

# Teor e Redistribuição de Nutrientes nas Folhas e nos Galhos em um Povoamento de *Acacia mearnsii* de Wild. (Acácia-negra)

---

*Marcos Vinicius Winckler Caldeira*<sup>1</sup>

*Mauro Valdir Schumacher*<sup>2</sup>

*Loiva Maria Rodrigues*<sup>3</sup>

## RESUMO

A senescência e a abscisão das folhas e dos galhos são mecanismos através dos quais as árvores reciclam os nutrientes tanto através do ciclo bioquímico, como biogeoquímico. Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo avaliar, através da análise de folhas e galhos, a redistribuição de nutrientes entre as folhas e galhos não decíduos das árvores e as folhas e os galhos decíduos coletados nos coletores e subparcelas de um povoamento de *Acacia mearnsii*, com três anos de idade, plantado no Estado Rio Grande do Sul, Brasil, em solos de baixa fertilidade. Dentre os nutrientes analisados, o N de um modo geral, foi o que teve maior teor nas folhas e galhos. Em ordem crescente, o Mg, K e P foram os nutrientes que mais redistribuíram e o N e o Ca o que menos redistribuíram nas folhas e nos galhos.

**Palavras-chave:** Ciclagem de nutrientes, ciclagem bioquímica, redistribuição e acácia-negra.

---

<sup>1</sup> Engenheiro Florestal, Doutorando em Ciências Florestais. Centro de Ciências Florestais e da Madeira/UFPR.

<sup>2</sup> Engenheiro Florestal, Doutor, Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais. Centro de Ciências Rurais/UFSM. schuma@ccr.ufsm.br

<sup>3</sup> Acadêmica do curso de Eng. Florestal. Centro de Ciências Rurais/UFSM.

# Nutrients Concentration and Retranslocation in the Leaves and Branches of *Acacia mearnsii* de Wild. (Acacia-negra) Stand

## ABSTRACT

The senescence and fall of the leaves and branches are mechanisms where the trees can recycle the nutrients by biochemical cycling and by biogeochemical cycling. The objective of this paper was to evaluate the nutrients retranslocation in the non-deciduous leaves and branches and also in the deciduous leaves and branches. The leaves and branches for analysis were collected in the subplots of *Acacia mearnsii* stand at the age of three years old. The stand is located in the Rio Grande do Sul State – Brazil – in low fertility soil. The nutrients analysis results showed that the N was the element which had highest concentration for both, leaves and branches. The most retranslocated nutrients were P, K and Mg respectively. The elements N and Ca showed the lowest retranslocation in the leaves and branches.

**Keywords:** Nutrients cycling, biochemical cycling, retranslocation, *Black Wattle Brazil*.

## 1. INTRODUÇÃO

A *Acacia mearnsii* De Wild. (1925) pertence à família Leguminosae subfamília Mimosoideae (Schulze-Menz, 1964; Burkart, 1987; Binkley & Giardina, 1997). Em função das controvérsias geradas em relação à taxonomia das leguminosas, as três subfamílias Mimosoideae, Caesalpinioideae, Faboideae ou Papilionoideae foram elevadas ao status de família como Mimosaceae, Caesalpiniaceae, Fabaceae ou Papilionaceae, pertencentes a Ordem Leuminales ou Fabales (Hutchinson, 1964; Cronquist, 1968).

Existe no gênero *Acacia* Mill., aproximadamente 1.200 espécies de árvores e arbustos perenifólios da família Mimosaceae, sendo o gênero mais numeroso desta família (New, 1984; Pedley, 1986; McWilliam, 1987; Marchiori, 1997; Binkley & Giardina, 1997). Das 1.200 espécies, mais de 800 são endêmicas da Austrália (Polhil & Raven, 1981; Yazaki et al., 1990; Razali & Mohd, 1993; Yazaki, 1997).

Acácia-negra é uma árvore de porte médio, inerme arbusto grande ou uma árvore pequena com ramos recorrentes, geralmente, atinge uma altura de 6 a 10 m (Marchiori, 1997). Segundo Boland et al (1989); Turnbull (1986); Franco et al. (1992) e Medrado & Carvalho (1998) pode atingir até 15 m de altura e conforme Carvalho (1994); Boland et al. (1984) e Camillo (1997) pode alcançar uma altura entre 20 a 25 m.

A espécie é originária do sudeste da Austrália, ocorre principalmente nas terras baixas, nas planícies costeiras e nos pequenos declives dos planaltos adjacentes perto de Sydney, New South Wales, Victoria, sul até o sudeste da Austrália Meridional e Tasmânia. Essa região de ocorrência fica situada entre latitude de 33° - 44° sul e longitude de 140° - 151° leste de Greenwich, em altitudes que variam desde o nível do mar até aproximadamente 900 a 1100 m s.n.m. (Sherry, 1971; Boland et Al., 1984; Turnbull, 1986; Searle, 1988; Boland et al., 1989; Yazaki et al., 1990; Yazaki, 1997). No Brasil, os plantios de acácia-negra estão em altitudes que variam de 5 a 1.000 m s.n.m. (Mantofel, 1991).

É uma espécie muito plantada na África do Sul e Central, América do Sul e do Norte, na região do Mediterrâneo e Ásia (Bleakley & Matheson, 1992). As características de cada plantação de *Acacia mearnsii* têm sido descritas e mapeadas por Booth & Jovanovic (1988).

O conhecimento sobre o teor, bem como a distribuição dos nutrientes nas árvores é fundamental para estabelecer estratégias de amostragem com a finalidade de estudar a nutrição, ciclagem e exportação (Caldeira, 1998).

Os teores de nutrientes na biomassa dependem de vários fatores, entre eles pragas e enfermidades, idade das árvores e das folhas, posição na copa, estação do ano, qualidade do sítio, procedência, variação conforme o elemento, características nutricionais de cada espécie, disponibilidade de nutrientes no solo, componente a ser analisado (Bellote, 1990; Caldeira, 1998; Magalhães; Blum, 1999). Além desses fatores, outra possível fonte de variação no teor de nutrientes pode ser também o tamanho das árvores (Baggio, 1994) e estágio sucessional da floresta (Boeger, 2000).

Dos fatores citados acima, que influenciam o teor de nutrientes na biomassa das árvores, dois merecem destaque: a idade das folhas e a espécie. A idade

das folhas afeta a distribuição dos nutrientes em função da redistribuição de determinados nutrientes móveis para outros órgãos como folhas novas, órgãos de reserva, frutos e regiões de crescimento, antes da abscisão (Campos, 1991). Isso é uma maneira pela qual a planta conserva parte dos nutrientes absorvidos (Miller, 1984). Em torno de 60 a 85% da maioria dos nutrientes podem ser conservados desta maneira, com exceção do B e do Ca por serem imóveis nas plantas (Malavolta, 1980).

Os teores de N, P e K são, freqüentemente, maiores nas folhas mais novas, ao contrário de elementos imóveis na planta, como Ca e Mg (Driessche, 1974; Bell; Ward, 1984). Conforme Magalhães & Blum (1999) os teores encontrados em folhas de diferentes idades fisiológicas, como nutrientes de maior mobilidade como N, K e P tendem a diminuir o seu teor na medida em que ocorre o envelhecimento das folhas. Isso foi observado tanto em coníferas como em folhosas (Fife & Nambiar, 1987). Porém, em sentido oposto, o Ca e o Fe apresentam maiores teores em folhas mais velhas.

A ciclagem bioquímica consiste na redistribuição de nutrientes dos tecidos velhos para os tecidos novos da planta. Esse ciclo é importante para a manutenção dos nutrientes de maior mobilidade no interior da planta, como é o caso do N, P, K e Mg, porém sendo de menor importância para Ca, S e micronutrientes poucos móveis ou imóveis (Malavolta & Malavolta, 1989; Vettorazzo et al., 1993; Marschner, 1997; Caldeira et al., 1999a; 1999b).

Normalmente, a redistribuição de nutrientes dos tecidos senescentes para os tecidos em formação constitui a principal forma de transferência de nutrientes interna na árvore (Gonçalves et al. 2000).

Comparações quantitativas entre nutrientes retidos na copa e aqueles contidos nas folhas ou galhos decíduos podem dar uma idéia sobre as estratégias predominantes de ciclagem em diferentes espécies florestais. Esses processos são extremamente importantes para compreender as formas de conservação de nutrientes e a adaptação das espécies em solos de baixa fertilidade (Poggiani, 1985; Jordan, 1985; Binkley, 1986; Lima, 1987).

O presente estudo teve por objetivo avaliar, através da análise de folhas e galhos, a redistribuição de nutrientes entre as folhas e galhos não decíduos das árvores e as folhas e os galhos decíduos coletados nos coletores e subparcelas

em *Acacia mearnsii*, com três anos de idade, estabelecida em Butiá, Rio Grande do Sul.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo foi realizado no município de Butiá, RS localizado na região fisionômica denominada Serra do Sudeste (Escudo Rio-Grandense) do Estado do Rio Grande do Sul, tendo as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 30° 07' 12" Sul e Longitude 51° 57' 45" Oeste de Greenwich e altitude de 35 m s.n.m. (Figura 1).



Fig. 1: Localização do município de Butiá.

Pelo sistema de classificação Koeppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical (Moreno, 1961). A temperatura média do mês mais quente (janeiro) é de 24°C; temperatura média do mês mais frio (julho) de 13°C e a temperatura média anual entre 18-19°C; a temperatura média das máximas no ano fica em torno de 24°C e a temperatura média das mínimas no ano de 14°C. A precipitação pluvial nos meses de janeiro e julho e a precipitação anual são, respectivamente, 120-140 mm, 120 mm e 1400 mm (IPAGRO, 1989).

O solo da região em estudo pertence à Unidade de Mapeamento São Jerônimo, classificado como Argissolo Vermelho Escuro (Embrapa, 1999; Streck et al., 1999) textura argilosa, relevo ondulado e substrato granito (Oliveira et al., 1992). Esta Unidade de Mapeamento, é formada na sua maior parte, por solos profundos, bem drenados, de coloração avermelhada, textura franco argilosa a argilosa com cascalhos, porosos e desenvolvimento a partir de granitos. Normalmente, são fortemente ácidos, com saturação e soma de bases baixas e com baixos teores de matéria orgânica (Embrapa, 1973).

Para o plantio, o preparo do solo foi realizado mediante uma gradagem na linha de plantio. Em relação aos tratos culturais das ervas daninhas foi realizada a aplicação de GAMIT na faixa gradada (70 cm). O plantio das sementes de acácia-negra foi feito através de plantadeira hidráulica, distribuídas num espaçamento 1,33 x 3,0 m. Após um ano, foi realizado o raleio, bem como o controle de formigas cortadeiras.

Em uma área com condições edafoclimáticas semelhantes, foram alocadas, de forma sistemática, 5 parcelas de 18 x 24 m cada. Nestas foram distribuídas de forma aleatória 20 coletores de serapilheira (folhas decíduas), sendo 4 em cada parcela. Os 4 coletores foram distribuídos de forma que 2 ficassem na linha e 2 na entrelinha de plantio. Os coletores usados foram do tipo de bandeja de madeira, com fundo de tela sombrite de 1,0 mm e instalados a 0,8 m de altura do solo, com uma área de coleta de 1,0 m<sup>2</sup>.

Para a coleta dos galhos decíduos, foram demarcadas na superfície do solo, dentro de cada parcela de 18 x 24 m, 3 subparcelas de 3,0 x 3,0 m.

O material interceptado nos coletores (folhas decíduas) e nas parcelas de coletas de galho (galhos decíduos) foi recolhido na metade do outono, ou seja, em maio de 2001. As folhas e os galhos decíduos constituíram-se de 5 repetições (uma repetição por parcela).

Para a coleta das folhas e dos galhos não decíduos foi realizado inventário florestal nas parcelas de 18 x 24 m. Nestas foram realizadas as medições de diâmetro à altura do peito (DAP) de todas as árvores com a suta e a altura total de 10% com Vertex.

Mediante os dados do inventário florestal, os diâmetros das árvores foram

agrupados em classes, de tal maneira a abranger todas as variações do povoamento. As árvores foram separadas em dez classes de diâmetro, sendo utilizadas dez árvores de maior classe diamétrica para a determinação de nutrientes (Tabela 1).

**TABELA 1.** Distribuição diamétrica das árvores do povoamento de *Acacia mearnsii*.

Classes de DAP (cm)	Número de árvores (432 m <sup>2</sup> )	Número de árvores por hectare
3,8 – 5,1	17	394
5,2 – 6,5	46	1065
6,6 – 7,9	54	1250
8,0 – 9,3	65	1505
9,4 – 10,7	70	1620
10,8 – 12,1	109	2523
12,2 – 13,5	74	1713
13,6 – 14,9	38	880
15,0 – 16,3	4	93
16,4 – 17,2	2	46
<b>Total</b>	<b>478</b>	<b>1109*</b>

\*Valor médio.

O número de classes foi obtido mediante cálculos matemáticos através da fórmula:

$$K = 1 + 3,3 * \log n$$

Onde: n = número de elementos da amostras, onde n = (478)

O intervalo de classe foi calculado da seguinte maneira:

$$h = H/K$$

Onde: H = amplitude total do DAP<sub>máximo</sub> – DAP<sub>mínimo</sub>, onde H = (13,4)

Na parte intermediária da copa das árvores, nos quatro pontos ortogonais foram coletadas folhas e galhos não decíduos para a análise química. As amostras de folhas e galhos não decíduos, bem como decíduos foram colocadas em sacos de papel, levadas ao Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais/UFSM, RS, posteriormente, colocadas para secar na estufa de circulação forçada de ar a 75°C até peso constante. Em seguida foram trituradas em moinho do tipo Wiley, passadas em peneiras de malha 1,0 mm (20 mesh) e armazenadas em frascos de vidro para subsequente análise química (Miyazawa et al., 1999).

As análises químicas de tecido vegetal de N, P, K, Ca e Mg foram determinadas por digestão úmida. As análises de N foram feitas por titulação. O N foi determinado método Kjeldahl, chamado também de digestão sulfúrica usando o destilador de nitrogênio. As amostras de K foram lidas no fotômetro de chama e as amostras de P lidas no espectrofotômetro UV-VIS e no espectrofotômetro de absorção atômica (EAA) foram lidas as amostras de Ca e Mg (Tedesco et al., 1995; Miyazawa et al., 1999).

A estimativa de redistribuição de nutrientes nas folhas e galhos foi baseada no trabalho realizado por Vitousek & Sanford (1986). A expressão utilizada para quantificar a redistribuição de nutrientes foi:

$$\text{Red (\%)} = \text{TFND} - \text{TFD} / \text{TFND} * 100$$

Onde: Red = redistribuição de nutrientes em percentagem

TFND = teor de Ca nas folhas/galhos não decíduos

TFD = teor de Ca nas folhas/galhos decíduos

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores e a redistribuição dos nutrientes nas folhas e galhos decíduos, bem como folhas e galhos não decíduos podem ser observados na Tabela 2. Os teores dos nutrientes tanto nas folhas decíduas como não decíduas do presente estudo são respectivamente, 15,2 e 48,9% maiores em relação aos teores de um povoamento comercial de *Acacia mearnsii* com 3 anos de idade (Caldeira et

al., 1999a) e 28,1 e 56,5% maiores nas folhas decíduas e não decíduas, respectivamente, em uma procedência Batemans Bays de *Acacia mearnsii* com 3 anos de idade (Caldeira et al., 1999b).

Nesse sentido, os teores de folhas e galhos decíduos e não decíduos de *Acacia mearnsii* (Tabela 2) também são maiores em relação aos teores de folhas e galhos decíduos e não decíduos de *E. grandis* com 8 anos de idade, estabelecido em Latossolo Vermelho-Amarelo (Gonçalves et al., 1997).

**TABELA 2** - Teor médio de nutrientes em folhas e galhos decíduos e folha e galhos não decíduos e redistribuição de nutrientes num povoamento de *Acacia mearnsii*, com 3,0 anos de idade, estabelecido num solo Argissolo Vermelho Escuro, no RS.

Nutriente	Teor médio			
	Folhas decíduas	Folhas não decíduas	Galhos decíduos	Galhos não decíduos
	g ka <sup>-1</sup>			
N	24,33	26,21	22,10	23,40
P	0,94	1,28	0,76	1,25
K	9,33	12,61	8,86	12,78
Ca	13,38	11,99	4,20	3,54
Mg	2,26	1,73	2,13	1,51
	Redistribuição média de nutrientes antes da deposição (%)			
Nutriente	Folhas	Galhos		
N	7,2	5,6		
P	26,6	39,2		
K	26,0	30,7		
Ca	11,6	18,6		
Mg	30,6	41,1		

Contudo, os teores de nutrientes, principalmente, de N nas folhas não decíduas do presente estudo são similares nas folhas não decíduas de *Acacia mearnsii* com 9 anos de idade (Pereira et al., 2000) e *Acacia mearnsii* procedência Batemans Bays com 2,4 anos de idade (Caldeira et al., 2001b). Essa similaridade talvez seja explicada pelo fato do mesmo possuir uma baixa redistribuição, conforme mostra a Tabela 2. Os teores de N e Mg nas folhas não decíduas do presente estudo são similares àqueles encontrados em folhas de *Albizia guachepele* (Froufe et al., 1998).

Os teores de nutrientes na árvore dependem de vários fatores, tais como pragas e enfermidades, idade das árvores e das folhas, posição na copa, estação do ano, qualidade do sítio, procedência, variação conforme o elemento,

características nutricionais de cada espécie, disponibilidade de nutrientes no solo e componente a ser analisado (Evans, 1979; Lamb, 1976; Driessche, 1974; Waring; Schlesinger, 1985; Bellote, 1990; Schumacher, 1992; Vezzani, 1997; Magalhães & Blum, 1999; Boeger, 2000), bem como o tamanho das árvores (Baggio, 1994) e a procedência (Caldeira, 1998).

Dos fatores citados acima, que influenciam o teor de nutrientes na biomassa das árvores, dois merecem destaque: a idade das folhas e a espécie. Segundo Campos (1991); Caldeira et al. (1999b) e Caldeira et al. (2001), a idade das folhas afeta o teor dos nutrientes em função da distribuição dos nutrientes de determinados nutrientes móveis para outros órgãos como folhas novas, órgãos de reserva, frutos e regiões de crescimento, antes da abscisão. Portanto, isso é uma maneira pela qual a planta conserva parte dos nutrientes absorvidos (Miller, 1984; Driessche, 1974).

Com relação as espécies, de acordo com Driessche (1974) as coníferas tendem a ter maior proporção de biomassa foliar do que as folhosas decíduas. Pois, por esta razão, maiores proporções de teores totais de nutrientes nas árvores estão nas folhas de coníferas, em torno de 20 a 25%, do que em folhosas decíduas, que fica entre 8 a 10%, ainda que o teor de nutrientes nas folhas de coníferas seja mais baixo do que nas de folhosas (Rodin e Bazilevich<sup>1</sup>, citado por Driessche, 1974).

O elevado teor dos nutrientes tanto nas folhas como nos galhos (Tabela 2), tornam esses componentes da biomassa como um grande potencial para ciclagem de nutrientes, embora representem um pequeno percentual em relação à biomassa total das árvores. De acordo com Gonçalves et al. (2000), os teores dos nutrientes são maiores nas partes mais ativas metabolicamente das plantas, como folhas e brotações, devido aos seus ativos envolvimento em reações enzimáticas e compostos bioquímicos de transferência de energia e transporte eletrônico.

O elevado teor de nutrientes nas folhas deve-se ao fato que nestas se encontram a maioria das células vivas, que tendem acumular maiores quantidades de nutrientes, em função dos processos de transpiração e fotossíntese (Kozłowski et al., 1991; Kozłowski e Pallardy, 1996).

<sup>1</sup> RODIN, L.E.; BAZILEVICH, N.I. *Production and mineral cycling in terrestrial vegetation*. Edimburgh: Oliver and Boyd, 1967.

De todos os nutrientes analisados, o N é o que possui maior teor tanto nas folhas e galhos decíduos como não decíduos porém, não foi o nutriente mais redistribuído dos tecidos velhos para tecidos novos da planta demonstrando assim, a sua baixa capacidade de redistribuição (Tabela 2). Essa constatação também foi observada por Caldeira et al. (1999a; 1999b) em *Acacia mearnsii*, respectivamente, povoamento comercial e procedência Batemans Bay.

O alto teor de N nas folhas de *Acacia mearnsii* também pode ser justificado pela capacidade que a mesma possui, como espécie leguminosa, de fixar N<sub>2</sub> atmosférico e pelo efeito sinérgico da ação das bactérias diazotróficas e micorrizas (Franco et al., 1992), pois mediante a matéria orgânica aumenta os teores deste no solo. *Acacia mearnsii*, em solos tropicais, pode fixar até 200 kg de N ha ano<sup>-1</sup> (Auer & Silva, 1992).

A Tabela 2 evidencia que os teores de nutrientes móveis nas folhas e galhos não decíduos, são superiores, na sua totalidade. Tal fato vem a confirmar que os teores de nutrientes móveis nas folhas senescentes diminuem, por causa de sua transferência para as partes em crescimento das árvores.

Tanto os nutrientes das folhas não decíduas e decíduas apresentaram a seguinte ordem crescente de teor: N > Ca > K > Mg > P. Essa seqüência também foi observada por Vettorazzo et al (1993) em *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus camaldulensis* porém, Caldeira et al. (2000b) com *Acacia mearnsii* procedência Batemans Bays não observou seqüência acima. Para os galhos a seqüência foi N > K > Ca > Mg > P. Essa seqüência é similar à encontrada por Gonçalves et al. (1997) em folhas não decíduas de *Eucalyptus grandis*.

Dos elementos analisados, o P, K e o Mg foram os que mais redistribuíram para outras partes da planta antes da abscisão das folhas e dos galhos (Tabela 2). Portanto, desta maneira pode-se dizer que grande parte das necessidades nutricionais de *Acacia mearnsii* é suprida pelo ciclo bioquímico.

Caldeira et al. (1999a; 1999b) também observaram em *Acacia mearnsii* que o K, P e Mg foram os que mais redistribuíram, bem como Vettorazzo et al. (1993) em *Eucalyptus camaldulensis*.

A seqüência de redistribuição dos nutrientes em *Acacia mearnsii* do presente estudo está de acordo com Mengel & Kirkby (1978) e Marschner (1997) onde o P, K e Mg são os elementos de maior mobilidade dentro das plantas.

Nesse contexto, o trabalho de Gonçalves et al. (1997) com *Eucalyptus grandis* comprova também que P, K e Mg foram os que mais redistribuíram nas folhas e nos galhos antes da abscisão destes componentes.

Quando as folhas de eucalipto se tornam senescentes, a redistribuição de determinados nutrientes como, por exemplo, N e P pode ultrapassar 50% do conteúdo total. Porém, neste estudo isso não foi observado (Tabela 2), mas em estudo realizado por Caldeira et al. (1999a; 1999b) com *Acacia mearnsii* com 3 anos de idade somente o P e K ultrapassam 53% de redistribuição, considerando o conteúdo total das folhas senescentes para as folhas novas das árvores. Em *Eucalyptus grandis* com 8 anos de idade N, P e K ultrapassam 65% de redistribuição do conteúdo total das folhas e galhos senescentes para as folhas e galhos novos das árvores (Gonçalves et al., 1997).

A alta redistribuição de N e P não é uma característica específica em espécies de *Eucalyptus*, pois em *Pinus sylvestris*, plantado em Monte de Valsaín, Espanha a redistribuição de N e P fica, respectivamente, em torno de 50 e 58% do conteúdo total das acículas senescentes para as acículas novas da árvore (García del Barrio, 2000). Existem estudos que mostram que a redistribuição de N e P em acículas de *Pinus sylvestri* é de 70 e 85%, respectivamente, (Heilmisaari, 1992).

De um modo geral, a redistribuição de nutrientes nos galhos foi maior em relação às folhas, com exceção da redistribuição do N (Tabela 2). No entanto, segundo Gonçalves et al. (1997) analisando a redistribuição de nutrientes em folhas e galhos em *Eucalyptus grandis*, as maiores redistribuições foram nas folhas com exceção do K, que foi nos galhos.

Pode ser observado na Tabela 2, que a menor redistribuição tanto nas folhas como nos galhos depois do N ocorreu com o Ca. Essa observação foi verificada também em *Eucalyptus* sp. (Vetorazzo et al., 1993); *Eucalyptus grandis* (Gonçalves et al., 1997) e em *Acacia mearnsii* (Caldeira et al., 1999a; 1999b).

O fato de o Ca possuir uma baixa redistribuição é explicado pela sua baixa mobilidade. O Ca está associado a lignificação das paredes celulares, ou seja, faz parte da estrutura das folhas, não sendo redistribuído para as partes novas da planta, antes da abscisão das folhas e dos galhos.

Os resultados listados na Tabela 2 podem vir mostrar que em povoamentos adultos de *Acacia mearnsii*, grande parte da demanda anual de nutrientes poderá vir da ciclagem de nutrientes, evidenciando assim uma menor dependência da fertilidade do solo. Povoamentos bem supridos de nutrientes nos seus primeiros anos de crescimento, isto é, quando a copa está em formação, asseguram maior quantidade de nutrientes na biomassa, por conseguinte, maior estoque de nutrientes disponíveis para os processos de ciclagem.

## 4. CONCLUSÃO

Os maiores teores de cálcio foram encontrados nas folhas e galhos decíduos. Esse fato é de grande importância, pois o cálcio retorna para o solo via a produção de liteira, sendo exportado para fora do sítio com exploração da madeira e casca.

Tanto nas folhas como nos galhos de *Acacia mearnsii*, os nutrientes que tiveram menor redistribuição foram nitrogênio e cálcio, em contrapartida a menor redistribuição foi observada com magnésio, potássio e fósforo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTIWILL, P. M.; GUTHRIE, H. B.; LEUNING, R. Nutrient cycling in a *Eucalyptus obliqua* (L' Herit) forest. I. Litter production and nutrient return. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, v. 261, p. 79-91, 1978.

AUER, C. G.; SILVA, R. Fixação de nitrogênio em espécies arbóreas. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. Ed.). **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 157-172.

BAGGIO, A. J. **Estudio sobre el sistema agroforestal tradicional de la bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) en Brasil: productividad, manejo de residuos y elaboracion de compost.** 1994. 242 f. Tese (Doutorado) - Universidade Politecnica de Madrid, Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Montes.

BELL, D. T.; WARDS, S. C. Foliar and twig macronutrients (N, P, K, Ca and Mg) in selected species of *Eucalyptus* used in rehabilitation: sources of variation. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 81, p. 363-376, 1984.

BELLOTE, A. F. J. **Nahrelementversorgung und wuchsleistung von gedungenen *Eucalyptus grandis* – plantagem im cerrado von São Paulo (Brasilien).** Freiburg: Institut fur Bodenkunde und Waldernahrungslehre der Albert-Ludwigs, Universitat Freiburg, 1990. 159 p. Tese apresentada para obtenção do título de Doutor.

BINKLEY, D. **Forest nutrition management.** New York: J. Wiley, 1986. 290 p.

BINKLEY, D.; GIARDINA, C. Nitrogen fixation in tropical forest plantations. In: NAMBIAR, E. K. S.; BROWN, A. G. (Ed.). **Management of soil, nutrients and water in plantation forests.** Canberra: ACIAR, 1997. p. 297-337. (ACIAR Monograph, 43).

BLEAKLEY, S.; MATHESON, C. Patterns of morphological variation in seedlings of *Acacia mearnsii* De Wild. **Commonwealth Forestry Review**, Oxford, v. 71, n. 2, p. 101-109, 1992.

BOEGER, M. R. T. **Morfologia foliar e aspectos nutricionais de espécies arbóreas em três estádios sucessionais, de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, Paranaguá, PR.** 2000. 150 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Curitiba.

BOLAND, D. J.; BROOKER, M. I. H.; CHIPPENDALE, G. M.; HALL, N.; HYLAND, B. P. M.; JOHNSTON, R. D.; KLEINIG, D. A.; TURNER, J. D. **Forest trees of Australia.** Melbourne: Thomas Nelson: CSIRO, 1984. 687 p.

BOOTH, T. H.; JOVANOVIC, T. Climatology of *Acacia mearnsii*. 1. Characteristics of natural sites and exotic plantations. **New Forests**, v. 2, p.17-30, 1988.

BURKART, A. *Leguminosae*. In: BURKART, A.; BURKART, N. S. T.; BACIGALUPO, N. M. **Flora ilustrada de Entre Rios (Argentina)**. Buenos Aires: INTA, 1987. p. 442-738. (INTA. Colección Científica del INTA, t. 6, n. 3).

CALDEIRA, M. V. W.; PEREIRA, J. C.; SCHUMCHER, M. V.; DELLA-FLORA, J. B.; SANTOS, E. M. Comparações entre as concentrações de nutrientes nas folhas e no folheto em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 489-492, 1999b.

CALDEIRA, M. V. W. PEREIRA, J. C.; SCHUMCHER, M. V.; DELLA-FLORA, J. B.; SANTOS, E. M. Concentração e redistribuição de nutrientes nas folhas e no folheto em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 19-24, 1999a.

CALDEIRA, M. V. W. **Quantificação da biomassa e do conteúdo de nutrientes em diferentes procedências de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.)**. Santa Maria: UFSM, 1998. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CAMILLO, S. B. A. **Influência dos fatores do sítio, espaçamento e idade na concentração e produção de tanino em povoamentos de *Acacia mearnsii* De Wild**. 1997. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CAMPOS, M. A. A. **Balanco de biomassa e nutrientes em povoamentos de *Ilex paraguariensis* avaliação na safra e na safrinha**. 1991. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas de usos múltiplos na região sul do Brasil In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1.; ENCONTRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NOS PAISES DO MERCOSUL, 1., 1994, Porto Velho. **Anais**. Colombo: Embrapa-CNPf, 1994. v. 1, p. 289-320. (Embrapa-CNPf. Documentos, 27).

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. Boston: Houghton Mifflin, 1968. 396 p.

CUEVAS, E.; MEDINA, E. Nutrient cycling in the conservation of soil fertility in the tropics. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE CIENCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. [Anais]: Solo Suelo 96. Piracicaba: ESALQ: Sociedade Latinoamericana de Ciência do Solo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Centro de Estudos Ambientais: Sociedade Brasileira de Microbiologia, 1996. 1 CD-ROM.

DRIESSCHE, R. van den. Prediction of mineral status of trees by foliar analysis. **The Botanical Review**, New York, v. 40, p. 347-394, 1984.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Sistema brasileiro de classificação levantamento de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

FIFE, D. N.; NAMBIAR, E. K. S. Accumulation and retranslocation of mineral nutrients in developing needles in relation to seasonal growth young radiata pine trees. **Annals of Botany**, v. 50, n. 6, p. 817-829, 1987.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; MONTEIRO, E. M. S.; FARIAS, S. M. **Revegetação de solos degradados**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPBS, 1992. 9 p. (Embrapa-CNPBS. Comunicado Técnico, 9).

FROUFE, L. C. M.; FRANCO, A. A.; FARIA, S. M.; CAMPELLO, E. F. C. Reciclagem de nutrientes via folhas - serapilheira de *Eucalyptus grandis* e *Albizia guachapele* cultivados em sistemas puros e consorciados. REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2., 1997. Caxambu. **Resumos**. Lavras: UFLA: SBMS: SBM, 1998. p. 559.

GARCÍA del BARRIO, J. M. **Compartimentos y flujos de biomasa y nutrientes en un pinar de *Pinus sylvestris* L. en el Monte de Valsaín**. Madrid: Carretera de La Coronã, 2000. 178 p. (Monografías INIA: Forestal, 2).

GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S. L. M. O sistema radicular das árvores. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: ESALQ, 2000. p. 221-267.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F.; STAPE, J. L.; SERRANO, M. I. P.; MELLO, S. L. M.; MENDES, K. C. F. S.; JORGE, L. A. C. **Efeito de práticas de cultivo mínimo e intensivo do solo sobre a ciclagem nutrientes, fertilidade do solo, configuração do sistema radicular e nutrição de povoamentos de *Eucalyptus grandis***. Piracicaba: [s.n.], 1997. 94 p. Relatório final de pesquisa FAPESP, Processo nº. 1994/4248-4.

HEELMISAARI, H. S. Nutrient retranslocation in three *Pinus sylvestris* stands. **Forest Ecology and Management**, v. 51, p. 347-367, 1992.

HUTCHINSON, J. **The genera of flowering plants (*Angiospermae*)**. Oxford: Clarendon Press, 1964. v. 1, 516 p.

IPAGRO. **Atlas agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1989. 3 v.

JORDAN, C. F. **Nutrient cycling in tropical forest ecosystems**. New York: J. Wiley, 1985. 190 p.

KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G. **The physiological ecology of woody plants**. San Diego: Academic Press, 1991. 657 p.

KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. **Physiological of woody**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1996. 432 p.

LIMA, W. P. **O reflorestamento com eucalipto e os seus impactos ambientais**. São Paulo: Artpress, 1987. 162 p.

MAGALHÃES, L. M. S.; BLUM, W. E. H. Concentração e distribuição de nutrientes nas folhas de espécies florestais, na Amazônia Ocidental. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 127-137, jan./dez., 1999.

MALAVOLTA, E. **Elementos da nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E.; MALAVOLTA, M. L. Diagnose foliar: princípios e aplicações. In: BULL, L. T.; ROSOLEN, C. A. (Ed.). **Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação**. Botucatu: FEPAE, 1989. p. 227-308.

MANTOEFEL, J. C. Reflorestamento no setor privado: acacicultura. In: SEMINÁRIO SOBRE SITUAÇÃO FLORESTAL DO RIO GRANDE DO SUL, 1., 1991, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1991. p. 108-114.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das angiospermas: leguminosas.** Santa Maria: Ed. UFSM, 1997. 200 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** San Diego: Academic Press, 1997. 889 p.

McWILLIAM, J. R. Foreword. In: TURNBULL, J. W. (Ed). **Australian acacias in developing countries: proceedings of an international workshop held at the Forestry Training Centre, Gympie, Qld., Australia, 4-7 august 1986.** Camberra: ACIAR, 1987. p. 5. (ACIAR. Proceedings, 16).

MEDRADO, M. J. S.; CARVALHO, P. E. R. Espécies de múltiplo propósito para uso em sistemas agroflorestais. In: SEMINÁRIO ESPÉCIES NÃO TRADICIONAIS PARA PLANTIOS COM FINALIDADES PRODUTIVAS E AMBIENTAIS, 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Embrapa-CNPQ, 1998. p. 129-168.

MILLER, H. G. Dynamic of nutrient cycling in plantations ecosystems. In: BOWEN, G. D.; NAMBIAR, E. K. S. (Ed.). **Nutrition of plantation forest.** Londres: Academic Press, 1984. p. 53-78.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. S.; MELLO, W. J. Análises químicas micas de tecido vegetal. In: SILVA, F. C. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 171-223.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.

NEW, T. R. Classification and phylogeny. In: NEW, T. R. **A biology of acacias.** Oxford: Oxford University Press, 1984. p. 1-34.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos**

**do Brasil.** Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201 p.

PEDLEY, L. Australian acacias: taxonomy and phytogeography. In: TURNBULL, J. W. (Ed). **Australian acacias in developing countries:** proceedings of an international workshop held at the Forestry Training Centre, Gympie, Qld., Australia, 4-7 august 1986. Camberra: ACIAR, 1987. p. 11-16. (ACIAR. Proceedings, 16).

POGGIANI, F. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de *Eucalyptus* e *Pinus*: Implicações silviculturais.** Piracicaba, ESALQ, 1985. 211 p. Tese (Livre-docência).

POLHILL, R. M.; RAVEN, P. H. **Advances in legume systematic I, II.** Kew: Royal Botanical Gardens, 1981. p. 1-425; 427-1049.

RAZALI, A. K.; MOHD, H. S. Properties and utilization. In: AWANG, K. TAYLOR, D. (Ed.). ***Acacia mangium*: growing and utilization.** Melbourne: Nelson; Bangkok: Winrock International Institute for Agricultural Research: Forestry/Fuelwood Research and Development Project, 1993. p. 225-241.

SCHULZE-MENZ, G. K. Rheihe rosales. In: MELCHIOR, H. A. **Engler's syllabus der pflanzenfamilien.** Berlim: Gebrüder Borntraeger, 1964. v. 2, p. 193-242.

SEARLE, S. D. **General characteristics of *Acacia mearnsii* De Wild. (Black Wattle) in Australia.** Canberra: CSIRO, 1988. Unpublished report.

SHERRY, S. P. **The black wattle (*Acacia mearnsii*).** Pietermaritzburg: University of Natal Press, 1971. 402 p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J.; **Análise de solos, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5).

TURNBULL, J. W. **Multipurpose australian trees and shrubs:** lesser known species for fuelwood and agroforestry. Canberra: ACIAR, 1996. 316 p. 1986. (ACIAR. Monograph, 1).

VETTORAZZO, S. C.; POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. V. Concentração e redistribuição de nutrientes nas folhas e no folheto de três espécies de

*Eucalyptus*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7.; CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBS: SBEF, 1993. v. 2, p. 231-234.

VITOUSEK, P. M.; SANFORD, R. L. Nutrient cycling in moist tropical forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 17, p. 137-167, 1986.

YAZAKI, Y. *Acacia storyi*: a potential tannin-producing species. **Australian Forestry**, v. 60, n. 1, p. 24-28, 1997.

YAZAKI, Y.; ZHENG, G.; SEARLE, S. D. Extractives yields and polyflavanoid of *Acacia mearnsii* bark in Australia. **Australian Forestry**, v. 53, p. 148-153, 1990.