes da digestão com HCl a 10%, em mufla a 500° C, conforme FINK (1969).

3.2.3. Métodos de Avaliação Estatística

3.2.3.1. Delineamento Experimental

A técnica utilizada na investigação foi um Fatorial 2 x 2 x 9, sendo testados os fatores Idade das árvores, Posição na copa e Época de amostragem, respectivamente, em Delineamento Inteiramente Casualizado com quatro (4) repetições por tratamento.

3.2.3.2 Modelo Linear Aditivo

A descrição matemática completa de cada observação, para o delineamento utilizado é a seguinte:

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \epsilon_{ijk}$$

onde:

μ	: média
α_i	: efeito do fator Idade
β_j	: efeito do Fator Posição
γ_k	: efeito do Fator Época de Amostragem
$(\alpha\beta)_{ij}$	: efeito da Interação Idade x Posição
$(\alpha\gamma)_{ik}$	: efeito da Interação Idade x Época de Amostragem
$(\beta\gamma)_{jk}$	: efeito da Interação Posição x Época de Amostragem
$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$	: efeito da Interação Idade x Posição x Época de Amostragem
ϵ_{ijk}	: erro (resíduo)

3.2.3.3. Expectativa das Médias Quadráticas

As expectativas das médias quadráticas do Modelo fixo para o Fatorial em Delineamento Inteiramente Casualizado foram as seguintes:

<u>Fonte de Variação</u>	<u>G.L.</u>	<u>Expectativas das Médias Quadráticas (modelo fixo)</u>
Idade	(a-1)	$Te^2 + r \cdot \beta \cdot \gamma \cdot \epsilon \alpha^2 / (a-1)$
Posição	(b-1)	$Te^2 + r \cdot \alpha \gamma \cdot \epsilon \beta^2 / (b-1)$
Época	(c-1)	$Te^2 + r \cdot \alpha \beta \cdot \epsilon \gamma^2 / (c-1)$
Idade x Posição	(a-1)(b-1)	$Te^2 + r \cdot \gamma \cdot \epsilon (\alpha\beta)^2 / (a-1)(b-1)$
Idade x Época	(a-1)(c-1)	$Te^2 + r \cdot \beta \cdot \epsilon (\alpha\gamma)^2 / (a-1)(c-1)$
Posição x Época	(b-1)(c-1)	$Te^2 + r \cdot \alpha \cdot \epsilon (\beta\gamma)^2 / (b-1)(c-1)$
Idade x Época x Posição	(a-1)(b-1)(c-1)	$Te^2 + r \cdot \epsilon (\alpha\beta\gamma)^2 / (a-1)(b-1)(c-1)$
Erro (resíduo)	(r-1)(a.b.c - 1)	Te^2

3.2.3.4. Testes de Significância

Inicialmente, a fim de testar a homogeneidade das variâncias dos tratamentos, foi aplicado o teste de Bartlett ao nível de 1% de probabilidade. Quando não foi encontrada homogeneidade entre as variâncias dos tratamentos, os dados foram transformados, utilizando-se para isto as transformações do tipo $\ln X e \sqrt{X}$, onde X é a observação original.

Para comparação das médias dos tratamentos foi utilizado o teste "t" ao nível de 5% de probabilidade, para os fatores que possuem mais do que dois níveis, pois quando isto não ocorre as significâncias podem ser determinadas pelo teste de "F" da Análise de Variância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados a seguir os resultados obtidos através da análise química efetuada sobre acículas de A.angustifolia, coletadas mensalmente, em árvores de 18 e 25 anos de idade, dos 3º e 4º verticilos. Simultaneamente é feita a discussão do comportamento dos elementos estudados em relação a cada um dos fatores: Posição na copa (verticilo), Idade da Árvore e Época de Amostragem (meses), bem como suas interações.

4.1. Fator Posição na Copa

As duas posições de amostragem eleitas para a coleta de acículas não influenciaram significativamente o teor dos elementos nutrientes estudados. O mesmo ocorreu com as interações deste fator com os outros dois, época de amostragem e idade das árvores, significando que as amostras coletadas destas posições podem compor uma única amostra a fim de avaliar o estado nutricional da A.angustifolia. A possibilidade de variações significativas entre os demais verticilos, bem como a determinação da posição que melhor represente o estado nutricional desta espécie, acha-se excluída do objetivo do presente trabalho. Este aspecto, em particular, faz parte atualmente de outra investigação em andamento (DIETRICH, 1976¹). Uma investigação preliminar a respeito (HILDEBRAND, et alii, 1976²) sugere o 3º verticilo como sendo o mais representativo de todos, como indicação do estado nutricional desta espécie. No entanto, como esta informação era desconhecida até fins do presente estudo e principalmente em função da análise de variância não atestar significância entre os dois verticilos amostrados, crê-se não haver razão para desprezar os dados da outra posição (4º verticilo), já que isolada ou conjuntamente não influenciou em nenhum dos demais fatores. Além disso, apenas dois verticilos, situados tão próximos um do outro não representam uma distância que possa afetar significativamente a concentração dos nutrientes como observado por HILDEBRAND et alii (1976), num estudo desenvolvido sobre a A.angustifolia.

4.2. Fator Idade da Árvore

O teste "F" da análise de variância revelou-se altamente significativo quanto a concentração de N, K, Fe, Mn, entre as duas idades investigadas. Para os elementos P, Ca e Mg, não ocorreu o mesmo. Fato que encontra apoio integral, principalmente em relação aos dois últimos quando se observam os valores do quadro IX (pág.) onde se acham relacionados os teores destes elementos encontrados em acículas oriun-

das de plantas que apresentam uma diferença etária de 23 anos. (coluna 1 e 2). Apesar da efetiva diferença de substrato entre as duas investigações, percebe-se a estabilidade da concentração de Ca e Mg a despeito da grande diferença das idades. A igualdade constatada nestas condições extremas, permite concluir que a idade das plantas até esta faixa não influi na concentração destes elementos nas acículas. A mesma afirmativa não pode ser feita para o P e N onde as concentrações encontradas nas plantas de A.angustifolia com dois anos são praticamente o dobro do primeiro e a metade do segundo para os demais valores encontrados para esta espécie e constantes do mesmo quadro. A respeito do Fósforo, podem ser formuladas duas hipóteses: uma que a concentração deste elemento nas acículas diminui com o avanço da idade e finalmente estabiliza, já que não se verificaram diferenças significativas entre as idades de 18 a 25 anos. Note-se que os valores do quadro I, coluna (1), pertencem à árvores representativas da última idade mencionada, e são equivalentes aos encontrados no presente estudo. A outra, diz respeito à diferença de substrato, que sendo as plantas cultivadas em solução nutritiva, verifica-se uma maior disponibilidade deste elemento sem os problemas observados no solo natural em função do pH, segundo MALAVOLTA et alii (1974) e BUCKMAN & BRADY (1966), aumentando em consequência a concentração do P, nas acículas. Quanto à concentração do N observada nas plantas de 2 anos, de acordo com ZÖTTL (1973), o nível encontrado corresponde à faixa de deficiência extrema em se tratando do Pinus SPP. Considerando que as mudas foram cultivadas em solução nutritiva completa torna-se difícil fazer uma comparação, ou explicar tal concentração.

Com relação aos elementos, cuja concentração sofreu influência significativa da idade, observa-se que as árvores mais jovens apresentam na maioria dos meses teores mais elevados, com exceção do Manganês (e o caso particular do N em plantas de 2 anos). Para este elemento constatou-se que a concentração nas árvores de 18 anos é quatro vezes menor em relação às árvores de 25, considerando-se a média de todo o período de amostragem. van GOOR (1965), em seu trabalho realizado no Estado de São Paulo com a mesma espécie, encontrou para a idade de 25 anos, valores próximos daqueles encontrados para as árvores de 18, no presente estudo. Este fato talvez signifique que alguma condição local esteja influenciando os elevados teores de Manganês nas árvores mais velhas. Com relação ao N e K, quanto à concentração mais elevada em árvores jovens, encontra-se o apoio nos trabalhos de SCERFKE (1969), que investigou este problema em Pinus sylvestris e, KASPER (1965) e HONE & NEBE (1964), citados por FIEDLER, et alii (1973) que trabalharam com Picea abies. Existe, no entanto, entre estes autores unanimidade de opinião de que estes resultados são influenciados pela diferença de espécies e de sítios. Como a concentração dos elementos

P, Ca e Mg não foi influenciada pela idade, isto não quer dizer, a semelhança da recomendação para os verticilos, que se possam misturar acículas de diferentes idades de árvores, mesmo que hipoteticamente se desejasse avaliar o estado nutricional da A. angustifolia, apenas para estes três elementos. A justificativa prende-se ao fato de que a despeito do observado para o Ca e Mg, a idade mais avançada estudada até o presente é de 25 anos. O que, em termos de espécies florestais, pode ser considerado bastante jovem. Provavelmente, considerando comparações entre várias idades, mais velhas inclusive, encontrem-se diferenças significativas, especialmente para o P, já que os autores acima mencionados o incluem na lista dos elementos cuja concentração diminui com o aumento da idade. E, provavelmente, a diferença entre as idades de 18 a 25 anos não seja suficiente para evidenciar uma diferença significativa. Devendo-se portanto observar as recomendações de BAULE & FRICKER (1970), no sentido de não se misturar acículas de árvores com idades diferentes. As interações com os demais fatores resultaram todas não significativas, com exceção do Ferro, fato que será discutido por ocasião da apresentação do fator época de amostragem.

4.3. Fator Época de Amostragem

Um fato que chamou a atenção por ocasião da revisão bibliográfica, é que principalmente os elementos N, P e K são, na maioria dos trabalhos, considerados em conjunto, face ao seu comportamento similar através das estações do ano nas espécies estudadas. Um outro aspecto a ser evidenciado, diz respeito à escassez de trabalhos desta natureza, especialmente em coníferas. Os outros trabalhos também relatados no capítulo da revisão de literatura, referem-se à folhosas, que não oferecem um critério de comparação e julgamento satisfatório a fim de consubstanciarem a discussão dos resultados. Além disso, todos os trabalhos foram realizados em regiões ecológicas completamente distintas daquelas da A. angustifolia.

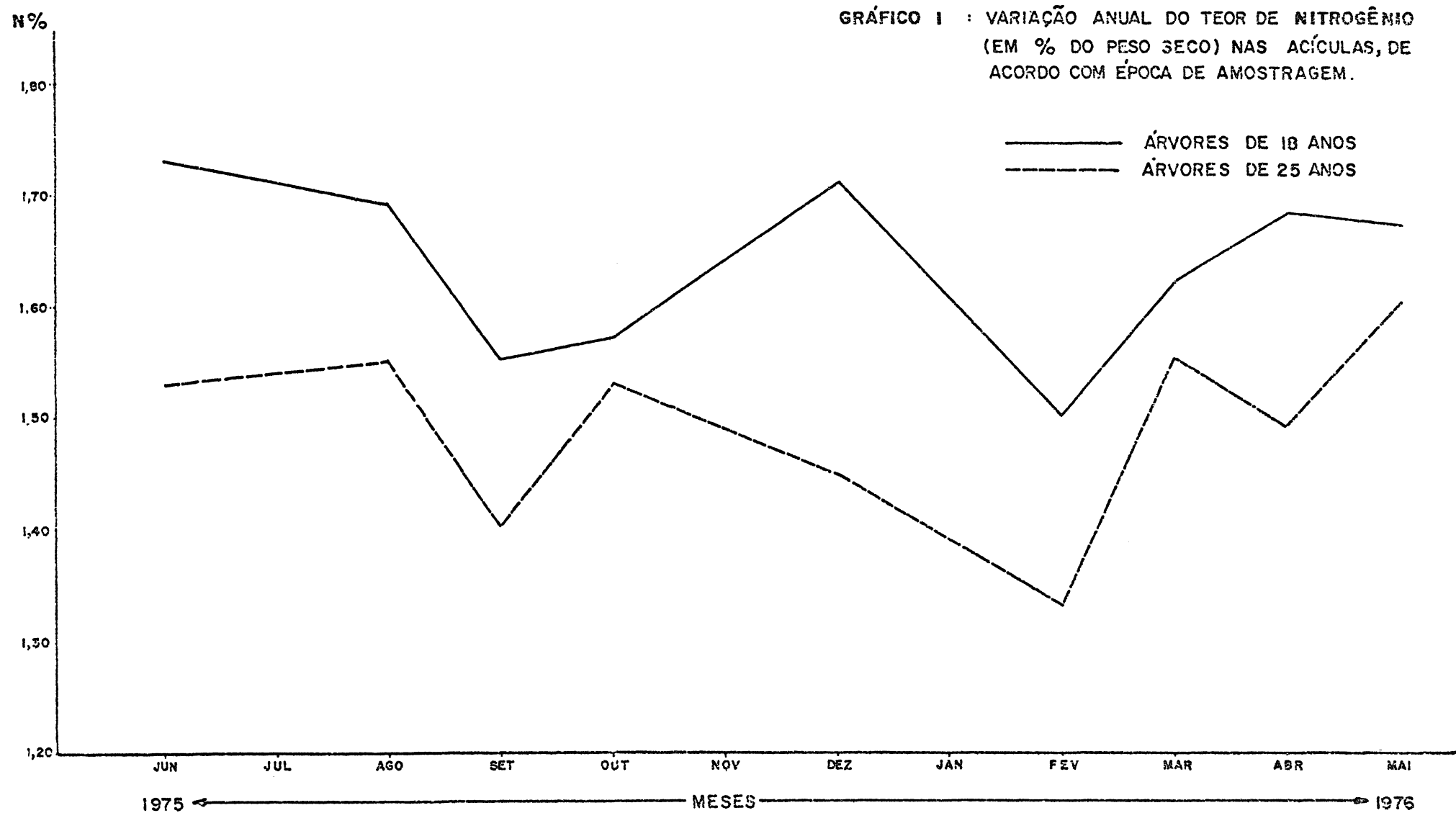
A época de amostragem demonstrou influir sensivelmente na concentração dos elementos minerais das acículas. Este fato ficou inicialmente evidenciado pelo teste "F" da análise de variância. A fim de distinguir as médias dos meses diferentes foi aplicado o teste "t", já que os contrastes são ortogonais, segundo GOMES (1970), STEEL & TORRIE (1960).

4.3.1. Variação Anual dos Macronutrientes

A fim de facilitar a compreensão da análise dos resultados, será incluído na discussão do fator época de amostragem, a apresentação da comparação das médias dos meses em termos de ordenação por ordem decrescente, para a avaliação através do teste "t", bem como a demonstração gráfica das variações, no transcurso da amostragem.

NITROGÊNIO - No Quadro I, são demonstradas as médias mensais da concentração deste elemento nas acículas. Este elemento mostra uma variação cíclica, a qual convém seja discutida e separada por idade. Nas árvores de 18 anos, o mínimo significativo se acha localizado nos meses de setembro e fevereiro, diferindo do máximo em junho. Por outro lado, nas árvores de 25 anos também se observam dois mínimos nestes mesmos meses, porém o baixo teor em setembro difere significativamente apenas do máximo de maio, sendo compartilhado com outro mínimo em dezembro, mês em que se verificou um máximo significativo nas árvores mais jovens. Embora isto tenha ocorrido, as diferenças ou influências não foram tantas a ponto de proporcionar uma interação significativa entre idade e época de amostragem.

Considerando-se as oscilações máximas e mínimas do outono e início de inverno e, verão, respectivamente, este comportamento compartilha razoavelmente com as observações efetuadas por TAMM (1955) e HUNGER (1970). Por outro lado, quanto às observações de WHITE (1954), torna-se difícil fazer uma comparação. Este autor cita para o Nitrogênio um mínimo de inverno, o que no presente estudo só foi observado em setembro, correspondendo ao fim desta estação considerando-se que a coleta foi efetuada no dia 16 deste. Não havendo portanto concordância total quanto a este aspecto, já que o autor referiu-se a inverno, entende-se todo o período e não parte deste ou um mês específico, à semelhança das declarações dos outros autores anteriormente mencionados. Significando portanto que, em sua investigação os valores são mínimos em toda esta época. A faixa de relativa estabilidade no fim do período de crescimento, gráfico e quadro I, concorda com aquela verificada para as coníferas investigadas por TOUZET, HEINRICH e NOHN (1970).



QUADRO I - Teores de N nas acículas (% do peso seco) ordenados segun
do as médias dos meses por idade

IDADE	M E S E S								
	JUN	DEZ	AGO	ABR	MAI	MAR	OUT	SET	FEV
18	1,73	1,71	1,69	1,68	1,67	1,62	1,57	1,55	1,50
	MAI	MAR	AGO	JUN	OUT	ABR	DEZ	SET	FEV
25	1,60	1,55	1,55	1,53	1,53	1,49	1,45	1,40	1,33

* C.V. = 10,50%

** B - 45,18%

$$t_{\text{calc.}} = \frac{\text{DIF. DE MÉD.}}{0,082}$$

$$t_{5\%} = 1,98$$

* Coeficiente de variação

** Valor de Bartlett

OBS.: - As médias abrangidas pelas barras contínuas não se diferem sig
nificativamente entre si.

- A análise estatística detalhada, bem como a totalidade dos da
dos são apresentados no apêndice.

- Estas notações são válidas para todos os demais quadros de e-
lementos.

FÓSFORO - A aplicação do teste de Bartlett revelou heterogeneidade de
variâncias, significando que os dados do P, à semelhança do Mn, não
apresentam uma distribuição normal. A melhor aproximação à homoge-
neidade de variância foi obtida através da transformação logarítmica
dos dados. No quadro II os dados estão representados na forma trans-
formada para a comparação das médias de cada mês. Porém no gráfico
II, a fim de poder visualizar as tendências da variação anual, cons-
tam os teores reais de P, em percentagem de matéria seca. Nesta, po-
de-se ver que o teor deste elemento foi mínimo no inverno, que é mais
pronunciado em setembro. A partir de onde, a concentração aumenta pa-
ra atingir um máximo significativo em dezembro, seguindo-se um declí-

nio até março, onde se localiza outro mínimo significativo, para nova ascensão em abril, maio e junho, onde se mantém bastante estável.

Este padrão de variação encontra apoio nas observações de WHITE (1954) que se refere ao mínimo generalizado do inverno e o máximo no início do verão. Este máximo, entre dezembro e fevereiro, corresponde aos meses de junho, no hemisfério norte, corresponde também às observações de HUNGER (1970), citado por FIEDLER, et alii (1970), que identifica também, neste período, uma concentração elevada de Fósforo. Por outro lado, quanto às observações de TAMM (1955), existe discordância total, tendo o P, naquela investigação, se comportado de maneira contrária.

QUADRO II - Teores de P nas acículas (Ln do valor em % do peso seco) ordenados segundo as médias dos meses por idade

IDADE	M E S E S								
	SET	AGO	OUT	MAR	JUN	MAI	ABR	FEV	DEZ
18	2,120	2,120	2,040	2,040	1,966	1,966	1,897	1,832	1,772
25	2,120	2,040	2,040	2,040	1,966	1,897	1,897	1,897	1,832

* a sequência de meses é equivalente para ambas as idades

** embora não indicado no quadro, o valor do log.neperiano é negativo

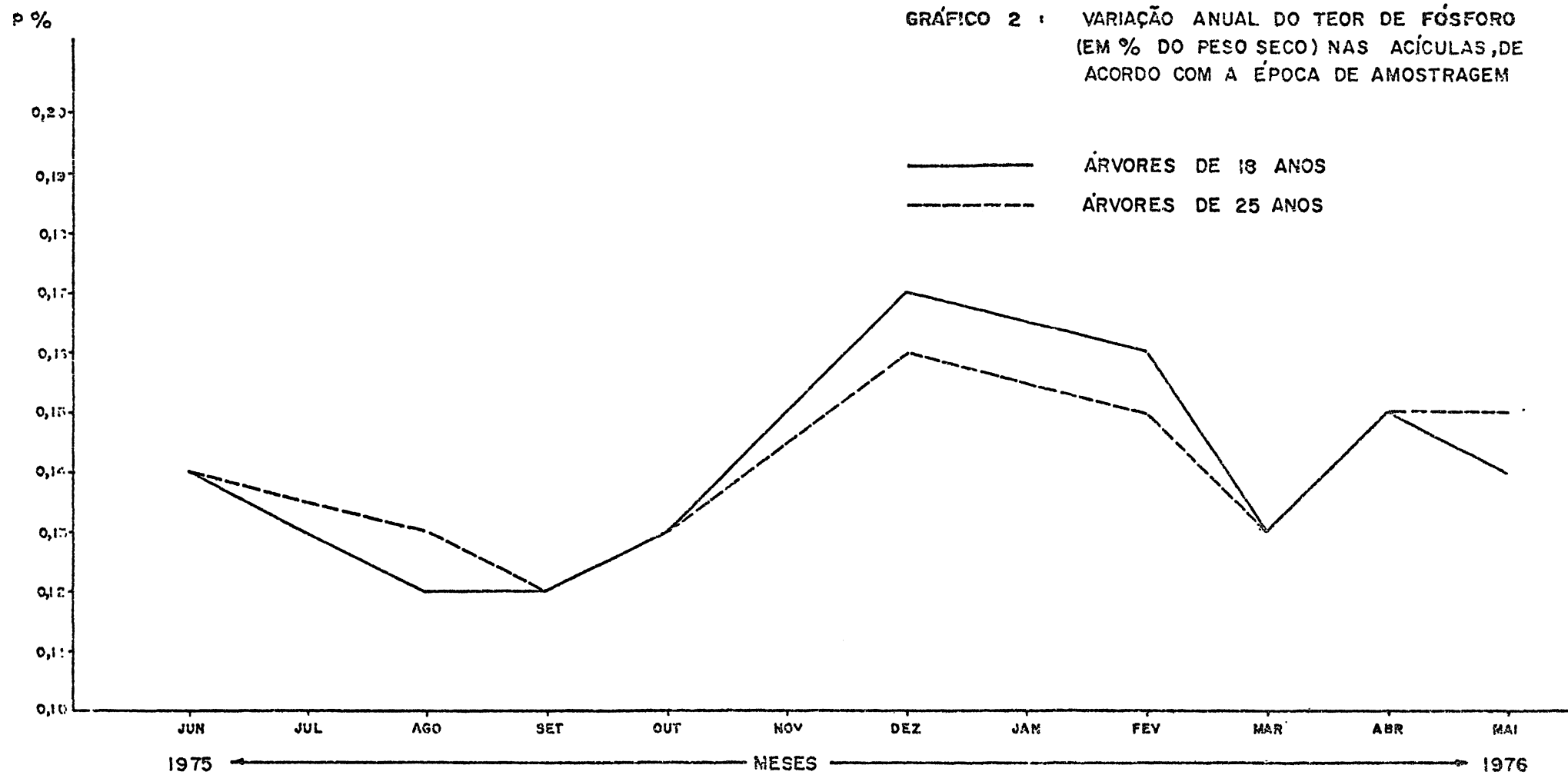
C.V. = 6,36%

B = 47,08%

$t_{\text{calc.}} = \frac{\text{DIF. DE MÉD.}}{0,063}$

$t_{5\%} = 1,98$

GRÁFICO 2 : VARIAÇÃO ANUAL DO TEOR DE FÓSFORO
(EM % DO PESO SECO) NAS ACÍCULAS, DE
ACORDO COM A ÉPOCA DE AMOSTRAGEM



POTÁSSIO - No quadro III estão relacionados os teores de Potássio, nas acículas, ordenados segundo as médias dos meses. É bastante evidente o baixo teor do mesmo no inverno, sendo também o mês de setembro representativo para o mínimo, apresentando as menores médias. Verificou-se a partir deste, um processo de acúmulo que culmina em março, para as árvores de 18 anos e fevereiro, março e abril para as mais velhas, onde se localizam as maiores médias, para posterior declínio como pode ser verificado no gráfico III. Este padrão de variação está em concordância com as observações realizadas por WHITE (1954) e TOUTZET, et alii (1970), discordando das investigações dos outros autores anteriores, concordantes quanto ao comportamento do N e P. A concordância com o padrão do comportamento deste elemento em Pinus resinosa investigado por WHITE, deve-se principalmente ao mínimo no inverno, o que pode ser observado, também, no gráfico III, em que as concentrações são mínimas e não variam significativamente. Quanto ao máximo no verão, a comparação equivalente é fácil de ser obtida, já que a estabilidade para este elemento no referido período ficou comprovada pelo teste "t", além de que a curva da variação anual é bastante clara quanto a este aspecto.

QUADRO III - Teores de K nas acículas (% do peso seco), ordenados segundo as médias dos meses por idade

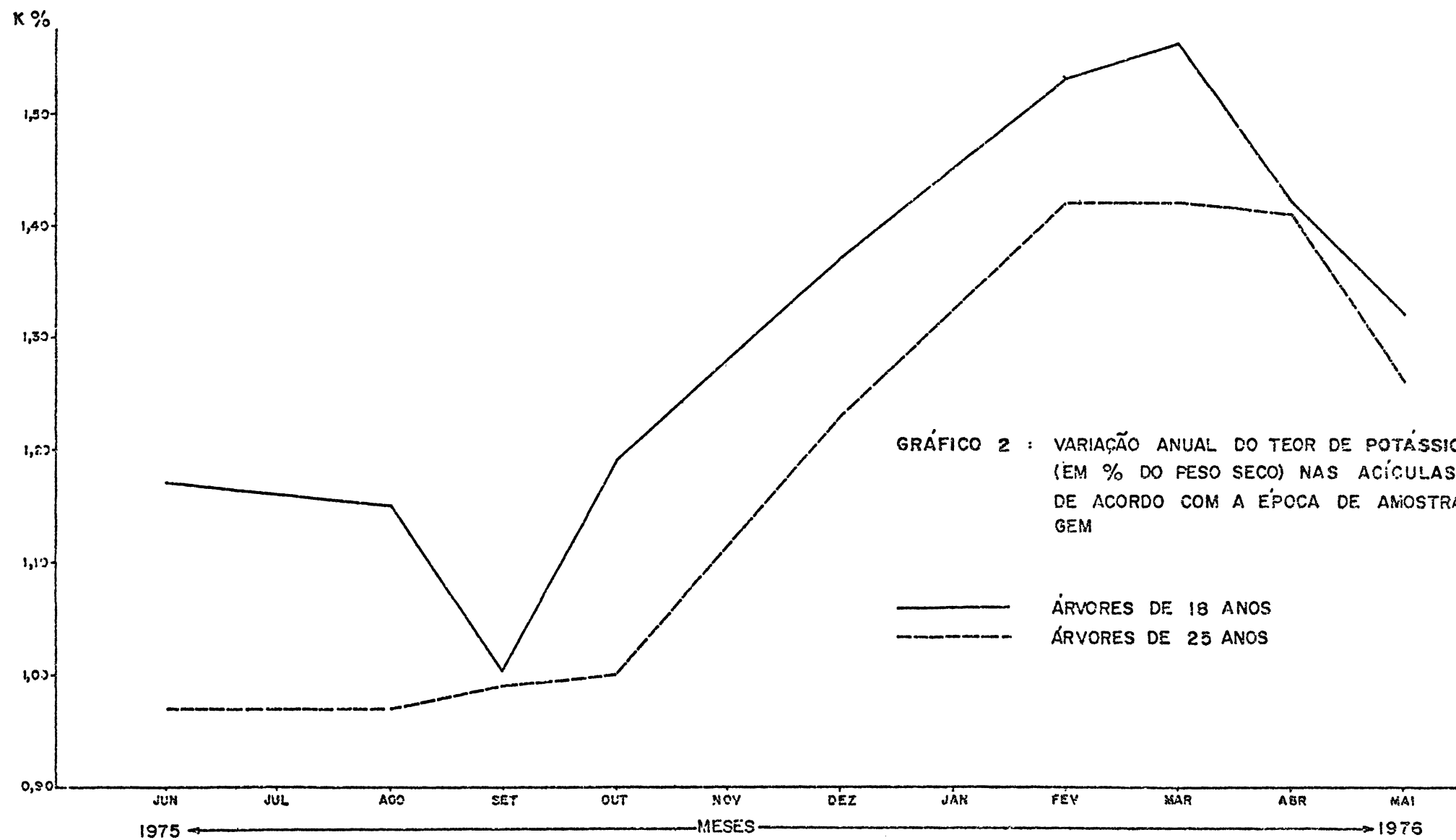
IDADE	MESES								
	MAR	FEV	ABR	DEZ	MAI	OUT	JUN	AGO	SET
18	1,56	1,53	1,42	1,37	1,32	1,19	1,17	1,15	1,03
	FEV	MAR	ABR	MAI	DEZ	OUT	SET	AGO	JUN
25	1,42	1,42	1,41	1,26	1,23	1,00	0,99	0,97	0,97

C.V. = 22,21%

B = 17,25%

$$t_{\text{calc.}} = \frac{\text{DIF. DE MÉD.}}{7,765}$$

$$t_{5\%} = 1,98$$



CÁLCIO E MAGNÉSIO - Nos quadros IV e V, estão relacionados respectivamente os teores de Ca e Mg nas acículas ordenadas segundo as médias dos meses. Estes dois macronutrientes podem ser discutidos simultaneamente por apresentarem uma característica comum, isto é, não foram influenciados significativamente pela época de amostragem. Por ocasião da análise da variância, o teste "F" atestou significância para o Mg, em relação à época de amostragem, quando da aplicação do teste "t", não se observou nenhuma diferença significativa. Isto pode ser esclarecido, levando-se em conta que o valor do "F" calculado superou em apenas 0,02 o valor tabelar a 95% de probabilidade, sendo uma significância considerada irrisória para a presente investigação. No caso do Ca, a não significância atestada frente a este mesmo fator, foi confirmada quando da aplicação do teste "t", resultando em médias não significativas durante todo o período de amostragem.

Em trabalhos realizados com coníferas, TOUZET, et alii (1970) e HUNGER (1970), citam a ocorrência de um processo de acúmulo do Cálcio durante a estação de crescimento. No presente trabalho, apesar de não se observar variações significativas, percebe-se um leve processo de declínio neste período, o qual continua até o fim do período de coleta.

A variação do Magnésio mesmo não sendo significativa, comporta-se de modo inverso, ou seja, ocorre uma leve ascensão, estabilizando de fevereiro a maio, em ambas as idades, conforme pode ser observado no gráfico IV.

Devido às pequenas variações, e principalmente devido ao resultado não significativo fornecido pelo teste "t", é possível afirmar que ambos os elementos não são afetados pelas variações estacionais, dentro do ano. Existe ainda para o Mg, o apoio das observações de HUNGER (1970) onde este elemento é considerado como intermediário entre a classificação por ele proposta, quanto aos padrões de variações, significando provavelmente que o mesmo não se comporta de maneira definida por ocasião do transcurso das estações do ano nas diferentes espécies.

QUADRO IV - Teores de Ca nas acículas (% do peso seco), ordenadas se-
gundo as médias para os meses por idade

IDADE	M E S E S								
	AGO	SET	JUN	OUT	DEZ	FEV	ABR	MAI	MAR
18	0,45	0,45	0,41	0,41	0,39	0,39	0,37	0,37	0,36

AGO	SET	MAR	OUT	DEZ	MAI	FEV	ABR	JUN
0,39	0,39	0,39	0,37	0,36	0,36	0,35	0,35	0,33

C.V. = 28,77%

B = 27,11%

$$t_{\text{calc.}} = \frac{\text{DIF. DE MÉD.}}{0,055}$$

$$t_{5\%} = 1,98$$

QUADRO V - Teores de Mg nas acículas (% do peso seco), ordenados se-
gundo as médias para os meses por idade

IDADE	M E S E S								
	OUT	FEV	MAR	ABR	MAI	DEZ	AGO	SET	JUN
	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16

FEV	MAR	ABR	MAI	SET	DEZ	OUT	JUN	AGO
0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20	0,19	0,17	0,18

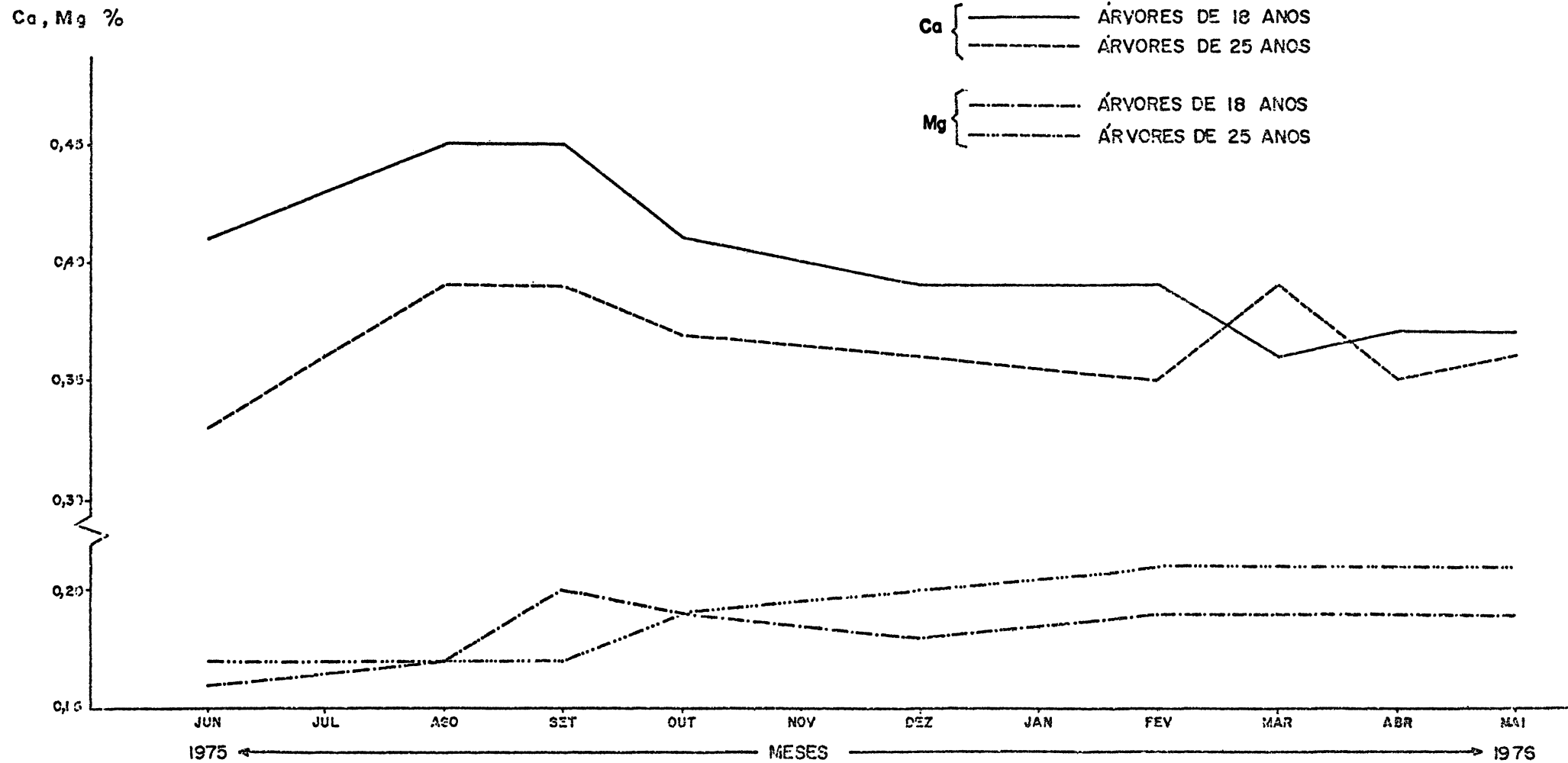
C.V. = 23,50%

B = 22,75

$$t_{\text{calc.}} = \frac{\text{DIF. DE MÉD.}}{0,022}$$

$$t_{5\%} = 1,98$$

GRÁFICO 4 : VARIAÇÃO ANUAL DOS TEORES DE CÁLCIO E
MAGNÉSIO (EM % DO PESO SECO) NAS ACÍCU-
LAS, DE ACORDO COM A ÉPOCA DE AMOSTRA-
GEM.



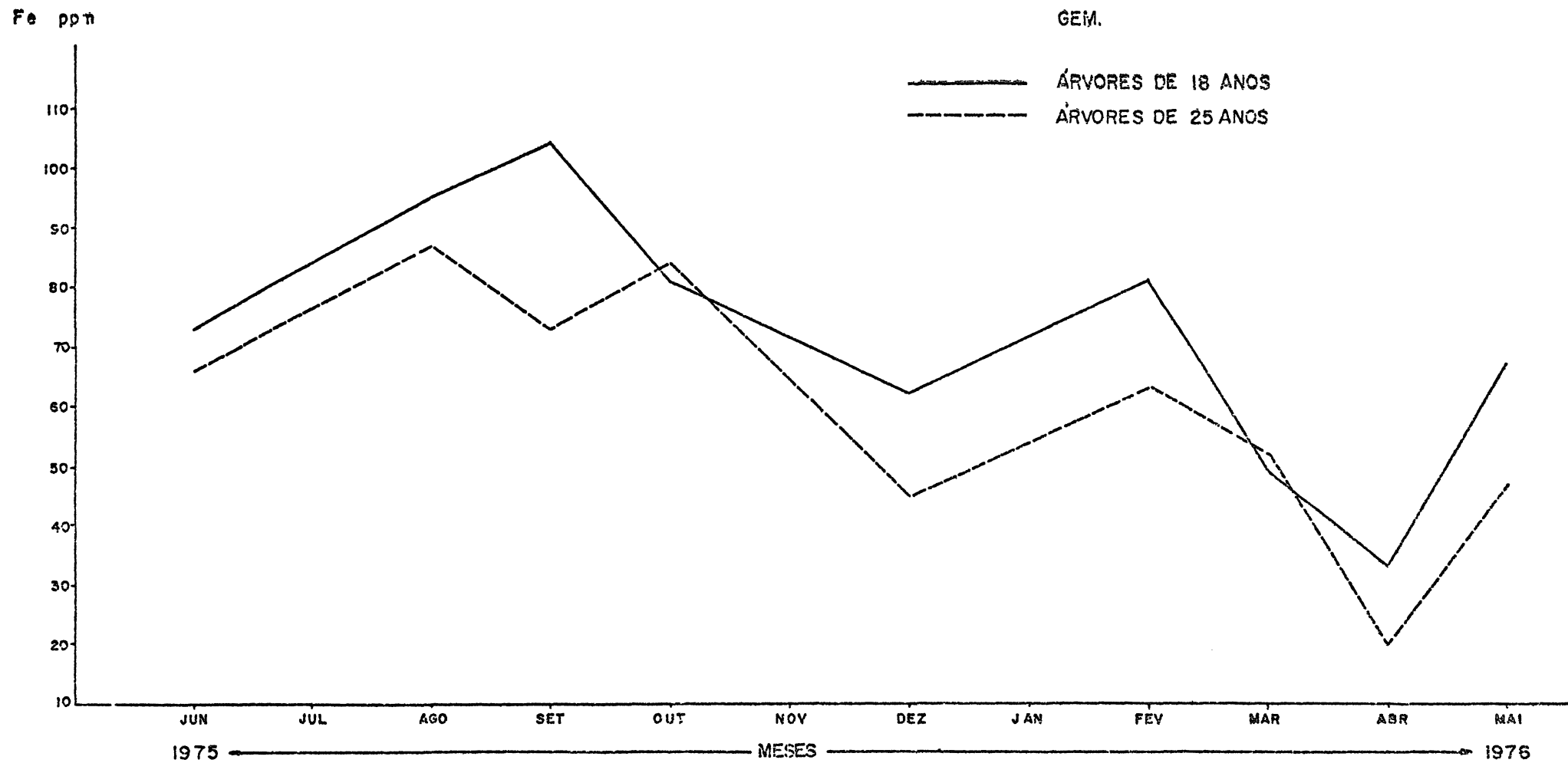
4.3.2. Variação Anual dos Micronutrientes

FERRO - Dos elementos estudados, este foi aquele cujo teor mais variou frente à época de amostragem, tendo-se registrado o maior número de diferenças significativas entre as médias, conforme pode ser observado no Quadro VI. Além disso constatou-se, já no teste "F" da análise de variância, uma interação significativa entre este fator e a idade das árvores. Por ocasião do desdobramento de análise ficou demonstrado que as interações significativas ocorrem nos meses de setembro, dezembro, fevereiro e maio. Esta interpretação é claramente evidenciada, observando-se o Gráfico VI. Com relação à variação anual excluindo-se o máximo deslocado para agosto nas árvores de 25 anos, o qual na outra idade se acha localizado em setembro, percebe-se um declínio significativo em direção a dezembro, para uma breve ascensão em fevereiro, seguido de novo declínio significativo em abril, onde se localiza o valor mínimo, com a menor média de todo o período, para ambas as idades. A partir deste ponto observa-se nova ascensão significativa na concentração. Seria possível supor que este elemento estabilize neste período, dado que apenas na idade de 25 anos houve significância entre as médias de maio/76 contra junho/75 tal não se dando na outra idade. Porém como os níveis de concentração geralmente variam de ano para ano em função das condições climáticas diferentes (TAMM, 1955), além disso, existe o coadjuvante de que através do processo contínuo de crescimento, as raízes exploram outras áreas de solo, é bem possível que esta diferença significativa seja devida a este fator. Para uma conclusão mais bem fundamentada seria necessário que houvessem dados do mês de junho do mesmo ano.

QUADRO VI - Teores de Fe nas acículas (ppm do peso seco), ordenados segundo as médias dos meses por idade

IDADE	M E S E S								
	SET	AGO	OUT	FEV	JUN	MAI	DEZ	MAR	ABR
18	104	95	81	81	73	67	62	49	33
	AGO	OUT	SET	JUN	FEV	MAR	MAI	DEZ	ABR
25	87	84	73	66	63	52	47	45	20

GRÁFICO 5 : VARIAÇÃO ANUAL DO TEOR DE FERRO
(EM ppm DO PESO SECO) NAS ACÍCULAS,
DE ACORDO COM A ÉPOCA DE AMOSTRA-
GEM.



$$C.V. = 23,66\%$$

$$B = 42,15\%$$

$$t_{\text{calc.}} = \frac{\text{DIF. DE MÉD.}}{7,765}$$

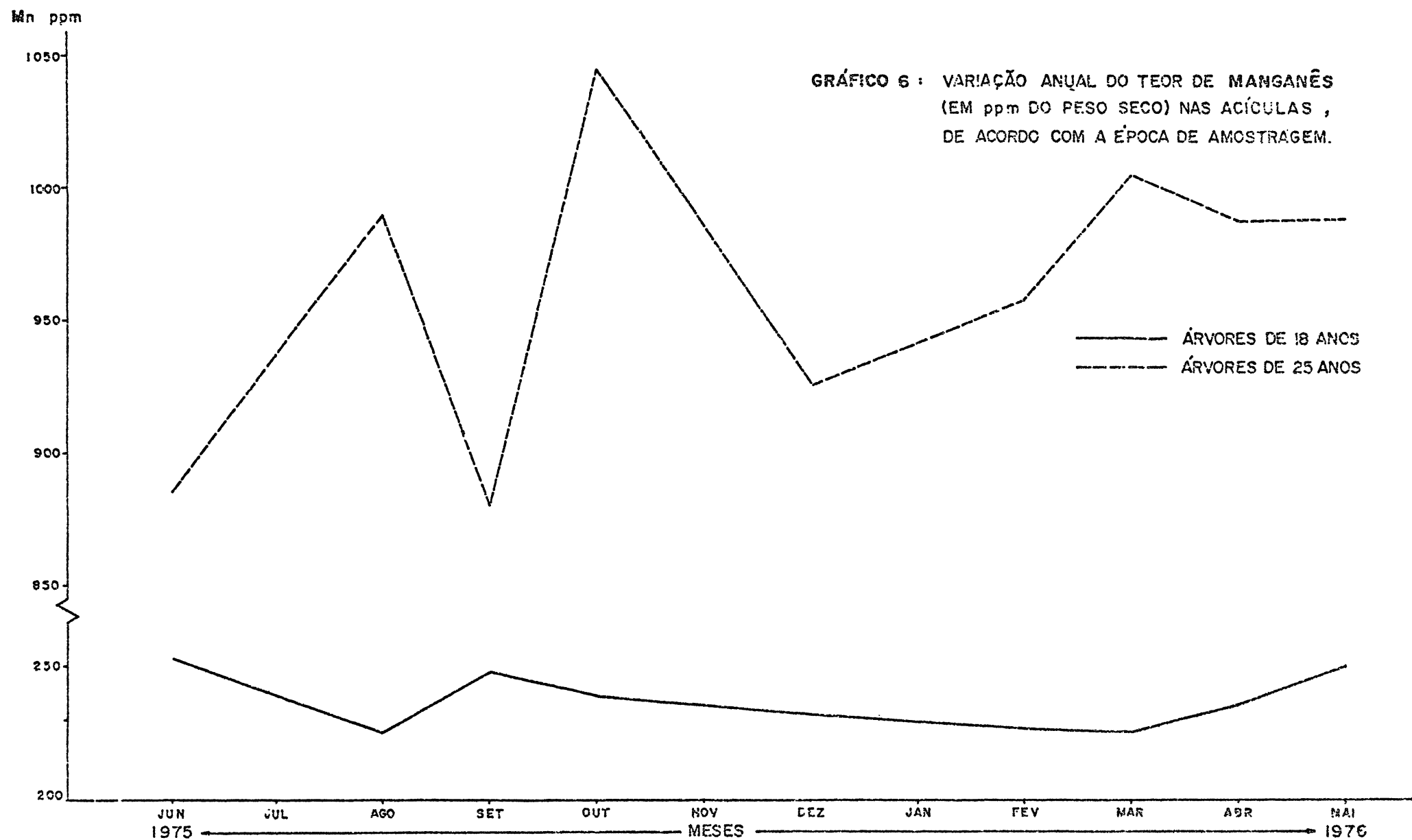
$$t_{5\%} = 1,98$$

MANGANÊS - Este elemento também teve que sofrer a transformação dos dados, e a que melhor se adaptou foi a logarítmica. Em analogia ao procedimento tomado para o P, no quadro dos contrastes, acham-se representados os valores transformados para a comparação de médias e, no gráfico os teores normais em ppm de matéria seca. Os extremos de variação em todo o período de amostragem foram de 260 - 2069ppm e de 89 - 540ppm, em árvores de 18 a 25 anos de idade respectivamente, tomados como valores de árvores individuais, não considerados dentro do mesmo mês.

Para o Mn, o que mais chamou a atenção nesta investigação foi a grande disparidade entre os teores das duas idades. Quanto à época de amostragem, as concentrações mostraram-se bastante estáveis, principalmente nas árvores mais jovens. Embora tenham ocorrido variações mais proeminentes nas árvores mais velhas, não se registrou nenhuma diferença significativa entre médias, conforme atesta o Quadro VII. Para este comportamento, apesar de ser uma investigação bastante antiga existe o apoio das observações de MCHARGE & ROY (1932), citados por KRAMER & KOSLOWSKI (1960), que analisando 23 espécies de árvores, não constatarem variações na sua concentração no período compreendido entre o início e o fim da estação de crescimento. Por outro lado quanto às investigações de HUNGER (1970), citado por FIEDLER, et alii (1970), tal não ocorre, sendo que este autor constatou para *Picea abies*, um processo de enriquecimento neste mesmo período.

QUADRO VII - Teores de Mn nas acículas (ln do valor em ppm), ordenados segundo as médias dos meses por idade

IDADE	M E S E S								
	MAI	SET	OUT	ABR	JUN	DEZ	AGO	MAR	FEV
18	5,533	5,517	5,509	5,472	5,429	5,442	5,421	5,416	5,416
25	OUT	MAR	AGO	ABR	DEZ	SET	MAI	FEV	JUN
	6,950	6,911	6,895	6,894	6,863	6,862	6,790	6,785	6,780



$$C.V. = 9,61\%$$

$$B = 16,50\%$$

$$t_{\text{calc.}} = \frac{\text{DIF. DE M\u00c9D.}}{0,291}$$

$$t_{5\%} = 1,98$$

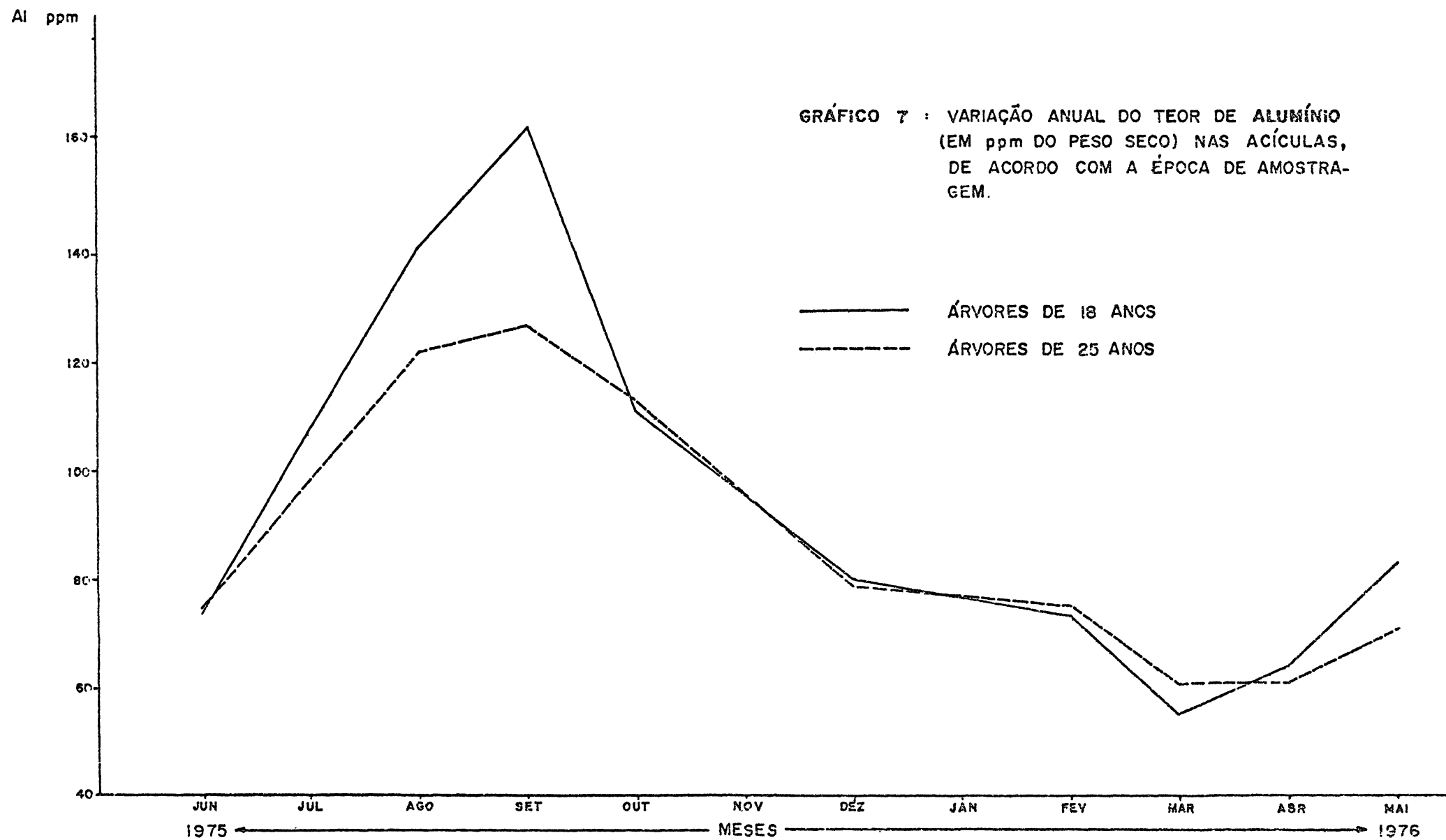
ALUM\u00cdNIO - Embora n\u00e3o seja um nutriente dos vegetais, foi aqui inclu\u00eddo no estudo devido ao fato de ser considerado um elemento ao qual a Arauc\u00e1ria demonstra alta sensibilidade devido ao poss\u00edvel efeito de inibir o desenvolvimento do sistema radicular al\u00e9m dos efeitos t\u00f3xicos segundo as observa\u00e7\u00f5es de van GOOR (1965). \u00c0 semelhan\u00e7a do Fe, o Alu\u00f4nio mostrou-se bastante suscet\u00edvel \u00e0 \u00e9poca de amostragem. Evidencia-se o forte m\u00e1ximo em setembro para um constante decl\u00ednio em dire\u00e7\u00e3o a mar\u00e7o, representado pela menor m\u00e9dia de todo o per\u00edodo de amostragem como pode ser visto no Quadro VII. Os teores de Alum\u00ednio nas \u00e1rvores de 25 anos de idade mostraram-se mais est\u00e1veis, n\u00e3o acusando oscila\u00e7\u00f5es muito fortes, destacando-se uma faixa de relativa est\u00e1bilidade no per\u00edodo de dezembro a maio, como demonstra o Gr\u00e1fico VII.

QUADRO VIII - Teores de Al nas ac\u00edculas (ppm do peso seco), ordenados segundo as m\u00e9dias dos meses por idade

IDADE	M E S E S								
	SET	AGO	OUT	MAI	DEZ	JUN	FEV	ABR	MAR
	163	141	111	83	80	74	73	64	55

	SET	AGO	OUT	DEZ	JUN	FEV	MAI	MAR	ABR
	127	122	113	79	75	75	71	61	61

Embora as m\u00e9dias dos meses estejam ordenadas, n\u00e3o apresentamos a avalia\u00e7\u00e3o estat\u00edstica para este elemento, devido ao fato de que n\u00e3o se conseguiu obter uma transforma\u00e7\u00e3o de dados que permitisse uma homogeneidade de vari\u00e2ncias satisfat\u00f3ria. No entanto, como poder\u00e1 ser verificado nos dados do ap\u00eêndice, o fator \u00e9poca de amostragem \u00e9 altamente significativo. Por\u00e9m como medida de precau\u00e7\u00e3o n\u00e3o se proceder\u00e1 a compara\u00e7\u00e3o de m\u00e9dias.



4.3.3 Matéria seca - Peso de 100 acículas

Esta variável é, no presente considerada como um componente auxiliar e ilustrativo, já que os teores dos elementos são dados em proporção ao peso seco e não em termos absolutos.

Muitas das variações nos teores dos elementos nutrientes e não nutrientes se devem à variação do peso seco no transcurso das estações do ano. Esta variável pode desta forma, permitir algumas conclusões a respeito das mesmas, apesar de que boa parte das variações na concentração de nutrientes, se devem também, aos efeitos de translocação, TAMM (1955) e HUNGER (1970) sendo difícil especialmente no presente estudo, separar exatamente cada uma das influências, pois além destes, outros fatores podem também contribuir para estas variações. Considerando todos os fatores, envolvendo muitos aspectos obscuros, não se objetivou discutir e analisá-la detalhadamente, como foi efetuado para os elementos minerais, com base numa interpretação estatística mais profunda. O estabelecimento de em qual época existe uma correlação direta entre peso de matéria seca e teores de nutrientes, não faz parte do objetivo do presente estudo. Sendo um assunto bastante complexo, podendo perfeitamente ser objeto de um estudo à parte. No entanto, serão feitas algumas considerações a respeito da mesma, que possivelmente elucidem certos aspectos relativos as características das variações observadas na A. angustifolia.

Quando da aplicação do teste de Bartlett, evidenciou-se a heterogeneidade da variância dos dados reais em gramas. A homogeneidade foi conseguida trabalhando-se com os dados transformados em logarítmos.

O teste "F" da análise de variância com os dados transformados, atestou, além da significância para a idade e época de amostragem, diferença significativa entre os verticilos. No entanto, esta diferença não foi suficiente grande a ponto de influir na concentração dos elementos investigados, não provocando o que se poderia denominar de "efeito de diluição" sobre os mesmos entre os dois verticilos amostrados. Pode-se observar no Gráfico VIII, que no período de junho a dezembro, as acículas do 3º verticilo são superiores em peso às aquelas do 4º, em ambas as idades. A partir deste ponto, a variação do peso não obedece um critério tão regular, sendo difícil formular uma explicação para este fato. Além deste aspecto, resultou ainda, uma interação significativa entre época de amostragem e idade, porém não se procedeu ao desdobramento da análise, em função do anteriormente exposto.

Considerando-se apenas um ponto qualquer em que a concentração dos nutrientes nas acículas possa ser considerado função direta do peso seco, as divergências, pelo menos em relação à A. angustifolia, são devidas a sua característica de crescimento ser bastante diferente de outras espécies, especialmente do gênero Pinus, sobre os quais se fundamentam a maioria dos trabalhos. Nestas espécies, verifica-se um rápido crescimento de elongação dos brotos terminais, num curto período de tempo, mais precisamente na primavera, sendo que nesta época, as acículas de todo o broto são de reduzido tamanho. A medida que avança a estação de crescimento, as acículas vão se desenvolvendo rapidamente, enquanto que a elongação do broto terminal não sofre o mesmo processo com idêntica rapidez.

Isto faz com que as acículas aumentem de peso gradativamente no transcurso da estação de crescimento. Na Araucária, ocorre o contrário, o crescimento do broto se dá continuamente durante todo o período de crescimento, sem manifestar o salto inicial característico da outra espécie, isto é, progride lentamente, mais intensamente na primavera e verão. As acículas que compõe a extremidade do broto terminal, são, no início do período de crescimento, praticamente do mesmo tamanho que terão no fim deste, apenas mais tenras. Esta última qualidade é o único aspecto comum entre as espécies. A figura IV ilustra este aspecto lento e contínuo da A. angustifolia.

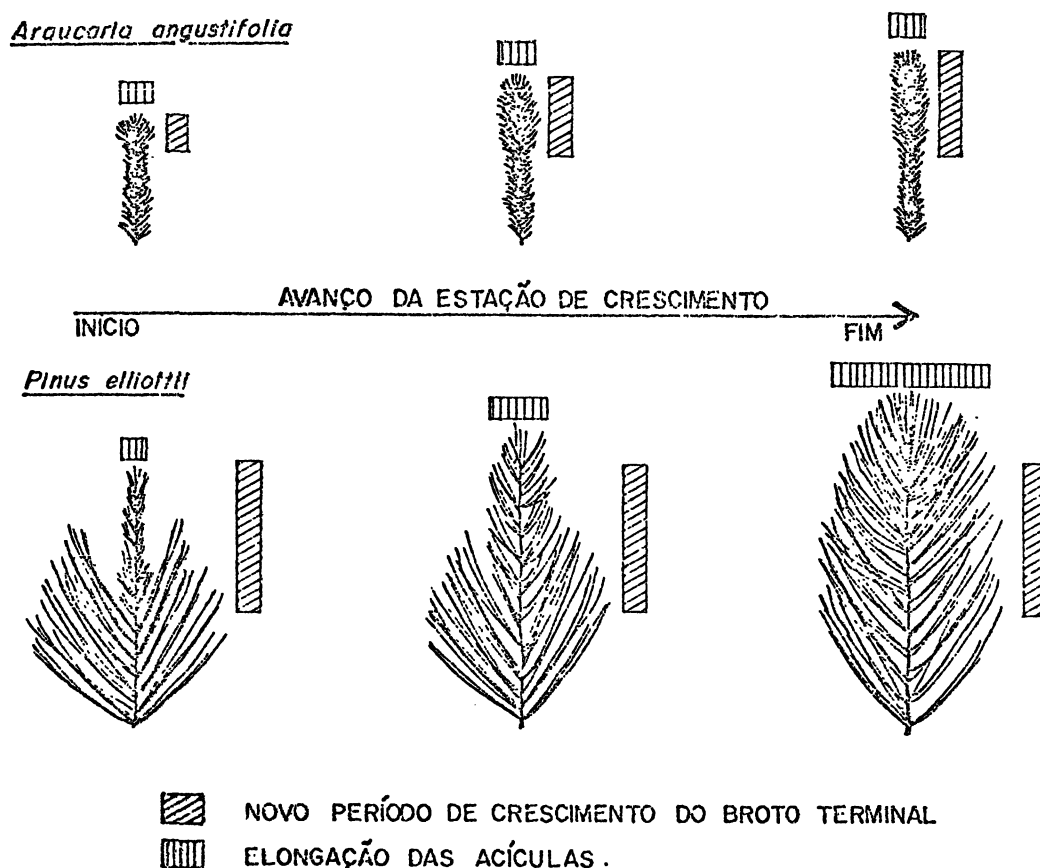


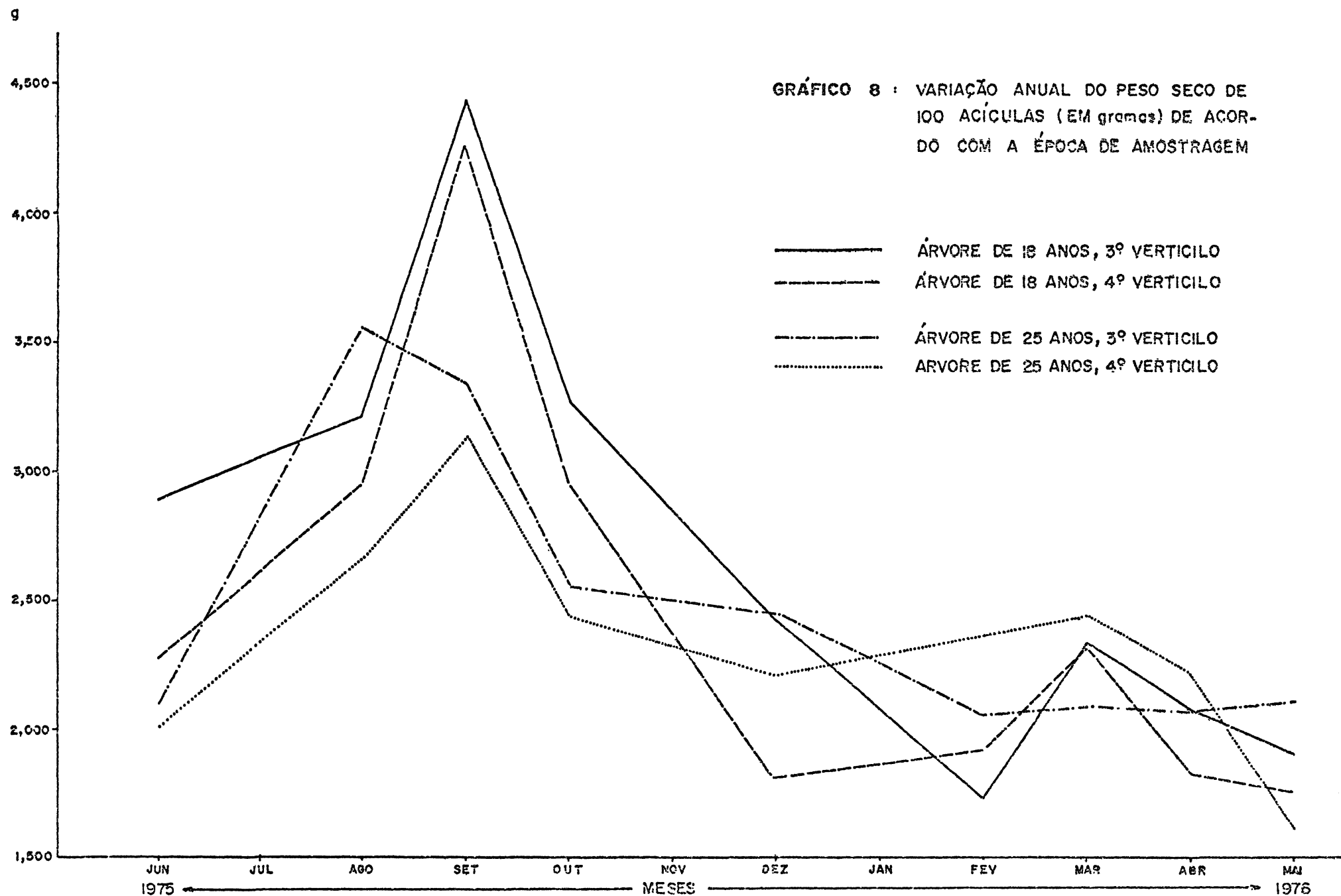
Fig. IV - Comparação da forma de elongação dos brotos terminais e acículas de A. angustifolia e Pinus spp.

Conforme pode ser observado na Figura acima, as divergências encontradas em relação as outras espécies no que diz respeito aos efeitos de diluição são devidas a esta característica.

A determinação do peso seco, resultou que, a partir de junho tem-se uma ascensão rápida em direção a setembro, onde se localiza o máximo de todo o período, para posterior declínio, mantendo-se relativamente estável a partir de março, quando o crescimento é bem mais lento. A explicação provável que pode ser dada para a ascensão em direção a setembro é que se verifica um amadurecimento das acículas, com consequente lignificação das células, acarretando maior peso às mesmas. Neste mês, pelo método de seleção de idade do material, tem-se as acículas mais velhas do último período de crescimento, com elevada homogeneidade quanto à idade. A medida que as coletas avançam, uma porcentagem cada vez maior de acículas jovens e mais tenras, é adicionada às mais velhas do período anterior de crescimento, o que causa a queda do peso. Quando a árvore diminui o ritmo de crescimento fins do verão, a variação tende a estabilizar pela maior uniformidade do peso das acículas, em virtude de serem produzidas um menor número de novas. Ver gráfico VIII.

4.3.3.1 Relação Matéria seca e teor de nutrientes

Se for estabelecida uma correlação, entre peso seco e teor de nutrientes, quanto ao efeito de diluição, acarretado pelo primeiro, pode-se explicar o mínimo de N e P, no mês de setembro. Sendo o peso seco bastante elevado, a concentração é baixa, devido ao efeito acima mencionado. Quanto ao K, este parece se adaptar a este conceito de maneira mais harmoniosa. Pois verifica-se o aumento da sua concentração a medida que o peso de matéria seca diminui. Porém como vários outros fatores não controláveis estão a influir, não é possível afirmar que esta situação seja totalmente verdadeira durante todo o período de amostragem. Para as concentrações mais elevadas dos elementos, que antecedem o mês de setembro, é possível afirmar com base em TAMM (1955), e HUNGER (1970), citado por FIEDLER et Allii, (1970), que ocorre um processo de translocação dos tecidos de reserva para as folhas, aumentando em consequência o seu teor nas mesmas. Ocorrendo o contrário no verão, afirmativa ainda apoiada por LEROY (1968) e TACON & TOUTAIN (1973). Para as razões porque, as fases de translocação de alguns elementos não coincidem quando estas se manifestam, como por exemplo no N e no P, e como os elementos Ca, Mg e Mn não sofreram aparentemente variações significativas, parecendo sua concentração ser independente aos efeitos de diluição e translocação, não se tem para o momento uma explicação. Sem dúvida devem ocorrer tais fenômenos, porém a maneira de determinar exatamente quando ocorrem, não está ao alcance do presente trabalho.



Níveis de Nutrientes

Pode-se estabelecer uma correlação estreita entre níveis de nutrientes e padronização da amostragem uma vez que os níveis críticos, ou de bom suprimento devem ser determinados através de pesquisa adequada correspondendo a uma determinada metodologia de coleta. É pouco provável que os limites de variação dos teores de nutrientes entre A.angustifolia e outras espécies sejam equivalentes. No entanto, com as devidas precauções, além de que as observações de campo haverem indicado, que pelo menos visualmente as árvores não apresentavam problemas de deficiência nutricional, é possível estabelecer uma comparação com as outras espécies de coníferas.

O Quadro IX apresenta uma comparação entre teores de nutrientes de A.angustifolia e Pinus spp. Para a primeira procurou-se reunir os dados de vários trabalhos sob diferentes condições de investigação. Na coluna (1) acham-se representados os valores obtidos por Van Goor (1965), em árvores de 25 anos, amostradas no mês de abril. Na coluna (2) os valores obtidos por Simões (1973), em plantas com 2 anos de idade cultivadas em solução nutritiva de Hoagland e Arnon. Na coluna (3), os dados correspondentes à presente investigação de árvores de 18 a 25 anos, amostradas no mês de maio. Na coluna (4) os teores de elementos nutrientes considerados dentro da faixa de bom suprimento para várias espécies de Pinus, segundo Zöttl (1973).

QUADRO IX - Comparação entre teores de nutrientes de A.angustifolia, de diferentes investigações e idades, e várias espécies de Pinus.

Elementos	<u>A. ANGUSTIFOLIA</u>		<u>PINUS SPP.</u>		
	Van Goor (1965) árvores de 25 anos	Simões (1973) plantas de 2 anos cultivadas em sol. nutritiva	Árvores de 18 anos	Árvores de 25 anos	Zöttl (1971) Faixa de bom suprimento
	(1)	(2)	(3)		(4)
N%	1,55	0,82	1,67	1,60	1,5 - 2,2
P%	0,14	0,23	0,14	0,15	0,13 - 0,20
K%	1,30	0,72	1,32	1,26	0,6 - 1,2
Ca%	0,76	0,76	0,32	0,36	0,1 - 0,5
Mg%	0,24	0,21	0,19	0,21	0,1 - 0,2
Fe ppm	103	-	67	47	45 - 200
Mn ppm	283	-	249	987	20 - 800

Comparando os valores das colunas (3) e (4), pode-se observar que todos os elementos se acham dentro da faixa de bom suprimento, embora ainda não tenham sido determinados os teores limites para A. angustifolia.

Comparando-se estes valores com os de van GOOR (1965), quadro I coluna (1), percebe-se a existência de relativa similaridade na concentração de N, P, K, e Mg, os teores dos elementos Ca, Fe e Mn diferem bastante. Comparando separadamente o valor do Fe, do presente estudo nos meses de abril e maio, percebe-se que os resultados obtidos por este autor, excedem de cinco a duas vezes respectivamente, os teores deste elemento, já que o mesmo coletou as amostras em abril. Os outros elementos não diferem significativamente nestes dois meses, não se fazendo necessária a separação. Por este aspecto, pode-se perceber a importância da padronização de uma determinada época, em conjunto com o estabelecimento de experimentos a fim de determinar os teores limites. Por exemplo, a amostragem, no mês de abril proporcionou para o ferro uma concentração de 20ppm. De acordo com Züttl (1973) esta concentração se acha ao nível de deficiência, porém no caso de A. angustifolia parece ser apenas uma condição temporária devido a algum fator eco-fisiológico, e não de mau suprimento, já que houve recuperação posterior. É possível que nesta espécie, o limite inferior do bom suprimento seja mais baixo do que nas outras em comparação. A alternativa de que o Mn seja responsável por este aspecto é discutível, já que no mês de outubro a concentração deste é 57ppm mais alta e o Fe apresenta um teor 4 vezes mais elevado do que em abril. Por outro lado, no trabalho de Van GOOR (1965), os teores de Mn são mais baixos e os do Fe mais elevados. O mesmo ocorrendo nas árvores de 18 anos do presente trabalho. Embora hajam algumas evidências é difícil estabelecer uma correlação direta com poucos dados. Procedendo de igual modo para o Ca, este foi também superado em seu teor em duas vezes naquela investigação. Quanto ao Mn, comparando os teores nas árvores de 25 anos, os obtidos na presente investigação superam em aproximadamente três vezes, aqueles obtidos por van GOOR, estando porém mais próximos daqueles apresentados por Züttl (1973) o qual no entanto não faz referência quanto à idade das árvores de Pinus. De outro lado, as árvores de 18 anos, apresentam-se de maneira oposta quanto a esta comparação. Onde é possível concluir que este elemento parece não seguir uma regra geral, razão porque, provavelmente da sua ampla faixa de variação em plantas normais, sendo provável que as condições do solo são muito mais determinantes da sua concentração nas acículas do que os processos fisiológicos de absorção e seletividade. A título de complementação, DIETRICH (1976) (1) encontrou na mesma região espécie e idade, valores equivalentes para este elemento, o que consubstancia

(1) Informação pessoal do Engº Florestal Albino Bruno Dietrich de acordo com os dados obtidos em sua tese em andamento.

a afirmativa de que alguma condição local esteja a influir o nível de Mn, principalmente nas árvores de 25 anos.

Um outro aspecto que deve ser discutido neste capítulo diz respeito a validade dos valores obtidos na presente investigação. Supõe-se que em termos de teores representativos, estes não podem ser fielmente extrapolados, a fim de representar o grau de suprimento de nutrientes como representativo do sítio, por serem oriundos de árvores de bordadura. Admite-se que sob as mesmas condições de solo e clima, sejam algo diferentes daquelas do interior do povoamento. Porém como se buscava a determinação das variações anuais, acredita-se que para aquelas condições dos povoamentos, que por longo tempo vegetaram sob deficiência de manejo, as árvores da bordadura estão quanto às condições de água, luz e nutrientes, muito mais próximas da situação de um povoamento com densidade adequada, do que aquelas do interior dos mesmos, crescendo a vários anos sob razoável concorrência. Sendo evidente que não se obteria a mesma sensibilidade em termos de variação dos teores, já que as influências das várias estações não seriam tão influentes. Ao passo que num povoamento manejado adequadamente em termos de proporcionar maior disponibilidade dos fatores acima mencionados as árvores crescem normalmente e, respondem mais prontamente às oscilações climáticas, produzindo mais ou menos matéria seca em proporção à ativação dos processos metabólicos.

Um outro fator que contribuiu para a eleição das árvores de bordadura, deve-se à possibilidade aventada por TAMM (1955), que em sua opinião, é possível esperar à medida que as coletas se processam continuamente, valores extremos na concentração dos elementos nas acículas dos ramos remanescentes. Devido ao reduzido tamanho dos ramos apresentando pouco material fotossintetizante, esta influência seria possível de ser manifestada com maior intensidade nas árvores do interior do povoamento, afetando não só o nível de nutrientes bem como o mascaramento das tendências da concentração. Sendo verdadeira esta afirmativa, tal condição não ocorreu já que é possível verificar uma tendência de equilíbrio entre o início e o fim do período de amostragem, apesar de pertencerem a anos diferentes.

Ainda considerando a pequena quantidade de massa verde, nos galhos, pode-se dizer que esta condição obrigaria a inclusão de outra variável na presente investigação. Como o material era relativamente pouco por unidade de área no galho, a faixa de coleta estipulada entre o primeiro e segundo terço superior, teria que ser ampliada. Isto acarretaria outro componente de variação, já que deve existir a semelhança do observado para a copa, um gradiente de concentração do ápice para a base do galho.

Quanto aos objetivos do presente trabalho, os possíveis aspectos negativos da amostragem, não interfiram na interpretação dos resultados e recomendação da época de amostragem, pois como se pode observar, o comportamento em termos de variação e tendência da concentração dos elementos estudados obedece a um padrão definido em ambas as idades investigadas.

5. CONCLUSÕES

Do estudo da variação anual nos teores dos elementos minerais em acículas de *Araucaria angustifolia*, ficou evidenciado que

5.1. A posição de amostragem, quando se considera os terceitos e quarto verticilos, não influi significativamente no teor de N,P,K,Ca,Fe e Mn, podendo, para fins de análise foliar, perfazer uma única amostra. A influência significativa só é verificada sobre o peso de matéria seca. Geralmente a idade mais jovem tanto da árvore, quanto do verticilo apresenta maior peso de junho a dezembro. Fora deste período não se observa o mesmo comportamento.

5.2. É evidente que a variação nos teores dos elementos, é uma função não apenas da variação do peso seco, mas também, dos efeitos de translocação, tanto para dentro, quanto para fora das folhas. Se bem que durante a elaboração do presente estudo não foi possível separar exatamente quando da ocorrência de um ou outro fator. Julgando-se necessário, um estudo aplicando uma metodologia mais detalhada.

5.3. O fator idade das árvores, deve ser observado rigorosamente, já que se constataram diferenças altamente significativas para N,K, e Fe, e especialmente para o Mn.

A diferença não significativa, observada para P, Ca, e Mg, sugere a necessidade de estudos mais detalhados a fim de determinar entre quais idades estas diferenças se manifestam, já que a comparação de apenas duas idades não pode ser conclusiva.

5.4. Quanto à época de amostragem, observa-se uma variação cíclica e significativa para o N,P,K, e Fe. Os demais elementos não manifestaram reações que pudessem ser detectadas estatisticamente, as variações tanto no que diz respeito aos pontos máximos e mínimos e, faixas de relativa estabilidade, são, com excessão do Fe, que apresentou uma interação significativa Meses X Idade, independente da idade das árvores ou do verticilo amostrado. O acima exposto se deve ao fato de que é possível observar, com poucas excessões, que a tendência é relativamente harmoniosa em termos de ascensão e declínio das concentrações, de acordo com a época de amostragem.

5.5. Recomendação da época de amostragem. Sendo objetivo principal do presente trabalho, para a recomendação do período mais adequado para realizar as coletas, é especialmente importante a faixa onde se verifica a maior estabilidade de modo global entre os teores mensais, que sofrem influência significativa no período de amostragem.

De modo geral, a faixa de maior estabilidade, corresponde ao período compreendido entre abril a junho. Para os macronutrientes, é possível definir os meses de abril e maio, já que todos os elementos apresentaram médias que não diferiram significativamente nesta época. Sendo que o período mais amplo, isto é, de abril a junho, apresenta, uma discordância referente ao K, nas árvores de 25 anos.

No caso de avaliar o estado nutricional também para os micronutrientes, principalmente porque o Fe manifestou muitas variações significativas e não se sabendo como se comportariam outros elementos desta categoria, o mês de maio é o mais adequado, por representar o mês intermediário do período de maior estabilidade consecutiva. Até que um estudo desta natureza seja efetuado sobre os outros micronutrientes, deve-se manter a precaução de restringir o período de amostragem para estes elementos, já que não se pode esperar que os mesmos se comportem de maneira análoga ao Mn, que não mostrou variação significativa em todo o período.

Do presente estudo fica evidenciado que as recomendações para a época de amostragem dependem muito da espécie e clima. Fazendo-se necessário o desenvolvimento de uma pesquisa detalhada para cada caso, já que as variações são função do peso seco e dos efeitos de translocação. Se considerado o fator peso seco, é preciso levar em consideração o tipo de crescimento, que pode diferir sensivelmente acarretando modificações nos períodos de estabilidade e pontos máximos e mínimos, não se encontrando para todas as espécies um mês comum para amostragem.

O presente estudo tem como objetivo fundamental estudar a influência da época de amostragem na concentração dos elementos nutritivos em acículas de Araucaria angustifolia.

O estudo foi desenvolvido na FLONA de três Barras, no Município de mesmo nome, em Santa Catarina, do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, no período compreendido entre junho de 1975 e maio de 1976.

A fim de comprovar o padrão de variação das concentrações dos nutrientes, foram investigadas árvores de duas idades diferentes: 18 e 25 anos, existentes em florestas plantadas naquela estação. Sendo o material foliar coletado dos terceiro e quarto vestíbulos, com exposição N.

As coletas foram efetuadas mensalmente com exceção dos meses de julho, novembro e janeiro.

Os resultados obtidos, permitem informar que:

a) Quanto à posição de amostragem, representada pelos terceiro e quarto vestíbulos, não existe influência na concentração dos elementos investigados. Apenas o peso de 100 acículas apresenta médias de vestíbulos que diferem significativamente entre si.

b) O fator idade das árvores, influencia consideravelmente o teor dos elementos N, K, Fe e Mn, cujas concentrações diferem alta e significativamente entre as duas idades. Não se verificam diferenças significativas para os elementos P, Ca e Mg.

c) O grau de variação das concentrações define dois grupos de elementos de acordo com a época de amostragem: de um lado N, P, K, e Fe, cujas concentrações são afetadas significativamente pela mesma, e do outro Ca, Mg e Mn, cujos teores se mantêm razoavelmente estáveis durante todo o período de coleta, não se observando as variações cíclicas tão características para os do primeiro grupo.

d) As variações anuais, quando ocorrem a nível de diferenças altamente significativas, não são apenas função da variabilidade do peso seco ou dos efeitos de translocação. Dependem também do tipo de crescimento do broto terminal e das acículas. A relação entre tipo de crescimento e variação do peso seco, como observado no presente trabalho, pode ser considerado um fenômeno específico para a *A. angustifolia*, não observado nas outras espécies de coníferas citadas.

e) A época de amostragem mais adequada para avaliação do estado nutricional quanto aos micronutrientes corresponde aos meses de abril

e maio. Sendo que no caso de avaliar também os micronutrientes, recomenda-se o mês de maio, por corresponder ao mês intermediário do período (abril a junho) em que a maioria dos elementos e, inclusive o peso de matéria seca encontra uma faixa de relativa estabilidade.

7. SUMMARY

The present investigation has the principal aim to study the influence of the sampling period on nutrient element concentration in the needles of Araucaria angustifolia.

The investigation has performed in the National Forest (FLONA) of Tres Barras, Santa Catarina, belonging, to the Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, during the period between june 1975 e may 1976.

In order to obtain the pattern of the variation in nutrient content, 18 and 25 year old trees of a planted Araucaria forest were selected for investigation.

The sampling was carried out monthly, with exception of July, November and January at the third and fourth whorl with exposition to the north.

The results obtained allow to present the following information:

- a) With regard to the sampling locality within the crown (third and fourth whorl) there is no significant difference in the element concentrations. Only the dry wight of hundred needles showed a significant variation related to sampling locality within the crown.
- b) The age of the trees has great influence on nutrient element concentrations, especially the elements N, K, Fe and Mn, show differences in their concentrations which could be explained with high statistical porbability by the age of the trees.
- c) With regard to the anual variation of the concentrations, two groups of nutrient elements can be distinguished:
 - Elements whose concentration depends with high significance on the sampling period for example N, P, K, and Fe.
 - Elements whose concentration shows stability during whole observation period, not demonstrating the cyclic variation of the first group, Ca, Mg and Mn.
- d) The highly significant dependency of the concentrations of the above mentioned elements on the factor time, can neither be explained only by changes in the dry weigh nor by internal translocations. This dependency is also caused by the kind of shoot elongation as well as by the tipe of formation of the needles.

The relation between the annual rhythm and the annual variation in the dry weight of hundred needles as described in this study, can be considered as specific for Araucaria angustifolia.

Nowhere else in the reviewed literature, a similar relation for other conifers was described.

- e) In order to determine the nutrient status of A.angustifolia by means of needle analysis, the month of April and May are recommended as appropriate for sampling when macronutrients are to be investigated.

When micronutrients are included the recommendation for the sampling period must be limited to the month of May because in that period most of the elements show stability in their concentration and independent behavior from the sampling period.

8. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wird schwerpunktmäßig der Einfluss des Zeitpunktes der Nadelprobeentnahme auf die Konzentration der Nährelemente in den Nadeln von Araucaria angustifolia Bert. O. Ktze. erforscht.

Die Untersuchungen wurden in dem staatlichen Forst von Tres Barras des Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) in Santa Catarina in der Zeit von Juni 1975 bis Mai 1976 durchgeführt.

Der jährliche Gang der Nährelementspiegelwerte wurde an 18- und 25-jährigen Bäumen eines gepflanzten Araukarienbestandes bestimmt; die Nadelprobeentnahme erfolgte am dritten und vierten Wirtel in nördlicher Exposition je einmal pro Monat mit Ausnahme der Monate Juli, November und Januar.

Folgende Ergebnisse wurden erarbeitet:

- a) Bezüglich des Ortes der Probeentnahme (dritter und vierter Wirtel) besteht kein statistisch nachweisbarer Unterschied in den Nährelementspiegelwerten. Nur das 100-Nadelgewicht zeigt signifikante Unterschiede.
- b) Das Baumalter beeinflusst in hohem Masse die Spiegelwerte von Nährelementen. Insbesondere die Konzentrationen auf, die auf das Baumalter zurückgeführt werden können.
- c) Durch den jährlichen Gang ihrer Spiegelwerte können zwei Gruppen von Nährelementen definiert werden:
 - Elemente, deren Konzentration signifikant von Faktor Zeit abhängt, z.B. N, P, K, und Fe.
 - Elemente, deren Konzentration über den ganze Beobachtungszeitraum stabil ist, d.h. die Spiegelwerte dieser Elemente zeigen in Gegensatz zu der o.g. Gruppe keine statistisch nachweisbare Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Nadelprobeentnahme, z.B. Ca, Mg und Mn.
- d) Die hochsignifikante Abhängigkeit der Spiegelwerte der genannten Elemente vom Faktor Zeit kann nicht nur auf die Veränderung des 100-Nadelgewichtes und auf Translokationen innerhalb der Bäume zurückgeführt werden. Sie wird mitverursacht von der Art des Längenwachstums der Zweige, sowie von der Art der Neubildung der Nadeln.

Die in dieser Arbeit beschriebene Beziehung zwischen jährlicher Wachstumsrhythmik und jährlichen Gang des 100-Nadelgewichtes kann als spezifisch für Araucaria angustifolia angesehen werden, sie wurde nirgends in dieser Form in den zitierten Untersuchungen über andere Koniferen beschrieben.

- e) Um anhand von Nadelanalysen den Ernährungszustand von Araucaria angustifolia zu bestimmen, wird als geeigneter Zeitraum für die Nadelprobeentnahme die Monate April bis Mai empfohlen, falls Makronährelemente untersucht werden sollen. Bei Einbeziehung von Mikronährelementen beschränkt sich die zeitliche Empfehlung auf den Monat Mai, da in diesem Zeitraum für die Mehrheit der Elemente ein relativ stabiler, vom Faktor Zeit weitgehend unabhängiger Konzentrationsverlauf vorliegt. Dies gilt in analoger Weise auch für das 100-Nadelgewicht.

LITERATURA CITADA

1. ALDRICH, S.R. Plant analysis: problems and opportunities. In: WALSH, L.M. & BEATON, J.D. (ed.). Soil testing and plant analysis. Madison, Soil Science Soc. Amer., 1973. cap. 14, p. 213-221.
2. BAULE, H. & FRICKER, C. The fertilizer treatment of forest trees. Munchen, BLV Verlagsgesellschaft, 1970. 259 p.
3. BUCKMAN, H.O. & BRADY, N.C. Natureza e propriedade dos solos. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1966. 594 p.
4. EPSTEIN, E. Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas. Rio de Janeiro, Licos Técnicos e científicos, 1975. 341 p.
5. FIEDLER, H.J.; NEBE, W. & HOFFMANN, F. Forstliche Pflanzenernährung und Düngung. Stuttgart, G. Fischer, 1970.
6. FINK, A. Pflanzenernährung in Stichworten. Kiel, F. Hirt, 1969. 200 p.
7. FREESE, F. Elementary statistical methods for foresters. Washington, U.S. Forest Service, 1967. 87 p. (Agriculture Handbook, 317).
8. GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 4. ed. São Paulo, Nobel, 1970. 430 p.
9. GOOR C.P. van. Reflorestamento com coníferas no Brasil. Aspectos ecológicos dos plantios na região sul, particularmente com *Pinus elliottii* e *Araucária angustifolia*. B. Setor de Inventários Florestais, n. 9, 1965. 58 p.
10. HUNGER, W. Ernährung und Düngung der Fichte auf Pseudogleustandorten des Hügellandes. Forsch. -Ber. T.U. Dresdenm. Sect. Forstwirtschaft. (1970a) unveröffentl.
11. HUNGER, W. Ernährung und Düngung der Fichte auf Pseudogleistandorten des Hügellandes. Forsch. -Ber. T.U. Dresdenm. Sect. Forstwirtschaft. (1970a) unveröffentl.
12. JONES Jr., J.B. Plant tissue analysis for micronutrients. In: MORTVEDT, J.J., GIORDANO, P.M. & LINDSAY, W.L. Micronutrients in agriculture. Madison, Soil Science Society of America, 1972. cap. 14, p. 319-346.

13. JONES, J.B. & ECK, H.V. Plant analysis as an aid in fertilizing corn and grain sorghum. In: WALSH, L.M. & BEATON, J.D. (ed.) Soil testing and plant analysis. Madison, Soil Sci. Soc. Amer., 1973. cap. 21, p. 349-64.
14. _____ & STERN, W.S.A. Sampling handling and analysing plant tissues amples. In: WALSH, L.M. & BEATON, S.D. (ed) Soil testing and plant analysis. Madison, Soil Science Soc. Amer., 1973. cap. 16, p. 249-270.
15. KRAMER, P.J. & KOSIOWSKI, T.T. Physiology of trees. New York, McGraw Hill, 1960. 642 p. (McGraw-Hill publications in the botanical sciences).
16. LEAF, A.L. Plant analysis as an aid in fertilizing forests. In: WALSH; L.M. & BEATON, J.D. (ed). Soil testing and plant analysis. Madison, Soil Science Soc. Amer., 1973. cap. 25, p. 427-454.
17. LEROY, P. Variations saisonnière de teneurs on eau et éléments minéraux des fenilles du cône pedunculé. Ann. Sci. for., 25(2): 83-117, 1968.
18. LEVY, G. Utilisation pratique de l'analyse foliare dans l'étude de la nutrition des essences forestières. Rev. For. Franç., 4:249-262, 1968.
19. MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRº, M.O.C. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Pioneira, 1974. 727p.
20. MUNSON, R.D. & NELSON, W.L. Principles and practices in plant analysis. In: WALSH, L.M. & BEATON, J.D. (ed) Soil testing and plant analysis. Madison, Soil Science Soc. Amer., 1973. cap. 15, p. 223-248.
21. REISSMANN, C.B.; HILDEBRAND; E.E.; BLUM, W.E.H. & BURGER, L.M. Metodologia da amostragem e análise das acículas da Araucária angustifolia (Bert) O. Ktze. 1. Influência da idade das acículas. Floresta, Curitiba, 1976. (Em fase de publicação).
22. SCHILICHTING, E. & BLUME, H.P. Bodekundliches Praktikum. Hamburg, P. Pare, 1966. 209 p.
23. SIMÕES, J.W. Efeitos da omissão de nutrientes na alimentação do pinheiro do Paraná, Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze. cultivado em vaso. Piracicaba, 1972. 101 f.
24. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of satatistics with special reference to the biological sciences. New York, McCraw Hill, 1960. 481 p.

25. TACON, F. le & TOUNTAIN, F. Variations saisonnières et stationnelles de la teneur en éléments minéraux de feuilles de hêtre (*Fagus sylvatica*), dans l'Est de la France. Ann. Sci. For., 30(1): 1973.
26. TAMM, K.O. Seasonal variation in composition of Birch leaves. Physiol. Plant., 4: 461-9, 1951.
27. _____ Seasonal variation in the nutrient content conifer needles. Medd. f. Statens Skogsforskningsinst., 45(5/6), 1955.
28. TEW, R. K. Seasonal variation in the nutrient content of Aspen foliage. J. Wildlife Mgmt., 34(2): 475-8, 1970.
29. TOUZET, G.; HEINRICH, J.C. & NOHN, I. Foliar analysis and growth rate. In: ASSOCIATION FORÊT-CELLULOSE. Compte rendu d'activité, 1969. Pa. 1970. p. 15-57.
30. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ- SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, CENTRO DE PESQUISAS FLORESTAIS. Estudo das alternativas técnicas econômicas e sociais do setor florestal do Paraná; subprograma "matéria-prima". Curitiba, 1974. 339 p. "Convênio Sudesul, Governo do Estado, IBDF.
31. WELZ, Chemische Interferenzen. In: Atom-Absorptionsspektroskopie. Weinheim, Chemie, 1972. p. 77-82.
32. WHITE, D.P. Variation in the N, P and K contents of Pine needles with season, crown position and sample treatments. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 18(3): 326-30, 1954.
33. ZÖTTL, H. W. Diagnosis of nutritional disturbances in forest stands Separata de "International symposium on forest fertilization, Paris, 1973". Paris, Ministère de l'Agriculture, 1973.
34. _____ & TSCHINKEL, H. Nutrición y fertilization forestal: una guía practica. Medellin, Universidad Nacional de Colombia, Dep. Recursos Forestales, 1971. 111 p.

QUADRO X - Teores de N(% do peso seco) das quatro repetições por verticilo, idade da árvore e meses de coleta em A. angustifolia

	JUN	AGO	SET	OUT	DEZ	FEV	MAR	ABR	MAI
A	1.640	1.550	1.410	1.570	1.590	1.320	1.650	1.710	1.640
	1.590	1.540	1.500	1.480	1.750	1.420	1.610	1.610	1.600
	1.750	1.770	1.640	1.740	1.750	1.650	1.610	1.600	1.630
	1.290	1.210	1.740	1.250	1.820	1.700	1.670	1.710	1.660
	1.450	1.640	1.640	1.330	1.720	1.470	1.670	1.670	1.660
B	1.200	1.450	1.230	1.400	1.220	1.110	1.300	1.430	1.410
	1.540	1.500	1.340	1.530	1.520	1.250	1.460	1.510	1.610
	1.840	1.600	1.330	1.640	1.850	1.560	1.660	1.710	2.010
	1.690	1.670	1.420	1.490	1.650	1.580	1.540	1.640	1.590
C	1.570	1.540	1.430	1.400	1.620	1.540	1.470	1.290	1.540
	1.920	1.650	1.720	1.750	1.690	1.610	1.620	1.700	1.820
	1.830	1.970	1.540	1.650	1.820	1.680	1.850	1.920	1.750
D	1.390	1.510	1.340	1.630	1.360	1.400	1.520	1.550	1.590
	1.510	1.650	1.340	1.430	1.150	1.390	1.440	1.370	1.500
	1.600	1.500	1.400	1.540	1.490	1.250	1.610	1.590	1.530
	1.670	1.720	1.690	1.690	1.780	1.330	1.770	1.740	1.810

A-3º verticilo - 18 anos

B-3º verticilo - 25 anos

C-4º verticilo - 18 anos

D-4º verticilo - 25 anos

QUADRO XI - Quadro geral da análise de variância para os dados reais de N(% de peso seco) em arículas de A.angustifolia

FCNTE DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	
IDADE	1.	0.79657	0.79657	29.5191	**
POSICAO	1.	0.04878	0.04878	1.8076	
EPOCA	8.	0.68576	0.08572	3.1765	**
IDADE X EPOCA	8.	0.13916	0.01739	0.6446	2
IDADE X POSICAO	1.	0.02479	0.02479	0.9187	
EPOCA X POSICAO	8.	0.04542	0.00567	0.2104	
IDADE X EPOCA X POSICAO	8.	0.11423	0.01427	0.5291	
TRATAMENTOS	35.	1.85473	0.05299	1.9637	**
RESIDUO	108.	2.91446	0.02698		
TOTAL	143.	4.76920			

COEFICIENTE DE VARIACAO =	10.49811				
B =	45.179741				

QUADRO XII - Teores de P(% do peso seco) das quatro repetições por verticilo, idade da árvore e meses de coleta em A. angustifolia.

		<u>MESES</u>								
		JUN.	AGO	SET	OUT	DEZ	FEV	MAR	ABR	MAI
A	{	0.132	C.124	0.086	0.120	0.160	0.159	0.129	0.155	0.141
		0.144	C.133	0.122	0.126	0.135	0.167	0.125	0.154	0.146
		0.126	C.110	0.123	0.123	0.158	0.151	0.111	0.141	0.127
		0.156	C.121	0.129	0.131	0.206	0.194	0.171	0.175	0.156
B	{	0.123	C.110	0.116	0.109	0.113	0.129	0.138	0.113	0.136
		0.134	C.129	0.113	0.124	0.140	0.161	0.122	0.145	0.144
		0.138	C.125	0.116	0.117	0.180	0.152	0.116	0.142	0.135
		0.147	C.138	0.125	0.145	0.227	0.195	0.180	0.185	0.175
C	{	0.127	C.118	0.111	0.123	0.172	0.150	0.108	0.141	0.130
		0.141	C.123	0.118	0.120	0.169	0.161	0.123	0.154	0.145
		0.127	C.100	0.123	0.123	0.152	0.145	0.116	0.127	0.130
		0.152	C.124	0.126	0.134	0.191	0.179	0.166	0.174	0.164
D	{	0.150	C.119	0.116	0.123	0.117	0.125	0.131	0.140	0.133
		0.131	C.120	0.107	0.127	0.166	0.160	0.129	0.140	0.143
		0.138	C.127	0.111	0.124	0.165	0.160	0.121	0.146	0.146
		0.167	C.130	0.126	0.134	0.176	0.164	0.140	0.178	0.154

A-3º verticilo - 18 anos

B-3º verticilo - 25 anos

C-4º verticilo - 18 anos

D-4º verticilo - 25 anos

QUADRO XIII - Quadro geral da análise de variância para os dados reais de P(% do peso seco) em arículas de A.angustifolia

FCNTE DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	
IDADE	1.	0.00004	0.00004	0.1396	
POSICAO	1.	0.00023	0.00023	0.6775	
EPOCA	8.	0.03827	0.00478	13.9311	**
IDADE X EPOCA	8.	0.00124	0.00015	0.4521	0.1
IDADE X POSICAO	1.	0.00004	0.00004	0.1195	
EPOCA X POSICAO	8.	0.00062	0.00007	0.2262	
IDADE X EPOCA X POSICAO	8.	0.00040	0.00005	0.1458	
TRATAMENTOS	35.	0.04086	0.00116	3.3994	**
RESIDUO	108.	0.03709	0.00034		
TOTAL	143.	0.07795			
COEFICIENTE DE VARIACAO = 13.26029					
P = 57.670134					

QUADRO XIV - Teores de P (% do peso seco-transformados em logarítmos) das quatro repetições por verticilo, idade da árvore e meses de coleta em A.angustifolia.

		<u>MESES</u>								
		JUN	AGO	SET	OUT	DEZ	FEV	MAR	ABR	MAI
A	{	-2.024	-2.087	-2.453	-2.120	-1.832	-1.838	-2.047	-1.864	-1.958
		-1.937	-2.017	-2.103	-2.071	-1.687	-1.789	-2.079	-1.870	-1.924
		-2.071	-2.207	-2.095	-2.095	-1.845	-1.890	-2.198	-1.958	-2.063
		-1.857	-2.111	-2.047	-2.032	-1.579	-1.639	-1.766	-1.742	-1.857
B	{	-2.095	-2.207	-2.154	-2.216	-2.180	-2.047	-1.980	-2.180	-1.995
		-2.009	-2.047	-2.180	-2.087	-1.966	-1.826	-2.103	-1.931	-1.937
		-1.990	-2.079	-2.154	-2.145	-1.714	-1.883	-2.154	-1.951	-2.002
		-1.917	-1.980	-2.079	-1.931	-1.482	-1.634	-1.714	-1.687	-1.742
C	{	-2.063	-2.137	-2.198	-2.095	-1.760	-1.897	-2.225	-1.958	-2.040
		-1.958	-2.095	-2.137	-2.120	-1.777	-1.826	-2.095	-1.870	-1.931
		-2.063	-2.302	-2.095	-2.095	-1.883	-1.931	-2.154	-2.063	-2.040
		-1.883	-2.087	-2.071	-2.009	-1.655	-1.720	-1.795	-1.748	-1.807
D	{	-1.897	-2.128	-2.154	-2.095	-2.145	-2.079	-2.032	-1.966	-2.017
		-2.032	-2.120	-2.234	-2.063	-1.795	-1.832	-2.047	-1.966	-1.944
		-1.980	-2.063	-2.198	-2.087	-1.801	-1.832	-2.111	-1.924	-1.924
		-1.789	-2.040	-2.071	-2.009	-1.737	-1.807	-1.966	-1.725	-1.870

A-3º verticilo - 18 anos

B-3º verticilo - 25 anos

C-4º verticilo - 18 anos

D-4º verticilo - 25 anos

QUADRO XV - Quadro geral da análise de variância para os dados de P (% do peso seco, transformados em logarítmos)
em arículas de A. angustifolia

FCNTE DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	
IDADE	1.	0.00183	0.00183	0.1154	
POSICAO	1.	0.00615	0.00615	0.3879	
EPOCA	8.	1.85999	0.23249	14.6577	**
IDADE X EPOCA	8.	0.06973	0.00871	0.5495	
IDADE X POSICAO	1.	0.00351	0.00351	0.2218	
EPOCA X POSICAO	8.	0.02538	0.00317	0.2000	
IDADE X EPOCA X POSICAO	8.	0.02259	0.00282	0.1780	
TRATAMENTOS	35.	1.98920	0.05683	3.5830	**
RESIDUO	108.	1.71308	0.01586		
TOTAL	143.	3.70229			

COEFICIENTE DE VARIACAO = -6.35766
S = 47.077668

QUADRO XVI - Teores de K (% do peso seco) das quatro repetições por verticilo, idade da árvore e meses de coleta em A. angustifolia.

		<u>MESES</u>								
		JUN	AGO	SET	OUT	DEZ	FEV	MAR	ABR	MAI
A	{	1.080	1.110	1.000	1.940	1.230	1.420	1.590	1.430	1.110
		1.270	1.180	1.000	1.070	1.500	1.540	1.460	1.420	1.170
		1.020	1.110	0.920	0.930	1.260	1.330	1.370	1.330	1.140
		1.400	1.370	1.230	1.250	1.740	1.880	2.070	1.830	1.850
B	{	0.720	0.770	0.680	0.680	0.750	0.970	1.180	1.070	0.870
		0.920	0.900	0.890	0.940	1.070	1.590	1.450	1.400	1.220
		1.120	1.090	1.180	1.080	1.450	1.440	1.370	1.420	1.350
		1.090	1.340	1.150	1.310	1.700	1.990	1.800	1.900	1.780
C	{	0.860	1.020	0.880	1.060	1.220	1.380	1.310	1.360	0.960
		1.150	1.050	0.940	0.930	1.380	1.380	1.410	1.350	1.370
		1.060	0.940	0.940	0.970	1.150	1.310	1.300	1.080	1.250
		1.510	1.390	1.330	1.380	1.510	2.030	1.980	1.550	1.710
D	{	0.720	0.770	0.720	0.720	0.820	0.880	0.960	1.150	0.780
		0.970	0.780	0.900	0.990	1.270	1.440	1.460	1.300	1.230
		1.050	1.150	1.270	1.120	1.330	1.510	1.490	1.210	1.380
		1.220	0.990	1.120	1.180	1.410	1.520	1.650	1.860	1.450

A-3º verticilo - 18 anos

B-3º verticilo - 25 anos

C-4º verticilo - 18 anos

D -4º verticilo- 25 anos

QUADRO XVII - Quadro geral da análise de variância para os dados reais de K(% do peso seco) em arículas de A.angustifolia

FCNTE DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	
IDADE	1.	0.50766	0.50766	6.6345	*
POSICAO	1.	0.17431	0.17431	2.2781	
EPOCA	8.	4.62650	0.57831	7.5578	**
IDADE X EPOCA	8.	0.14698	0.01837	0.2401	6
IDADE X POSICAO	1.	0.01154	0.01154	0.1508	
EPCCA X POSICAO	8.	0.06081	0.00760	0.0993	
IDADE X EPOCA X POSICAO	8.	0.09216	0.01152	0.1505	
TRATAMENTOS	35.	5.62000	0.16057	2.0984	**
RESIDUO	108.	8.26397	0.07651		
TOTAL	143.	13.88397			

COEFICIENTE DE VARIACAO = 22.20974					
B = 17.247421					

QUADRO XVIII - Teores de Ca (% do peso seco) das quatro repetições, por verticilo, idade da árvore e meses de coleta em A. angustifolia.

		<u>MESES</u>								
		JUN	AGO	SET	OUT	DEZ	FEV	MAR	ABR	MAI
A	{	0.480	0.620	0.470	0.580	0.580	0.580	0.480	0.440	0.370
		0.290	0.490	0.460	0.450	0.360	0.320	0.310	0.310	0.340
		0.480	0.370	0.470	0.240	0.310	0.330	0.250	0.330	0.370
		0.380	0.390	0.440	0.380	0.310	0.260	0.250	0.340	0.270
B	{	0.340	0.520	0.330	0.440	0.340	0.340	0.460	0.400	0.310
		0.230	0.420	0.310	0.270	0.310	0.370	0.310	0.280	0.310
		0.440	0.440	0.490	0.580	0.530	0.410	0.380	0.430	0.470
		0.290	0.190	0.330	0.180	0.280	0.160	0.250	0.160	0.300
C	{	0.570	0.490	0.410	0.520	0.480	0.540	0.580	0.620	0.470
		0.360	0.400	0.480	0.470	0.370	0.410	0.340	0.340	0.340
		0.290	0.430	0.350	0.250	0.310	0.350	0.370	0.310	0.440
		0.390	0.440	0.490	0.430	0.420	0.340	0.330	0.340	0.330
D	{	0.400	0.480	0.400	0.460	0.290	0.320	0.400	0.370	0.340
		0.300	0.440	0.330	0.280	0.340	0.370	0.390	0.400	0.340
		0.430	0.500	0.560	0.500	0.580	0.560	0.620	0.500	0.470
		0.230	0.160	0.410	0.250	0.240	0.250	0.340	0.220	0.340

A-3ª verticilo - 18 anos

B-3ª verticilo - 25 anos

C-4ª verticilo - 18 anos

D-4ª verticilo - 25 anos

QUADRO XIX - Quadro geral da análise de variância para os dados reais de Ca (% do peso seco) em arículas de
A. angustifolia

FCNTE DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
IDADE	1.	0.04236	0.04236	3.4666
POSICAO	1.	0.02586	0.02586	2.1166
EPOCA	8.	0.07027	0.00878	0.7187
IDADE X EPOCA	8.	0.03008	0.00376	0.3077
IDADE X POSICAO	1.	0.00194	0.00194	0.1595
EPOCA X POSICAO	8.	0.03173	0.00396	0.3246
IDADE X EPOCA X POSICAO	8.	0.00870	0.00108	0.0890
TRATAMENTOS	35.	0.21099	0.00602	0.4932
RESIDUO	108.	1.31992	0.01222	
TOTAL	143.	1.53091		

COEFICIENTE DE VARIACAO = 28.77163
 B = 27.109494

QUADRO XX - Teores de Mg (% do peso seco) das quatro repetições por verticilo, idade da árvore e meses de coleta em A.angustifolia

		<u>MESES</u>								
		JUN	AGO	SET	OUT	DEZ	FEV	MAR	ABR	MAI
A	{	0.220	0.240	0.230	0.280	0.280	0.270	0.270	0.260	0.250
		0.110	0.120	0.130	0.150	0.160	0.150	0.140	0.160	0.170
		0.120	0.140	0.170	0.140	0.160	0.160	0.160	0.170	0.160
		0.160	0.130	0.160	0.170	0.170	0.160	0.180	0.180	0.190
		0.140	0.140	0.170	0.150	0.160	0.190	0.190	0.200	0.170
B	{	0.160	0.190	0.170	0.180	0.200	0.250	0.210	0.210	0.240
		0.210	0.210	0.210	0.230	0.240	0.200	0.200	0.250	0.260
		0.160	0.150	0.170	0.170	0.200	0.190	0.210	0.190	0.190
		0.220	0.260	0.240	0.270	0.220	0.260	0.300	0.290	0.260
		0.140	0.150	0.150	0.160	0.150	0.170	0.170	0.160	0.180
C	{	0.150	0.130	0.140	0.140	0.150	0.160	0.170	0.130	0.190
		0.180	0.170	0.200	0.180	0.180	0.190	0.200	0.180	0.220
		0.150	0.140	0.190	0.150	0.170	0.190	0.180	0.190	0.170
		0.190	0.170	0.210	0.210	0.200	0.230	0.250	0.250	0.250
		0.180	0.240	0.240	0.250	0.250	0.260	0.170	0.240	0.300
D	{	0.120	0.110	0.220	0.190	0.190	0.170	0.250	0.190	0.170

A - 39 verticilo - 18 anos

B - 39 verticilo - 25 anos

C - 49 verticilo - 18 anos

D - 49 verticilo - 25 anos

QUADRO XXI - Quadro geral da análise de variância para os dados reais de Mg(% do peso seco) em arículos de
A. angustifolia

FCNTE DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
IDADE	1.	0.00575	0.00575	2.8618
POSICAO	1.	0.00258	0.00258	1.2860
EPOCA	8.	0.03327	0.00415	2.0697 *
IDADE X EPOCA	8.	0.00240	0.00030	0.1496
IDADE X POSICAO	1.	0.00003	0.00003	0.0168
EPOCA X POSICAO	8.	0.00242	0.00030	0.1506
IDADE X EPOCA X POSICAO	8.	0.00312	0.00039	0.1942
TRATAMENTOS	35.	0.04959	0.00141	0.7050
RESIDUO	108.	0.21702	0.00200	
TOTAL	143.	0.26661		

COEFICIENTE DE VARIACAO =	23.49885			
B =	22.749575			

QUADRO XXII - Teores de Fe (ppm do peso seco) das quatro repetições por verticilo, idade da árvore e meses de coleta em A.angustifolia

		<u>MESES</u>								
		JUN	AGO	SET	OUT	DEZ	FEV	MAR	ABR	MAI
A	{	93.000	88.000	89.000	64.000	34.000	78.000	12.000	12.000	49.000
		81.000	118.000	100.000	91.000	67.000	64.000	50.000	12.000	111.000
		65.000	81.000	121.000	73.000	73.000	86.000	56.000	35.000	70.000
		69.000	95.000	104.000	97.000	62.000	83.000	25.000	53.000	70.000
B	{	65.000	98.000	68.000	73.000	40.000	78.000	62.000	12.000	49.000
		66.000	78.000	85.000	94.000	52.000	59.000	50.000	25.000	49.000
		62.000	72.000	70.000	88.000	34.000	39.000	37.000	12.000	36.000
		65.000	79.000	55.000	90.000	49.000	84.000	50.000	12.000	52.000
C	{	79.000	98.000	76.000	65.000	45.000	83.000	56.000	51.000	51.000
		74.000	92.000	109.000	76.000	65.000	72.000	87.000	25.000	49.000
		64.000	83.000	88.000	83.000	59.000	74.000	25.000	25.000	70.000
		64.000	104.000	145.000	97.000	89.000	112.000	74.000	53.000	65.000
D	{	66.000	113.000	73.000	91.000	54.000	67.000	81.000	12.000	53.000
		62.000	81.000	86.000	73.000	29.000	54.000	62.000	51.000	49.000
		59.000	66.000	71.000	82.000	40.000	44.000	37.000	25.000	40.000
		82.000	104.000	73.000	83.000	59.000	81.000	37.000	13.000	53.000

A - 3º verticilo - 18 anos

B - 3º verticilo - 25 anos

C - 4º verticilo - 18 anos

D - 4º verticilo - 25 anos

QUADRO XXIII - Quadro geral da análise de variância para os dados reais de Fe (p/m do peso seco) em arículas de
A. angustifolia

FCNTE DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	
IDADE	1.	5172.00635	5172.00635	21.4431	**
POSICAO	1.	315.06250	315.06250	1.3062	
EPOCA	8.	55445.62504	6930.70313	28.7346	**
IDADE X EPOCA	8.	4067.43115	508.42889	2.1079	* 75
IDADE X POSICAO	1.	3.06250	3.06250	0.0126	
EPOCA X POSICAO	8.	1382.87500	172.85937	0.7166	
IDADE X EPOCA X POSICAO	8.	1121.62500	140.20312	0.5812	
TRATAMENTOS	35.	67507.68759	1928.79107	7.9967	**
RESIDUC	108.	26049.25002	241.19675		
TOTAL	143.	93556.93756			

COEFICIENTE DE VARIACAO = 23.65802					
B = 42.152297					

QUADRO XXIV - Quadro da análise de variância desdobrada para as interações Idade x Época

24.1

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
(Época dentro dos anos)	(16)	59.513,06	-	-
(Época dentro dos anos 18)	(8)	31.347,62	3918,4525	16,24**
(Época dentro dos anos 25)	(8)	28.165,44	3520,6800	14,59**

24.2

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	S.Q. = Q.M.	F
(ANOS DENTRO ÉPOCA)	(9)	(9239,4374)	-
ANOS DENTRO JUNHO	1	240,25	0,99
ANOS DENTRO AGOSTO	1	289,00	1,19
ANOS DENTRO SETEMBRO	1	3937,56	16,32**
ANOS DENTRO OUTUBRO	1	49,00	0,20
ANOS DENTRO FEVEREIRO	1	1173,06	4,86
ANOS DENTRO MARÇO	1	60,06	0,24
ANOS DENTRO ABRIL	1	676,00	2,80
ANOS DENTRO MAIO	1	1482,00	6,14*
RESÍDUO	108	241,20	

QUADRO XXV - Teores de Mn (ppm do peso seco) das quatro repetições por verticilo, idade da árvore e meses de coleta em A. angustifolia.

		<u>MESES</u>								
		JUN	AGO	SET	OUT	DEZ	FEV	MAR	ABR	MAI
A	{	540.000	271.000	265.000	320.000	365.000	334.000	239.000	272.000	260.000
		89.000	112.000	116.000	132.000	118.000	100.000	112.000	122.000	170.000
		234.000	274.000	420.000	262.000	257.000	297.000	257.000	331.000	282.000
		254.000	222.000	247.000	227.000	199.000	186.000	194.000	200.000	226.000
B	{	1482.000	1730.000	1360.000	1820.000	1591.000	1723.000	1902.000	1867.000	1684.000
		992.000	1330.000	816.000	1106.000	1314.000	1167.000	1027.000	1085.000	1331.000
		511.000	518.000	458.000	693.000	510.000	449.000	397.000	513.000	500.000
		447.000	349.000	440.000	418.000	452.000	334.000	492.000	370.000	260.000
C	{	255.000	250.000	236.000	276.000	257.000	267.000	303.000	287.000	260.000
		105.000	128.000	136.000	140.000	116.000	121.000	114.000	128.000	130.000
		263.000	280.000	287.000	258.000	266.000	281.000	337.000	294.000	395.000
		287.000	256.000	270.000	292.000	266.000	224.000	245.000	250.000	268.000
D	{	1656.000	1690.000	1708.000	2069.000	1552.000	1824.000	1857.000	1630.000	1915.000
		1126.000	1392.000	1053.000	1180.000	1028.000	1245.000	1273.000	1485.000	1290.000
		492.000	533.000	612.000	617.000	537.000	536.000	575.000	581.000	570.000
		379.000	371.000	589.000	438.000	417.000	373.000	498.000	356.000	340.000

A - 3º verticilo - 18 anos

B - 3º verticilo - 25 anos

C - 4º verticilo - 18 anos

D - 4º verticilo - 25 anos

QUADRC XXVI - Quadro geral da análise de variância fora dos dados reais de Mn (ppm do peso seco)
em arículas de A. angustifolia

FCNTE DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
IDADE	1.	18915975.57812	18915975.57812	95.2024
POSICAO	1.	39039.21878	39039.21878	0.1964
EPOCA	8.	82154.78131	10269.34766	0.0516
IDADE X EPOCA	8.	118258.31256	14782.28907	0.0743
IDADE X POSICAO	1.	37603.75004	37603.75004	0.1892
EPOCA X POSICAO	8.	55214.34378	6901.79297	0.0347
IDADE X EPOCA X POSICAO	8.	60738.28128	7592.28516	0.0382
TRATAMENTOS	35.	19308984.27343	551685.26416	2.7765
RESIDJC	108.	21458738.77343	198692.02563	
TCTAL	143.	40767723.03125		

COEFICIENTE DE VARIACAO = 74.41291
B = 130.128394

QUADRO XXVII - Teores de Mn (ppm do peso seco, transformados em logaritmos) das quatro repetições por verticilo, idade da árvore e meses da coleta em A.angustifolia

		<u>MESES</u>								
		JUN	AGO	SET	OUT	DEZ	FEV	MAR	ABR	MAI
A	{	6.291	5.602	5.579	5.768	5.899	5.811	5.476	5.605	5.560
		4.488	4.718	4.753	4.882	4.770	4.605	4.718	4.804	5.135
		5.455	5.613	6.040	5.568	5.549	5.693	5.549	5.802	5.641
		5.537	5.402	5.509	5.424	5.293	5.225	5.267	5.298	5.420
		7.301	7.455	7.215	7.506	7.372	7.451	7.550	7.532	7.428
B	{	6.899	7.192	6.704	7.008	7.180	7.062	6.934	6.989	7.193
		6.236	6.249	6.126	6.541	6.234	6.107	5.983	6.240	6.214
		6.102	5.855	6.086	6.035	6.113	5.811	6.198	5.913	5.560
		5.541	5.521	5.463	5.620	5.549	5.587	5.713	5.659	5.560
		4.653	4.852	4.912	4.941	4.753	4.795	4.736	4.852	4.867
C	{	5.572	5.634	5.659	5.552	5.583	5.638	5.820	5.683	5.978
		5.659	5.545	5.598	5.676	5.583	5.411	5.501	5.521	5.590
		7.412	7.432	7.443	7.634	7.347	7.508	7.526	7.396	7.557
		7.026	7.238	6.959	7.073	6.935	7.126	7.149	7.303	7.162
		6.198	6.278	6.416	6.424	6.285	6.284	6.354	6.364	6.345
D	{	5.937	5.916	6.378	6.082	6.033	5.921	6.210	5.874	5.828

A-3º verticilo - 18 anos

B-3º verticilo - 25 anos

C - 4º verticilo - 18 anos

D - 4º verticilo - 25 anos

QUADRO XVIII - Quadro geral da análise de variância fora os dados de Mn (ppm do peso seco, transformados em logarítmos) em arículas de A.angustifolia.

FONTE DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
IDADE	1.	60.58248	60.58248	179.2932
POSICAO	1.	0.10089	0.10089	0.2985
EPOCA	8.	0.11962	0.01495	0.0442
IDADE X EPOCA	8.	0.13751	0.01718	0.0508
IDADE X POSICAO	1.	0.02101	0.02101	0.0621
EPOCA X POSICAO	8.	0.14012	0.01751	0.0518
IDADE X EPOCA X POSICAO	8.	0.11318	0.01414	0.0418
TRATAMENTOS	35.	61.21483	1.74899	5.1761
RESIDUC	108.	36.49278	0.33789	
TOTAL	143.	97.70761		

COEFICIENTE DE VARIACAO =	9.61552			
B =	16.503943			

QUADRO XIX - Teores de A(ppm do peso seco) das quatro repetições por verticilo, idade da árvore e meses de coleta em A.angustifolia.

		<u>MESES</u>								
		JUN	AGO	SET	OUT	DEZ	FEV	MAR	ABR	MAI
A	{	102.500	138.000	129.500	96.300	78.110	68.310	46.630	54.890	77.990
		131.800	182.400	171.700	126.480	81.550	58.360	46.070	36.680	89.870
		56.600	114.300	137.800	101.990	98.770	79.400	57.930	78.890	95.210
		34.000	142.500	174.600	129.190	67.140	81.270	56.670	70.500	84.120
B	{	69.900	121.300	113.720	118.110	82.380	92.850	64.070	48.950	74.850
		76.000	104.500	151.200	134.400	88.840	74.460	60.380	56.760	73.740
		76.300	101.800	124.800	120.590	68.730	65.650	54.990	64.620	58.700
		82.800	114.600	128.900	108.340	53.400	69.220	66.520	61.730	77.930
C	{	95.200	122.300	108.000	95.210	67.100	72.260	53.700	74.140	77.380
		72.300	144.900	172.500	108.340	84.090	67.110	60.220	62.080	65.440
		65.500	129.600	141.700	107.470	68.100	67.370	62.020	65.430	93.640
		33.700	160.800	271.800	128.430	57.460	93.210	52.290	71.700	81.990
D	{	80.700	172.600	117.260	136.000	96.640	103.140	79.050	53.590	81.220
		77.600	131.100	141.100	98.360	77.880	63.110	65.020	65.750	73.520
		31.900	80.100	119.500	96.890	75.300	50.450	44.180	74.430	59.740
		100.100	147.500	113.630	98.370	88.750	78.290	59.130	65.720	67.420

A-3º verticilo - 18 anos

B-3º verticilo - 25 anos

C - 4º verticilo-18 anos

D - 4º verticilo-25 anos

QUADRO XXX - Quadro geral da análise de variância para os dados de AL(ppm do peso seco) das quatro repetições por verticilo, idade da árvore e meses de coleta em A.angustifolia

FCNTE DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
IDADE	1.	1746.10742	1746.10742	3.9733 **
POSICAO	1.	39.60546	39.60546	0.0901
EPOCA	8.	124911.21493	15613.90186	35.5298 **
IDADE X EPOCA	8.	6292.34180	786.54272	1.7897
IDADE X POSICAO	1.	12.52148	12.52148	0.0284
EPOCA X POSICAO	8.	1450.52929	181.31616	0.4125
IDADE X EPOCA X POSICAO	8.	1926.62890	240.82861	0.5480
TRATAMENTOS	35.	136378.94940	3896.54140	8.8666 **
RESIDUO	108.	47461.58403	439.45911	
TOTAL	143.	183840.53332		

COEFICIENTE DE VARIACAO = 23.14329
B = 86.159978

QUADRO XXXI - Peso de cem arículas (em gramas) das quatro repetições por verticilo, idade da árvore e meses de coleta em A.angustifolia

		<u>MESES</u>								
		JUN	AGO	SET	OUT	DEZ	FEV	MAR	ABR	MAI
A	{	3.129	3.480	4.955	4.231	2.841	2.275	2.667	2.292	2.108
		3.179	2.138	4.998	2.941	2.308	1.755	2.157	1.608	1.664
		2.718	3.529	3.221	2.592	2.409	1.083	2.560	2.576	1.945
		2.550	2.723	4.513	3.331	2.135	1.832	1.955	1.841	1.902
		1.950	3.941	2.353	2.370	2.900	2.104	2.845	2.061	2.072
B	{	1.748	2.443	2.083	2.003	1.936	2.073	2.431	1.717	1.608
		2.320	2.694	4.121	2.545	2.116	2.117	2.756	2.373	2.110
		2.372	5.149	4.807	3.295	3.047	1.939	2.425	2.130	2.673
C	{	1.893	3.239	4.240	3.376	2.263	2.138	2.739	2.013	2.259
		2.290	3.452	4.081	3.351	1.888	1.972	2.034	1.910	1.477
		2.511	2.652	4.933	2.433	1.539	2.091	2.233	1.618	1.755
		2.385	2.873	3.732	2.646	1.541	1.494	2.295	1.743	1.544
D	{	2.031	2.020	2.562	2.104	2.130	2.113	2.438	2.062	1.098
		1.929	2.473	3.279	2.105	2.139	2.131	2.288	2.080	1.495
		2.087	2.813	3.934	2.473	2.006	2.611	2.796	2.609	2.105
		2.001	3.342	2.747	3.057	2.597	2.577	2.238	2.113	1.759

A-3º verticilo-18 anos

B-3º verticilo-25 anos

C-4º verticilo-18 anos

D-4º verticilo -25 anos

QUADRO XXXII - Quadro geral da análise de variância para os dados do peso de cem arículas (em gramas) das quatro repetições por verticilo, idade da árvore e meses de coleta em A. angustifolia

FORTE DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
IDADE	1.	0.66767	0.66767	2.6943
POSICAO	1.	1.73212	1.73212	6.9899
EPOCA	8.	49.56768	6.19596	25.0038
IDADE X EPOCA	8.	7.92073	0.99009	3.9955
IDADE X POSICAO	1.	0.01033	0.01033	0.0417
EPOCA X POSICAO	8.	1.74272	0.21784	0.8790
IDADE X EPOCA X POSICAO	8.	1.29812	0.16226	0.6548
TRATAMENTOS	35.	62.93941	1.79826	7.2569
RESIDUO	108.	26.76247	0.24780	
TOTAL	143.	89.70188		

COEFICIENTE DE VARIACAO = 19.81589
B = 64.695014

QUADRO XXXIII - Peso de cem arículas (em gramas, transformadas em logarítmos) das quatro repetições por verticilo, idade da árvore e mês de coleta em A.angustifolia.

		<u>MESES</u>								
		JUN	AGO	SET	OUT	DEZ	FEV	MAR	ABR	MAI
A	{	1.140	1.247	1.600	1.442	1.044	0.821	0.980	0.829	0.745
		1.156	1.143	1.609	1.078	0.836	0.562	0.768	0.474	0.509
		0.999	1.261	1.169	0.952	0.879	0.079	0.940	0.946	0.665
		0.936	1.001	1.506	1.203	0.758	0.605	0.670	0.610	0.642
		0.667	1.371	0.855	0.862	1.064	0.743	1.045	0.723	0.728
B	{	0.558	0.893	0.733	0.694	0.660	0.728	0.888	0.540	0.474
		0.841	0.991	1.416	0.934	0.749	0.749	1.013	0.864	0.746
		0.863	1.638	1.570	1.192	1.114	0.662	0.885	0.756	0.983
		0.638	1.175	1.444	1.216	0.816	0.759	1.007	0.699	0.814
		0.828	1.238	1.406	1.209	0.635	0.679	0.710	0.647	0.390
C	{	0.920	0.975	1.595	0.889	0.431	0.737	0.803	0.481	0.562
		0.869	1.055	1.316	0.973	0.432	0.401	0.830	0.555	0.434
		0.708	0.703	0.940	0.743	0.756	0.748	0.891	0.723	0.093
		0.657	0.905	1.187	0.744	0.760	0.756	0.827	0.732	0.402
		0.735	1.034	1.369	0.905	0.696	0.959	1.028	0.958	0.744
D	{	0.693	1.206	1.010	1.117	0.954	0.946	0.805	0.748	0.564

A-3º verticilo-18 anos

B-3º verticilo - 25 anos

C-4º verticilo-18 anos

D-4º verticilo-25 anos

QUADRO XXIV - Quadro geral da análise de variância para os dados do peso de cem arículas (em gramas) das quatro repetições por verticilo, idade da árvore e meses de coleta em A.angustifolia

FONT E DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	
IDADE	1.	0.04110	0.04110	1.2262	
POSICAO	1.	0.22452	0.22452	6.6981	*
EPOCA	8.	6.51690	0.81461	24.3025	**
IDADE X EPOCA	8.	1.06001	0.13250	3.9529	98
IDADE X POSICAO	1.	0.00431	0.00431	0.1287	
EPOCA X POSICAO	8.	0.35142	0.04392	1.3105	
IDADE X EPOCA X POSICAO	8.	0.20192	0.02524	0.7530	
TRATAMENTOS	35.	8.40020	0.24000	7.1601	**
RESIDUO	108.	3.62013	0.03351		
TOTAL	143.	12.02034			

COEFICIENTE DE VARIACAO = 20.86116
 S = 42.280002