

PAULA RODRIGUES DE FREITAS FERREIRA

DISPONIBILIDADE E ACÚMULO DE POTÁSSIO, CÁLCIO E
MAGNÉSIO EM PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO EM DIVERSOS
SÍTIOS FLORESTAIS

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Solos e Nutrição de
Plantas, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

PAULA RODRIGUES DE FREITAS FERREIRA

DISPONIBILIDADE E ACÚMULO DE POTÁSSIO, CÁLCIO
E MAGNÉSIO EM PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO EM
DIVERSOS SÍTIOS FLORESTAIS

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Solos e Nutrição de Plantas, para
obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 01 de dezembro de 2008.

Prof. Júlio César Lima Neves
(Co-Orientador)

Prof. Nairam Félix de Barros
(Co-Orientador)

Prof. Haroldo Nogueira de Paiva

Prof^a Hermínia Emília P. Martinez

Prof. Víctor Hugo Alvarez V.
Orientador

Aos meus pais **Angela e Nivaldo**, fonte maior de luta, sabedoria, apoio,
energia, AMOR e constante incentivo

Ao meu marido **Flávio**, fonte de amor, compreensão e muita felicidade

Aos meus queridos irmãos, **Carlos André e Ricardo**, fonte de alegria e
estímulo constante

Ao “**Coró**”, fonte de conhecimento e amizade

À **Gabrielly Bianka**, fonte de inspiração, doçura e felicidade

Ofereço

À minha querida Tia Beatriz (in memoriam)

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado sabedoria, estímulo, paciência para vencer as dificuldades enfrentadas durante a realização do curso.

À Maria, mãe de Deus e nossa mãe, pela proteção.

Aos meus pais, Angela Maria Freitas e Nivaldo da Silva Freitas, por serem SUPER PAIS, por serem meu alicerce e por me conduzirem por um caminho e um lar repleto de amor, alegria, felicidade, paz e muitas bênçãos.

Ao meu amado marido, meu anjo da guarda, Flávio Antônio Ferreira, pelo amor, pela confiança e paciência demonstradas ao longo de todo o sempre.

Aos meus queridos irmãos, Carlos André de Freitas e Ricardo Freitas, pelo apoio e carinho.

À Universidade Federal de Viçosa, em particular ao Departamento de Solos, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Professor Victor Hugo Alvarez V., pela orientação, assistência, ensinamentos, confiança e, principalmente, pelos exemplos de dedicação e trabalho.

Ao Professor Nairam Félix de Barros, pelo estímulo e colaboração, pelos conhecimentos e ensinamentos transmitidos, pela discussão proveitosa e pela contribuição decisiva em diversas etapas desta pesquisa.

Ao Professor Júlio César Lima Neves, pelas valiosas sugestões e esclarecimentos oportunos e pelo grande apoio.

Aos Professores Haroldo Nogueira Paiva e Hermínia Emília Prieto Martinez, pelas sugestões, dadas durante a defesa da dissertação, para melhoria deste trabalho.

Aos laboratoristas do Departamento de Solos, José Alberto Cardoso (Seu Cardoso), José Roberto Valente (Beto), pela amizade e pela valiosa ajuda nas análises de laboratório.

Aos colegas de curso, professores e funcionários do Departamento de Solos da UFV, em especial à Luciana por toda sua dedicação.

Aos queridos amigos, Ivanildinha, Gigi, Arlindo, Gaby, Gracinha, Fernanda Costa, Fernanda Ataíde, Pacheco, Ricardo Gaspar, Dalton, Guilherme Red, Victor, Henrique, Juliana, Amanda, Michelle, Karina e Carol, e a todos que acreditam que a essência da vida é a relação fraterna entre os homens.

Ao meu querido e sempre Professor José Geraldo Edmundo Rocha “Coró”, pela grande, bela e agradável amizade.

A todos os meus familiares em especial à Gabrielly Bianka, “meu docinho”, pela candura e por tantas alegrias proporcionadas.

Aos meus tios Jean Dimas Rodrigues da Mata e Kátia Cilene Ferreira da Mata, pela força e pela grande alegria demonstrada em mais essa vitória na minha vida.

À Caetanópolis, minha pequenina cidade, rota de fuga nos momentos de tensão.

À minha querida Tia Beatriz, que apesar de sua ausência, seu sorriso e seu amor ainda perduram.

BIOGRAFIA

Paula Rodrigues de Freitas Ferreira, filha de Nivaldo da Silva Freitas e de Angela Maria Rodrigues de Freitas, nasceu em Caetanópolis, Minas Gerais, em 1 de Setembro de 1978.

Em março de 2001, ingressou-se na Universidade Federal de Viçosa, onde se graduou em Engenharia Florestal em maio de 2006.

Em outubro do mesmo ano, iniciou o Curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, concluindo-o em 01 de dezembro de 2008.

ÍNDICE

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. O Ambiente Físico e a Produção Florestal	3
2.2. O Solo como Fonte de Nutrientes	6
2.3. Avaliação do Potássio no Solo	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Local	13
3.1.1. Sítios Florestais	14
3.2. Solos	14
3.2.1. Amostragem de Solo	19
3.3. Parcelas Experimentais	19
3.3.1. Caracterização Mineralógica	19
3.3.2. Análise Química de Rotina	20
3.3.2.1. Ataque Ácido Total	21
3.3.2.2. Extração Ca, Mg e K com HNO ₃ 2 mol/L	21
3.3.2.3. Extração de Ca, Mg e K com Resina de Troca Catiônica	21
3.4. Coleta e Análise de Planta	22
3.5. Balanço Nutricional em Potássio, Cálcio e Magnésio	22
3.6. Passos para Estimar a Contribuição de K Não-Disponível e Ca e Mg Não-Trocáveis	23
3.7. Coeficiente de Utilização Biológica (CUB)	23
3.8. Número Potencial de Cortes (NPC)	23
3.9. Análise Estatística	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1. Liberação de Nutriente no Solo	25
4.1.1. Potássio	25
4.1.2. Magnésio	30
4.1.3. Cálcio	32
4.2. Formas de Nutrientes no Solo	34
4.2.1. Formas de Potássio	34
4.2.2. Formas de Magnésio	48
4.2.3. Formas de Cálcio	59
5. PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E CONTEÚDO DE POTÁSSIO, CÁLCIO E MAGNÉSIO NO EUCALIPTO	69
5.1. Produção de Matéria Seca	69
5.2. Conteúdo de Potássio, Cálcio e Magnésio	74
5.3. Correlação entre Potássio, Cálcio e Magnésio no Solo com Conteúdo na Planta e Produção	77
6. BALANÇO NUTRICIONAL EM POTÁSSIO, CÁLCIO E MAGNÉSIO	98
7. TENTATIVA PARA AVALIAR A SUSTENTABILIDADE DOS SÍTIOS	112
7.1. Coeficiente de Utilização Biológica - CUB	112
7.2. Estimativa do Número Potencial de Cortes (NPC) por Sítio	115
8. RESUMO E CONCLUSÕES	118
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120
APÊNDICE	130

RESUMO

FERREIRA, Paula Rodrigues de Freitas, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Dezembro de 2008. **Disponibilidade e acúmulo de potássio, cálcio e magnésio em plantações de eucalipto em diversos sítios florestais.** Orientador: Víctor Hugo Alvarez V. Co-Orientadores: Nairam Félix de Barros e Júlio César Lima Neves.

O conhecimento das alterações dos teores de nutrientes nos compartimentos do solo, dadas pelas variações nas formas trocáveis e não-trocáveis ao longo do tempo e a relação desses nutrientes com a exportação de nutrientes pelo eucalipto, podem permitir indicações seguras quanto ao uso dos solos, e conseqüentemente quanto aos sítios florestais em estudo e, como consequência, uma melhor adequação dos sistemas de manejo florestal. Assim, esse estudo teve os seguintes objetivos: avaliar a liberação de K, Ca e Mg em formas não-trocáveis em várias classes de solos cultivados com eucalipto; avaliar a relação entre os teores e conteúdos de K, Ca e Mg no eucalipto e as modificações ocorridas nas formas trocáveis e não-trocáveis desses nutrientes no solo; avaliar a capacidade dos solos em suprir esses nutrientes durante um ciclo de crescimento do eucalipto (2, 5 e 7 anos) e dentre os oito sítios selecionados para estudo, verificar quais apresentariam maior potencial de sustentar nutricionalmente os ciclos futuros. O trabalho foi realizado em povoamentos de *Eucalyptus grandis*, localizados na região de Santa Bárbara, Minas Gerais. Os sítios selecionados para estudo abrangeram cinco classes de solos, em que o eucalipto foi plantado em 1996. Em 1998, em cada sítio foi demarcada uma parcela experimental de 60 x 60 cm, abrangendo 600 árvores no espaçamento 3 x 2 m. Nessas mesmas parcelas foram realizadas coletas de solo e planta em 2001 e 2003, resultando em três avaliações (1998, 2001 e 2003) correspondentes as idades de 2, 5 e 7 anos do povoamento. Foram realizadas análises químicas nas amostras de cada idade e também análises de solos referentes à: ataque ácido total, extração com HNO_3 2 mol/L fervente, extração com resina de troca catiônica. Quatro árvores,

de cada parcela e de cada idade, foram abatidas para determinação da produção de matéria seca. Cada árvore foi dividida em lenho, casca, folhas e ramos para realização das análises químicas de planta. A manta orgânica mais sub-bosque foram quantificados utilizando-se um quadrado de 0,5 x 0,5 m lançado aleatoriamente nos quatro quadrantes da parcela. Foram calculadas correlações entre as diferentes formas de K, Ca e Mg no solo e correlações entre produção de matéria seca e conteúdo de K, Ca e Mg na planta e os teores de K, Ca e Mg no solo. Com os resultados obtidos foi possível concluir que: extrações sucessivas com resina de troca catiônica foram eficientes em extrair apenas formas disponíveis de K e trocáveis de Ca e Mg; os solos que apresentaram minerais potássicos nas frações areia fina, silte e argila foram os que apresentaram maiores teores de K; ocorreram modificações nas formas de K, Ca e Mg no período de 2 a 7 anos de crescimento do eucalipto; todos os sítios estudados apresentaram solos com baixa capacidade de suprimento de K, Ca e Mg; os sítios que apresentaram maior produção de matéria seca não foram os que apresentaram maiores teores de K, Ca e Mg no solo; o Mg foi o nutriente com menor demanda pelo eucalipto e que apresentou os menores teores nos solos; os sítios apresentaram comportamentos diferentes com relação aos conteúdos de K, Ca e Mg devendo, portanto, serem manejados de acordo com a necessidade de cada um; as características físicas dos sítios Cururu e Valéria II P2 podem ser uma barreira para as produções futuras; o Ca é o nutriente que mais poderá comprometer a sustentabilidade dos sítios Valéria II P1, Valéria II P2, Vargem Alegre e Egas e o balanço de nutrientes mostrou que fertilizações deverão ser realizadas em todos os sítios visando maior produção no próximo ciclo.

ABSTRACT

FERREIRA, Paula Rodrigues de Freitas, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December 2008. **Availability and accumulation of potassium, calcium and magnesium in crops of eucalyptus in several forest sites**
Advisor: Víctor Hugo Alvarez V. Co-Advisors: Nairam Félix de Barros and Júlio César Lima Neves.

The knowledge of the alterations of the nutrient contents in the soil compartments, caused by the variations in the changeable and non-changeable forms over time and the relation of these nutrients with the nutrient export by the eucalyptus, may provide safe indications as to the use of soils and, therefore, of the forest sites studied and, consequently, allow a better adequacy of the forest management systems. So, this study had the following objectives: evaluate the release of K, Ca and Mg in non-changeable forms in several classes of soil cultivated with eucalyptus; evaluate the relation between the contents of K, Ca and Mg in eucalyptus and the changes occurred in the changeable and non-changeable forms of these nutrients in the soil; evaluate the soil capacity to supply such nutrients during a growth cycle of the eucalyptus (2, 5 and 7 years) and verify which of the eight sites selected for the study would present greater potential to provide nutrition for the future cycles. The work was carried out in an *Euclyptus grandis* settlement located in the region of Santa Bárbara, Minas Gerais. The sites selected for the study comprised five classes of soils, in which the eucalyptus was planted in 1996. In 1998, it was demarcated an experimental parcel of 60 x 60 cm, in each site, with 600 trees in the spacing of 3 x 2 m. In these same parcels, soil and plant collections were carried out in 2001 and 2003, resulting in three evaluations (1998, 2001 and 2003), corresponding to the ages of 2, 5 and 7 years of settlement. Chemical analyses were performed in the samples of each age and also soil analyses referring to: total acid attack, extraction with boiling HNO₃ 2 mol/L, extraction with cation exchange resin. Four trees of each parcel and of each age were cut for the

determination of the dry matter production. Each tree was divided in wood, bark, leaves and branches so that the chemical analyses of the plants could be performed. The organic surface layer and the sub-forest were quantified by the use of a square of 0,5 x 0,5 m randomly cast in the four quarters of the parcel. The correlations between the different forms of K, Ca and Mg in the soil and the correlations between the production of dry matter and the plant content of K, Ca and Mg and the contents of K, Ca and Mg in the soil were calculated. With the results achieved, it was possible to conclude that: successive extractions with cation exchange resin were enough to extract only available forms of K and changeable forms of Ca and Mg; the soils that presented potassium minerals in the silt fine sand and clay fractions were those that presented the highest contents of K; modifications in the forms of K, Ca and Mg occurred in the period from 2 to 7 years of the eucalyptus growth; all the sites studied presented soil with low capacity to supply K, Ca and Mg; the sites that presented higher production of dry matter were not the same that presented the highest contents of K, Ca and Mg in the soil; Mg was the nutrient with the lowest demand by the eucalyptus and the one that presented the lowest contents in the soils; the sites presented different behaviors as to the contents of K, Ca and Mg and, therefore, they should be managed according to each one's specific need; the physical characteristics of the sites Cururu and Valéria II P2 may be a barrier for future productions; Ca will be the most troublesome nutrient for the sustainability of the sites Valéria II P1, Valéria II P2, Vargem Alegre and Egas and the balance of nutrients showed that fertilizations should be carried out in all the sites, aiming a higher production in the next cycle.

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade da produtividade florestal tem se tornado preocupação constante das empresas florestais. Questões como quanto e até quando é possível produzir utilizando determinado sistema de manejo são constantes e na maioria das vezes não se tem resposta. Uma das dificuldades em responder estas questões é o fato das avaliações feitas serem pontuais, envolvendo uma única fase de crescimento da floresta.

Avaliações contínuas durante o crescimento das plantas e em vários ciclos de produção são escassas, apesar de serem importantes quando se estuda a sustentabilidade de produção de uma área florestal. Com base nessas avaliações é possível determinar quais fatores mais influenciam a produtividade e assim adequar o manejo utilizado de forma que se evitem declínios ao longo do tempo, ou seja, seja alcançada a sustentabilidade da produção.

As espécies florestais do gênero *Eucalyptus* têm sido as mais cultivadas pelas empresas florestais e em várias regiões brasileiras. As razões para sua larga utilização estão relacionadas ao seu rápido crescimento e à alta capacidade de produção de madeira, decorrentes da boa adaptação a uma diversidade de condições edafoclimáticas e ao número expressivo de espécies. Entretanto, tem-se constatado que o eucalipto é a essência florestal de alta exigência em relação a características e propriedades físicas do solo, principalmente quanto à profundidade, permeabilidade, textura e estrutura, que interferem na capacidade de armazenamento de água pelo solo e, conseqüentemente, no crescimento e na produtividade. No que tange as características químicas do solo, o eucalipto acumula grandes quantidades de nutrientes do sistema e se o suprimento pelo solo ou por meio de adubação não for satisfatório, é provável que em poucos ciclos de corte haja limitação nutricional ao crescimento das árvores.

Por isso, a estimativa da capacidade do solo em fornecer nutrientes, em médio e longo prazo, é de grande importância, pois conhecendo as

condições de cada sítio é possível adequar os programas de manejo florestal, de forma que atinja a sustentabilidade da produção.

O conhecimento das alterações dos teores de nutrientes nos solos dadas pelas variações nas formas trocáveis e não-trocáveis ao longo do tempo e a relação desses nutrientes com a exportação de nutrientes pelo eucalipto, podem permitir indicações quanto ao uso dos solos, e conseqüentemente quanto aos sítios florestais em estudo e, como consequência, uma melhor adequação dos sistemas de manejo florestal.

Este estudo visa avaliar: 1) a liberação de K, Ca e Mg em formas não-trocáveis em várias classes de solos cultivados com eucalipto; 2) a relação entre os teores e conteúdos de K, Ca e Mg no eucalipto e as modificações ocorridas nas formas trocáveis e não-trocáveis desses nutrientes no solo; 3) a capacidade dos solos em suprir esses nutrientes durante um ciclo de crescimento do eucalipto (2, 5 e 7 anos) e 4) dentre os oito sítios selecionados para estudo, verificar quais apresentariam maior potencial de sustentar nutricionalmente os ciclos futuros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O Ambiente Físico e a Produção Florestal

As condições climáticas de grande parte das regiões brasileiras, com elevada temperatura e incidência de radiação solar, propiciam potenciais produtivos elevados das espécies florestais e tornam o setor florestal brasileiro um dos mais competitivos no mercado internacional.

Características como rápido crescimento, boa adaptabilidade a solos de baixa fertilidade natural e produtividade economicamente viável são alguns dos fatores responsáveis pela larga utilização do eucalipto no Brasil, respondendo pela maior parte das florestas de rápido crescimento plantadas com fins comerciais.

Com o aumento da área plantada e da demanda por terras para o reflorestamento, também passa a ser crescente a necessidade de informações voltadas à adequação das espécies de eucalipto às condições regionais, obtendo-se, assim, garantia de sucesso na atividade. Para isso é importante quantificar a variação espacial na produtividade florestal, a que irá possibilitar decisões efetivas sobre os níveis de uso da terra e de investimento silvicultural (Mckenney & Pedlar, 2003).

Ainda, a necessidade de informações relativas à capacidade produtiva das áreas florestais num longo prazo se faz premente, dada à necessidade das empresas em adequar seus programas de manejo florestal, de forma que se atinja a sustentabilidade da produção.

Dentre os diversos conceitos atualmente existentes para a sustentabilidade, quando se trata de florestas plantadas para fins de exploração comercial da madeira, pode-se usar a sustentabilidade da produção (biológica ou ecológica) como um indicador da sustentabilidade do sistema, pois esta sustentabilidade é a condição essencial para que os objetivos econômicos e sociais sejam alcançados (Barros & Comerford, 2002).

Para a avaliação da sustentabilidade é necessário que as características que afetam o crescimento florestal sejam identificadas, de modo que as

alterações sofridas possam ser avaliadas. O crescimento florestal é afetado principalmente pelos fatores climáticos, fisiográficos e edáficos. Ele é também influenciado pelas plantas indesejáveis e animais (fatores bióticos). Esse conjunto de fatores e condicionantes do crescimento caracteriza um sítio florestal, cuja qualidade é determinada pela ação e interação desses fatores sobre o crescimento de florestas ou outro tipo de vegetação (Barnes et al., 1997). Assim, a qualidade de sítio está relacionada com a capacidade de o solo florestal proporcionar o crescimento das árvores (Carmean, 1975), ou seja, a capacidade produtiva de uma determinada área florestal, resultante da ação integrada de fatores do meio físico influenciada pelas práticas de manejo florestal (Barros, 1974).

Cada sítio florestal é uma área que requer práticas silviculturais homogêneas com relação à escolha de espécies, técnicas de manejo e rendimentos esperados, tendo em vista sua uniformidade com respeito a clima, topografia, material de origem e solos.

Uma das variáveis mais largamente usadas para expressar a capacidade produtiva de um sítio é o denominado índice de sítio, isto é, a altura estimada das árvores dominantes de um sítio numa idade referencial. A capacidade produtiva pode também ser expressa por meio de outras características de crescimento, como incremento médio anual ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$) (Carmenan, 1975; Henri, 2001).

A determinação do índice de sítio para um local, em geral, compreende duas etapas. Primeiro, curvas regionais relacionando a altura com a idade são geradas para uma determinada espécie arbórea. A obtenção do índice para um sítio é então simplesmente uma questão de medir a altura e idade de árvores dominantes e co-dominantes do sítio e encontrar o índice de sítio a partir das curvas regionais ou inserir os valores na equação de índice de sítio. Esta aproximação, apesar de relativamente simples, é um método efetivo e comprovado para obter a produtividade de sítio (Carmean, 1975; Mckenney & Pedlar, 2003).

Entretanto, existem situações onde não é possível ou apropriado usar este método de avaliação de sítio. Por exemplo, pode ser desejável conhecer a

produtividade potencial de um sítio para uma espécie que não está atualmente implantada na área, como no caso de sítios onde se pretende implantar uma floresta, para os quais não há informação sobre o comportamento da espécie de interesse. Também, na definição do manejo a ser adotado em cada sítio florestal e nos estudos de sustentabilidade esse método de determinação do índice de sítio falha por não informar quais características mais influenciam a produção ou o seu grau de limitação. Por isto, devem-se desenvolver métodos de estimativa do índice de sítio baseados em características físicas do sítio (que determinam ou influenciam a produtividade florestal) (Mckenney & Pedlar, 2003).

Para esses estudos e a melhor compreensão dos fatores envolvidos na qualidade de sítio, as áreas podem ser estratificadas de acordo com o clima (precipitação, temperatura e radiação), topografia (declividade, exposição e pedoforma), solo (propriedades químicas, físicas e mineralógicas), fatores bióticos (plantas, animais, insetos e fungos) e antrópicos (Barros, 1974; Santana, 1986; Teixeira, 1987; Gonçalves, 1990; Melo, 1994; Henri, 2001; Gaggero, 2002; Stendahl et al., 2002; Mckenney & Pedlar, 2003).

Em larga escala, o clima é sempre o fator primário para a classificação e determinação de sítios. Para áreas menores, vegetação, pedoforma e solo tornam-se mais importantes (Spurr & Barnes, 1980; Schonau, 1987; Schonau & Aldworth, 1991).

Em trabalho realizado com *Eucalyptus alba* na região de Santa Bárbara – MG, Barros (1974) considerou as características do solo e a topografia como os principais fatores responsáveis pelas variações da produtividade dentro de uma mesma condição climática. Estas variações, em geral, decorrem de diferenças na capacidade do solo em suprir água e ar e de restrição mecânica ao crescimento de raízes e suprimento de nutrientes (Melo, 1994; Leite, 1996). Os aspectos físicos do sítio, incluindo (mas não limitados a) propriedades do solo, são apenas parte de complexas interações que definem a produtividade do sítio (Henri, 2001).

Do ponto de vista florestal, a qualidade do solo se compõe de duas partes, uma intrínseca, relacionada à capacidade inerente do solo para

suportar o crescimento de árvores, e uma dinâmica, influenciada pelo manejo (Carter et al., 1997). Os aspectos dinâmicos da qualidade do solo são alterados pelo manejo, significando que a qualidade do solo pode ser melhorada ou degradada.

A chave para um manejo florestal sustentado é a aplicação de técnicas específicas. Para isso, é necessário o conhecimento detalhado do solo, como ele ocorre na paisagem e de suas propriedades físicas, químicas e biológicas (Jones, 1994). O entendimento dos processos e propriedades de um solo específico, que afetam e potencialmente limitam a produtividade, e o reconhecimento de solos que são suscetíveis a mudanças induzidas pelo manejo permite o desenvolvimento de sistemas de manejo ajustados para cada solo (Fox, 2000).

2.2. O Solo como Fonte de Nutrientes

A capacidade do solo em suprir nutrientes para as plantas determina a sustentabilidade da produção de um sítio florestal. Assim, o conhecimento das quantidades dos nutrientes disponíveis no solo e das formas mais estáveis desses nutrientes dá suporte à avaliação da sustentabilidade.

Em grande parte dos trabalhos de classificação de sítios, a amostragem do solo tem se concentrado nos horizontes superficiais, que têm sido analisados principalmente quanto a nutrientes trocáveis e pH. Entretanto, pesquisas tentando prever a disponibilidade de nutrientes para as árvores a partir das propriedades das camadas superficiais do solo historicamente não têm tido sucesso (Fischer & Binkley, 2000).

O uso de dados das camadas superficiais do solo, em florestas já existentes, introduz um problema de causa e efeito na relação entre medidas de crescimento ou produção florestal e característica do solo. Nesta situação, estas características não são preditores independentes nas funções de qualidade de sítio. Também, irão apenas pobremente refletir as influências do material de origem com relação à mineralogia e geoquímica, especialmente em

situações em que os horizontes mais profundos do solo são de considerável importância para a produtividade florestal (Fisher e Binkley, 2000).

Os minerais primários representam a principal reserva mineral do solo e, em longo prazo, a composição mineralógica do solo é um dos principais fatores que controlam a disponibilidade de nutrientes (Rice & Kamprath, 1968; Christenson & Doll, 1973; Tributh et al., 1987; Simard et al., 1992).

O intemperismo desses minerais pode suprir todos os nutrientes para o crescimento florestal, exceto N. Entretanto, em solos muito intemperizados, onde o material de origem está muito profundo, a contribuição do intemperismo para o fornecimento de nutrientes é reduzida (Ricci, 1987; Ricci et al., 1989; Lana & Neves, 1994; Melo, 1994).

O conhecimento das formas dos nutrientes presentes no solo e as alterações ocorridas durante o período de crescimento da floresta são de fundamental importância para os estudos de sustentabilidade, pois a manutenção e, ou, aumento dos teores disponíveis às plantas irá garantir a manutenção ou o aumento da produtividade de um sítio florestal ao longo dos anos. Deve-se considerar, ainda, que as diferentes formas do nutriente no solo encontram-se em equilíbrio dinâmico, o que significa que a alteração de um dos estoques levará à alteração dos demais.

Diversos autores têm enfatizado a importância de formas mais estáveis de alguns nutrientes no solo, como K e Mg, para a nutrição e o crescimento de florestas. Entretanto, grande parte dos trabalhos têm sido realizados com apenas uma avaliação durante o período de crescimento do eucalipto, não possibilitando o acompanhamento das alterações ocorridas nas formas dos nutrientes no solo (trocáveis, não-trocáveis, estruturais) (Ricci et al., 1989; Nachtigall & Vahl, 1991a; b; Lana & Neves, 1994; Melo, 1994).

Espécies florestais, como o eucalipto, com ciclo de vários anos até o primeiro corte, absorvem quantidades de nutrientes, na maioria dos casos, superiores a fração trocável. Sabe-se que formas de K não trocável podem também ser liberadas para a solução do solo e desta forma serem absorvidas pelas plantas (Nachtigall e Vahl, 1991b; Mello et al., 1995a; Simonis, 2002). Isto demonstra que as análises de solo que levam em consideração apenas a

fração trocável não são suficientes para a predição da capacidade do solo em suprir nutrientes para as plantas (Christenson & Doll, 1973; Novais et al., 1990; Melo, 1994). A análise da fração não-trocável torna-se, então, importante para avaliar a reserva de nutrientes durante o ciclo da planta.

Os nutrientes são absorvidos pelas plantas em formas inorgânicas presentes na solução do solo, as quais são repostas por três tipos de mecanismos: dissolução de minerais; dessorção ou troca de formas lábeis; mineralização de compostos orgânicos (Smethurst, 2000).

O K do solo origina-se da desintegração e decomposição de rochas contendo minerais potássicos. Esses minerais são os feldspatos potássicos (ortoclásio e microclínio), a muscovita, a biotita e a flogopita. O K também pode ser encontrado em minerais secundários, como illita, vermiculita, clorita, interestratificados desses minerais (Tisdale et al., 1985) e em caulinita, na forma de camadas residuais de biotita no interior do mineral (Melo, 1998).

Apesar de serem separados para fins didáticos, os minerais no solo não se apresentam de forma uniforme, podendo na mesma partícula existirem zonas com características de diversos minerais, formando interestratificados, em que a característica resultante é conferida pela forma predominante (Mielniczuck, 1984).

Em solos pouco intemperizados a presença de minerais primários e secundários que possuem K na sua estrutura garantem a reposição das formas trocáveis de acordo com a absorção pelas plantas, o que ocasiona, corriqueiramente, a falta de resposta à adubação potássica (Halvin & Westfall, 1985; Rahmatullah & Mengel, 2000; Ghosh & Singh, 2001).

Já em solos tropicais com elevado grau de intemperismo, a presença de minerais contendo K é bastante restrita, podendo ocorrer vermiculita com hidróxi-entrecamadas (VHE), micas, muscovita e interestratificados desses minerais ou com caulinita (Melo et al., 1995b; Melo, 1998; Melo et al., 2001).

Em estudo realizado em 15 solos do Brasil, originados de diferentes materiais de origem, Melo et al (2001) verificaram a presença de caulinita pobremente cristalina, cujos cristais de menor tamanho apresentaram maior teor de K e Mg na estrutura. A presença desses elementos foi atribuída à

presença de camadas micáceas residuais no interior da estrutura da caulinita, protegidas, assim, do intemperismo. Desta forma, a caulinita representou uma importante reserva de K na fração argila nos solos estudados.

2.3. Avaliação do Potássio no Solo

Vários critérios são utilizados para classificar as formas de K do solo, dentre eles a disponibilidade para as plantas (Tisdale et al., 1985) e critérios químicos (Ritchey, 1982).

Dificuldades práticas, como a impossibilidade de caracterizar em laboratório todas as formas, e o fato de o K estar distribuído em ampla e contínua faixa de força de retenção, que vai desde formas ligadas à estrutura mineral até formas em solução, fazem com que a maneira mais prática de classificar o K do solo seja a solubilidade em diferentes extratores químicos (Nachtigall & Vahl, 1989). Com base nesse critério, as formas de K podem ser classificadas em estrutural, não-trocável, trocável e em solução. O K trocável é extraído por NH_4OAC 1 mol/L pH 7, o não-trocável é obtido pela diferença entre o extraído por HNO_3 1 mol/L e o trocável, o estrutural pode ser obtido pela diferença entre o K total (ataque ácido total) e não-trocável (Tisdale et al., 1985; Nachtigall & Vahl, 1989; Simonis, 2002). O K em solução, dados os baixos valores encontrados, é englobado com o K trocável.

No Brasil, a disponibilidade de K às plantas é avaliada, em nível de rotina, utilizando o extrator Mehlich-1 (H_2SO_4 0,0125 mol/L + HCl 0,05 mol/L) e a resina de troca catiônica.

O extrator Mehlich-1 extrai formas de K trocável mais fracamente adsorvidas à fase sólida do solo, apresentando valores inferiores ao trocável (extraído por NH_4OAC 1 mol/L pH 7), principalmente em solos com presença de minerais do tipo 2:1. Entretanto, os teores extraídos pelos dois métodos apresentam elevada correlação (Nachtigall & Vahl, 1989). Em solos do Rio Grande do Sul esses autores encontraram coeficientes de correlação entre os dois métodos superiores a 0,98. Contudo, nos solos com presença de argilas

2:1, a solução de Mehlich-1 extraiu 43 % e nos demais solos extraiu 82 % das formas trocáveis.

A capacidade do solo em suprir K para as plantas não depende apenas do teor e tipo de mineral potássico, mas também da taxa de sua liberação para a solução do solo, que é controlada por diversos fatores, como a concentração de K na solução do solo e a natureza e pureza dos minerais do solo (Ritchey, 1982; Song & Huang, 1988).

A principal dificuldade prática em avaliar a disponibilidade das reservas de K do solo é que os solos variam muito na capacidade de suprir as plantas com K de formas não-trocáveis. Duas formas de aproximação para esse problema têm sido utilizadas – cultivos sucessivos em casa de vegetação e extrações químicas sucessivas em laboratório (Lepsch et al., 1978; Halvin & Westfall, 1985; Harris et al., 1988; Song & Huang, 1988; Nachtigall & Vahl, 1989; 1991a; Lana & Neves, 1994; Melo, 1994; Melo et al., 1995a; Amaral, 2000; Markewitz & Richter, 2000; Ghosh & Singh, 2001; Hosseinpour & Kalbasi, 2002).

A técnica de cultivos sucessivos constitui o mais completo meio de estimar as reservas de K não-trocável, apesar de envolver grande quantidade de trabalho, o que a torna lenta para executar. Além disso, a utilização de número de cortes ou de espécies de plantas tem levado a resultados discrepantes entre trabalhos em um mesmo solo (Mielniczuk & Selbach, 1978).

Ácidos orgânicos, como cítrico e oxálico, também têm sido utilizados para avaliar a liberação de K por minerais e solo. O efeito desses ácidos é atribuído aos íons H dissociados e ao efeito complexante dos ácidos orgânicos (Song & Huang, 1988; Castilhos & Meurer, 2001; Hosseinpour & Kalbasi, 2002).

A extração de K do solo com soluções ácidas em moderadas concentrações e, usualmente, em elevadas temperaturas, tem sido a técnica de laboratório mais comumente usada. Extração sucessiva com HNO_3 1 mol/L, lixiviação contínua com HCl diluído e extração com tetrafenilborato de Na constituem métodos bem sucedidos.

Para a avaliação da capacidade de suprir nutrientes a médio prazo, além do HNO_3 , métodos de extração com resina catiônica ou tetrafenilborado de Na são os mais adequados por serem capazes de promover acentuada depleção do K do solo (Mielniczuk & Selbach, 1978).

Em solos do Rio Grande do Sul, quando o potássio foi extraído pelos métodos Mehlich-1, HNO_3 fervente e ataque sulfúrico, verificou-se que as melhores correlações entre os teores de K no solo com a produção e conteúdo de nutrientes na madeira de eucalipto foram obtidas com a extração com HNO_3 , cujos coeficientes de correlação aumentaram com o aumento da concentração de ácido de 0,25 a 4 mol/L, sugerindo que as plantas absorveram formas não-trocáveis do nutriente (Melo, 1994).

O mesmo autor também verificou diferenças entre a estabilidade das formas de K do solo, em que alguns solos apresentaram menores teores de K extraídos com HNO_3 , apesar dos teores totais de K serem superiores aos demais solos.

Relacionando o K extraído por cultivos sucessivos de milho com as formas trocáveis e extraídas por HNO_3 , Nachtigal & Vahl (1991a) também obtiveram maiores relações para o segundo método ($R^2 = 0,92$).

De acordo com Melo (1994), para Mg os teores extraídos pelo HNO_3 seguem comportamento similar ao do K. Seus coeficientes de correlação com produção e conteúdo de nutrientes também foram maiores para este método de extração que com os teores trocáveis e extraídos pelo ácido sulfúrico, mostrando que também para este nutriente formas não-trocáveis são liberadas e absorvidas pelo eucalipto ao longo do ciclo de crescimento.

Dentre as concentrações de HNO_3 utilizadas por Melo (1994) (0,25; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 mol/L), a considerada como a mais representativa da absorção de formas não trocáveis foi 1 mol/L, enquanto que concentrações inferiores subestimam e as superiores superestimam a quantidade dessas formas do nutriente absorvida pelo eucalipto.

Apesar das boas correlações obtidas, as formas de K não-trocável extraídas pelo HNO_3 normalmente são constituídas por uma quantidade

superior ao K não-trocável extraído pelas plantas (Mielniczuk & Selbach, 1978; Nachtigall & Vahl, 1991a; Melo, 1994).

As resinas sintéticas trocadoras de íons são, na sua maioria, polímeros orgânicos sólidos com cargas eletrostáticas que são neutralizadas por um contra-íon de carga oposta. Assim, elas funcionam de maneira análoga aos colóides do solo que possuem carga elétrica (Skogley & Dobermann, 1996). Em termos químicos, as resinas atuam como um ácido forte e, ou, base forte, liberando H^+ e, ou, OH^- (contra-íons) e adsorvendo outros nutrientes presentes na solução do solo. Elas atuam como drenos para os nutrientes do meio quando a resina tem uma maior afinidade por esses íons comparados com os contra-íons inicialmente presentes saturando a resina (Skogley & Dobermann, 1996).

As resinas de troca iônica representam a disponibilidade de nutrientes porque elas se assemelham ao processo de absorção de íons pelas raízes das plantas. A resina de troca catiônica remove os nutrientes da solução, simulando a absorção pelas raízes das plantas (Smethurst, 2000).

Para avaliar a liberação de nutrientes de formas não-trocáveis, têm se utilizado extrações sucessivas com resina de troca iônica (Gasparini, 1994). Essa técnica propicia uma exaustão dos nutrientes da solução, sendo estes repostos por formas trocáveis e, posteriormente, por formas não-trocáveis.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

O trabalho foi realizado em povoamentos de *Eucalyptus grandis* procedência Coffs Harbour, originados de sementes, localizados na região de Santa Bárbara, MG, entre as coordenadas geográficas 19 ° 53 ' e 20 ° 16 ' de latitude Sul e 42 ° 48 ' e 43 ° 49 ' de longitude Oeste, em área pertencente à Celulose Nipo-Brasileira S.A. (Cenibra S.A).

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, temperado chuvoso-mesotérmico (dados climáticos da região são apresentados no quadro 1).

O relevo regional varia de ondulado a montanhoso. Para o presente trabalho foram selecionados talhões com declividade entre 10-20 cm/m, localizados na metade superior da encosta. Apenas um dos locais (CX1) está localizado na parte inferior da encosta.

Na implantação do eucalipto aplicaram-se 100 g/cova da formulação NPK 5-25-10 + 0,5 % de boro. Quando a floresta atingiu um ano de idade distribuíram-se, em superfície na projeção da copa, 100 g/planta da formulação NPK 10-10-20.

Quadro 1 - Temperatura, umidade relativa do ar e precipitação mensal média no período 1996 a 2004, em Santa Bárbara – MG

Mês	Temperatura			Umidade relativa	Precipitação
	Máxima	Mínima	Média		
	----- °C -----			%	mm
Jan	28,5	20,8	24,8	67,9	355,0
Fev	28,9	21,7	25,6	62,6	162,7
Mar	28,3	20,0	24,5	66,2	134,0
Abr	27,4	19,3	23,8	64,8	44,1
Mai	24,5	16,4	21,4	62,8	29,6
Jun	23,6	13,8	20,1	59,9	5,3
Jul	24,1	14,7	20,5	58,2	3,0
Ago	25,3	15,0	21,0	56,2	17,6
Set	26,1	18,2	22,4	61,4	56,7
Out	27,7	18,5	23,4	60,1	95,4
Nov	25,9	19,6	23,0	66,5	320,1
Dez	28,1	20,0	24,6	66,5	310,6
Média	26,5	18,2	22,9	62,8	127,8
Total					1.534,2

3.1.1. Sítios Florestais

Os sítios florestais selecionados para o estudo abrangem cinco classes de solos, em que o eucalipto (*Eucalyptus grandis*) foi plantado no ano de 1996 (Quadro 2).

Quadro 2 - Sítios selecionados para estudo, data de plantio do eucalipto e classes de solo

Sítios	Plantio (mês/ano)	Solo
Brucutu	12/87*	Latossolo Vermelho perférrico (Ferrífero) (LVj)
Cururu	12/96	Cambissolo Háplico Tb distrófico (CX3)
Valéria II P1	05/96	Cambissolo Háplico Tb distrófico (CX2)
Valéria II P2	08/96	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd1)
Vargem Alegre	12/96	Cambissolo Háplico Tb distrófico (CX1)
Fonseca	10/96	Cambissolo Háplico Tb distrófico latossólico (CXL)
Egas	12/96	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd2)
Abre Campo	11/96	Latossolo Vermelho distrófico (LVd)

* Área sofreu corte em 05/96 (resultado de regeneração).

3.2. Solos

A caracterização química dos solos realizada antes do plantio da floresta é apresentada no quadro 3. Nos quadros 4, 5 e 6 estão apresentadas as caracterizações químicas dos solos em estudo aos 2, 5 e 7 anos de idade da floresta. A acidez é elevada em todos os solos e os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} estão abaixo da faixa de nível crítico de manutenção ($0,45$ e $0,1 \text{ cmol/dm}^3$ respectivamente, para um incremento médio anual de $20 \text{ m}^3/\text{ha/ano}$ de madeira) para a camada de 0-20 cm para a cultura de eucalipto (CFSEMG, 1999). Observa-se também que os solos apresentam baixa fertilidade. A caracterização granulométrica das amostras coletadas aos 2 anos de idade da floresta são apresentadas no quadro 7. Informações adicionais sobre os solos dos sítios florestais utilizados neste trabalho podem ser obtidas em Amaral (2000).

Quadro 3 - Caracterização química de amostras dos solos da camada 0-20 cm antes do plantio do eucalipto.

Solo	pH	CO	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	CTC		V	m
										efet	total		
		dag/kg	---mg/dm ³ ---					cmol _c /dm ³				----	----
CX2 ²	4,24	1,15	2,9	27	0,10	0,09	1,56	6,85	0,26	1,82	7,11	4	86
CXL ¹	4,53	1,81	2,3	27	0,17	0,07	1,76	7,33	0,31	2,08	7,64	4	82
LVA1 ²	4,34	1,81	1,2	22	0,02	0,07	1,81	6,10	0,16	1,97	6,25	2	92
LVA2 ¹	4,39	1,19	2,9	36	0,15	0,10	2,16	7,78	0,34	2,50	8,12	4	85
LVd ¹	4,16	1,50	2,3	29	0,13	0,07	1,92	7,40	0,27	2,19	7,68	4	87
LVj ¹	4,41	1,77	0,5	8	0,02	0,07	1,36	6,56	0,11	1,47	6,68	2	91

¹ Resultados médios do projeto ² Resultado do talhão em estudo

Solos CX1 e CX3 não avaliados antes do plantio do eucalipto; Extratores: P e K - Mehlich 1; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ - KCl 1 mol/L; H+Al - acetato de cálcio 0,5 mol/L a pH 7,0; CO (carbono orgânico) - Walkley & Black.

Fonte: Amaral, 2000.

Quadro 4 - Caracterização química do solo em três camadas aos dois anos de idade da floresta

Solo	Cam.	pH	CO	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	Zn	Cu	Fe	Mn	B
	cm		dag/kg					cmol _c /dm ³				mg/dm ³		
CX1	0 a 20	4,51	2,48	5,0	48	0,08	0,08	3,10	8,36	0,63	1,17	317	25,1	0,22
	20 a 60	4,8	1,45	1,8	20	0,05	0,04	2,52	5,36	0,41	0,88	395	17,7	0,12
	60 a 100	5,09	0,95	0,9	13	0,04	0,03	1,98	3,70	0,29	0,55	133	12,9	0,07
CX2	0 a 20	4,34	2,32	3,9	34	0,10	0,10	2,37	8,10	0,49	0,30	232	8,9	0,13
	20 a 60	4,61	1,59	1,4	15	0,04	0,05	2,03	5,99	0,43	0,35	421	6,6	0,08
	60 a 100	4,84	0,87	0,5	9	0,03	0,03	1,39	3,62	1,10	0,40	126	5,4	0,04
CX3	0 a 20	4,07	2,44	4,2	48	0,07	0,08	3,34	9,75	0,86	0,48	156	5,6	0,21
	20 a 60	4,24	1,57	1,3	30	0,04	0,04	2,86	7,11	0,40	0,47	165	3,4	0,16
	60 a 100	4,34	0,88	0,4	14	0,03	0,01	2,25	4,78	0,39	0,55	100	3,4	0,09
CXL	0 a 20	4,23	5,31	3,2	42	0,07	0,11	2,41	14,29	0,60	0,23	114	4,6	0,28
	20 a 60	4,5	3,03	0,8	18	0,05	0,05	1,39	8,06	0,42	0,19	142	3,1	0,21
	60 a 100	4,75	1,87	0,3	9	0,05	0,03	1,02	5,55	0,38	0,22	110	2,6	0,12
LVA1	0 a 20	4,42	2,33	2,3	40	0,10	0,11	2,46	8,44	0,49	1,07	106	9,7	0,16
	20 a 60	4,57	1,55	0,6	19	0,04	0,06	2,26	6,58	0,28	0,86	127	7,3	0,11
	60 a 100	4,72	1,09	0,4	10	0,03	0,05	1,85	5,39	0,28	0,82	79	6,9	0,08
LVA2	0 a 20	4,3	3,45	4,3	36	0,06	0,12	3,95	11,40	0,48	0,20	134	6,2	0,41
	20 a 60	4,58	1,98	1,4	17	0,04	0,08	3,19	7,14	0,25	0,13	215	8,8	0,32
	60 a 100	4,76	1,31	0,8	8	0,04	0,04	2,66	5,49	0,17	0,15	142	5,8	0,20
LVd	0 a 20	4,26	2,34	2,0	23	0,05	0,10	1,79	7,69	0,60	0,10	139	2,0	0,39
	20 a 60	4,47	1,48	0,8	14	0,03	0,06	1,16	4,57	0,33	0,09	121	1,3	0,33
	60 a 100	4,4	1,03	0,5	8	0,01	0,05	0,77	3,33	0,25	0,06	60	0,9	0,29
LVj	0 a 20	4,47	1,96	2,0	9	0,12	0,03	0,80	8,98	0,56	13,79	65	38,6	0,48
	20 a 60	5,06	1,37	1,4	3	0,09	0,02	0,29	6,39	3,04	14,14	78	47,4	0,34
	60 a 100	5,19	0,94	1,02	2	0,09	0,02	0,14	4,40	0,34	11,80	73	38,3	0,22

Quadro 5 - Caracterização química do solo em três camadas aos cinco anos de idade da floresta

Solo	Cam.	pH	CO	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	Zn	Cu	Fe	Mn	B
	cm		dag/kg	mg/dm ³		-----cmol _c /dm ³ -----						mg/dm ³		
CX1	0 – 20	4,84	1,71	2,60	21	0,02	0,05	2,09	5,60	0,27	0,54	123	10,7	0,32
	20 – 60	5,08	0,84	0,93	7	0,01	0,02	1,52	3,70	0,44	0,45	106	7,5	0,15
	60 – 100	5,15	0,39	0,50	4	0,01	0,01	1,65	2,64	0,29	0,30	57	3,3	0,17
CX2	0 – 20	4,58	2,01	2,42	25	0,02	0,06	1,67	6,27	1,16	0,20	131	4,8	0,41
	20 – 60	4,76	1,26	0,90	12	0,02	0,04	1,37	4,61	2,46	0,15	166	4,4	0,41
	60 – 100	5,04	0,76	0,54	6	0,02	0,02	0,98	2,90	0,66	0,15	97	3,6	0,24
CX3	0 – 20	4,27	2,90	2,95	37	0,03	0,06	2,64	11,68	1,18	0,20	127	2,2	0,46
	20 – 60	4,56	1,38	1,02	18	0,01	0,03	2,02	6,63	0,85	0,16	146	2,7	0,33
	60 – 100	4,69	0,69	0,36	8	0,01	0,01	1,58	4,12	0,65	0,13	61	2,5	0,39
CXL	0 – 20	4,64	5,29	2,88	43	0,03	0,08	1,83	10,50	1,23	0,25	121	4,4	0,59
	20 – 60	4,78	2,32	0,78	14	0,02	0,04	1,12	6,07	1,23	0,26	196	2,8	0,32
	60 – 100	4,88	1,48	0,53	7	0,01	0,02	1,05	4,23	1,17	0,31	114	1,9	0,24
LVAd1	0 – 20	4,53	2,21	1,67	30	0,04	0,07	1,75	7,33	0,14	0,82	104	7,1	0,41
	20 – 60	4,78	1,24	0,62	14	0,01	0,03	1,52	5,31	1,18	0,71	98	5,7	0,30
	60 – 100	4,97	0,84	0,43	7	0,01	0,01	1,13	4,02	1,07	0,49	56	3,9	0,24
LVAd2	0 – 20	4,51	3,08	2,78	33	0,03	0,07	3,46	10,70	0,39	0,13	169	5,4	0,39
	20 – 60	4,79	1,37	0,93	10	0,01	0,02	2,51	6,31	0,30	0,10	252	6,5	0,26
	60 – 100	4,98	0,84	0,64	6	0,01	0,01	2,08	4,37	0,44	0,11	108	4,3	0,17
LVd	0 – 20	4,63	2,16	1,79	23	0,03	0,05	1,23	4,79	0,22	0,09	114	1,2	0,32
	20 – 60	4,89	1,09	0,66	8	0,01	0,02	0,59	2,53	1,28	0,18	71	0,4	0,15
	60 – 100	4,89	0,74	0,47	3	0,00	0,01	0,29	1,83	1,12	0,19	23	0,1	0,15
LVJ	0 – 20	4,83	1,96	1,02	9	0,01	0,03	0,41	4,25	0,61	8,56	46	38,6	0,31
	20 – 60	4,98	1,13	0,52	5	0,00	0,01	0,08	2,85	0,23	7,99	51	33,0	0,14
	60 – 100	5,05	0,85	0,44	2	0,00	0,00	0,05	2,39	-	7,78	45	22,4	0,16

Quadro 6 - Caracterização química do solo em três camadas aos sete anos de idade da floresta

Solo	Cam.	pH	CO	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	Zn	Cu	Fe	Mn	Prem
	cm		dag/kg	mg/dm ³		-----cmol _c /dm ³ -----					----- mg/dm ³ -----			mg/L
CX1	0 - 20	4,84	2,22	3,7	21	0,17	0,08	2,51	6,48	0,51	0,51	231,17	14,02	21,26
	20 - 60	5,03	1,27	1,7	9	0,18	0,05	1,91	4,56	0,44	0,42	161,27	14,91	17,59
	60 - 100	5,13	0,71	1,0	6	0,15	0,03	1,47	3,05	0,30	0,23	57,41	10,54	21,91
CX2	0 - 20	4,76	2,73	2,9	24	0,16	0,12	1,61	6,75	0,73	0,18	158,49	5,98	18,01
	20 - 60	4,90	1,41	0,7	9	0,14	0,07	1,21	4,33	0,51	0,06	153,06	7,98	15,11
	60 - 100	5,06	0,87	0,4	6	0,14	0,05	0,84	2,86	0,41	0,08	90,54	7,06	18,75
CX3	0 - 20	4,46	3,44	5,3	35	0,12	0,13	2,82	10,90	0,62	0,15	131,92	2,61	15,97
	20 - 60	4,84	1,56	1,2	14	0,15	0,08	1,91	6,06	0,41	0,09	167,65	4,73	14,09
	60 - 100	4,98	0,93	0,5	10	0,15	0,06	1,46	4,10	0,35	0,09	85,69	5,73	14,68
CXL	0 - 20	4,79	5,50	3,1	31	0,12	0,07	1,69	10,07	0,59	0,37	133,64	5,09	10,88
	20 - 60	5,00	3,02	1,0	9	0,11	0,03	1,03	6,24	0,38	0,36	169,67	4,60	8,79
	60 - 100	5,04	2,28	0,5	5	0,08	0,01	0,82	5,09	0,32	0,38	119,73	3,59	8,29
LVAd1	0 - 20	4,69	3,00	1,9	26	0,19	0,12	1,96	8,82	0,39	0,66	87,70	10,10	13,02
	20 - 60	4,86	1,80	0,5	10	0,14	0,06	1,59	6,43	0,23	0,51	94,89	9,09	10,95
	60 - 100	4,81	1,20	0,3	7	0,12	0,03	1,26	4,95	0,18	0,37	56,10	6,77	8,74
LVAd2	0 - 20	4,62	3,28	3,4	23	0,10	0,07	2,86	9,59	0,75	0,35	294,72	7,19	13,19
	20 - 60	4,83	1,93	1,0	10	0,09	0,03	2,36	7,11	0,48	0,25	410,99	8,55	11,40
	60 - 100	4,91	1,27	0,4	7	0,10	0,02	1,97	5,71	0,46	0,16	74,43	6,71	11,91
LVd	0 - 20	4,78	2,96	2,2	22	0,13	0,07	1,40	6,07	0,60	0,19	108,76	2,43	16,29
	20 - 60	5,01	1,46	0,7	10	0,16	0,04	0,67	3,46	0,43	0,18	54,26	2,19	13,28
	60 - 100	4,91	0,97	0,4	5	0,10	0,03	0,36	2,57	0,28	0,18	20,10	0,98	8,23
LVj	0 - 20	5,17	4,28	1,6	14	0,15	0,10	0,40	6,16	0,63	20,50	59,91	83,36	9,29
	20 - 60	5,41	2,84	0,7	8	0,14	0,06	0,08	3,76	0,42	18,37	48,79	80,03	4,79
	60 - 100	5,28	2,23	0,7	5	0,11	0,04	0,02	3,10	0,39	19,83	43,04	54,21	2,26

Quadro 7 - Caracterização granulométrica dos solos em três camadas sob cultivo de eucalipto, aos dois anos de idade da floresta

Solo	Camada	Areia Grossa	Areia Fina	Areia Total	Silte	Argila	ADA	Classificação Textural
-----%								
CX1	0 a 20	21	27	48	20	32	30	Franco Argilo Arenoso
CX1	20 a 60	26	16	42	23	35	29	Franco Argiloso
CX1	60 a 100	26	17	43	28	29	26	Franco Argiloso
CX2	0 a 20	17	31	48	14	38	29	Argilo Arenoso
CX2	20 a 60	19	21	40	17	43	31	Argiloso
CX2	60 a 100	15	30	45	15	40	35	Franco Argiloso
CX3	0 a 20	19	32	51	14	35	29	Argiloso
CX3	20 a 60	19	23	42	14	44	37	Argiloso
CX3	60 a 100	18	22	40	13	47	45	Argiloso
CXL	0 a 20	8	23	31	15	54	30	Argiloso
CXL	20 a 60	9	17	26	13	61	41	Muito Argiloso
CXL	60 a 100	11	15	26	14	60	41	Muito Argiloso
LVA _d 1	0 a 20	19	26	45	13	42	33	Argiloso
LVA _d 1	20 a 60	13	26	39	13	48	42	Argiloso
LVA _d 1	60 a 100	16	22	38	13	49	47	Argiloso
LVA _d 2	0 a 20	23	11	34	16	50	36	Argiloso
LVA _d 2	20 a 60	21	13	34	17	49	38	Argiloso
LVA _d 2	60 a 100	22	11	33	17	50	42	Argiloso
LV _d	0 a 20	16	43	59	9	32	23	Franco Argilo Arenoso
LV _d	20 a 60	13	40	53	9	38	23	Argilo Arenoso
LV _d	60 a 100	12	36	48	10	42	35	Argilo Arenoso
LV _j	0 a 20	12	39	51	31	18	11	Franco
LV _j	20 a 60	15	29	44	36	20	15	Franco
LV _j	60 a 100	16	20	36	40	24	0	Franco

ADA – argila dispersa em água.

3.2.1. Amostragem de Solo

As amostragens de solo foram realizadas aos 2, 5 e 7 anos da floresta, coletando-se 10 amostras de solo por parcela, no centro da entrelinha, distribuídas aleatoriamente na parcela, nas camadas de 0-20; 20-60 e 60-100 cm, utilizando-se trado holandês.

3.3. Parcelas Experimentais

Em 1998, em cada sítio, foi demarcada uma parcela experimental de 60 x 60 m, abrangendo 600 árvores no espaçamento 3 x 2 m. Nessas parcelas foram realizadas coletas de solo e planta em 1998, 2001 e 2003, ocasiões em que as plantações de eucalipto se encontravam com 2, 5 e 7 anos, respectivamente.

3.3.1. Caracterização Mineralógica

A caracterização mineralógica das frações argila, silte e areia fina, realizada por difratometria de raios-X, utilizando difratômetro de raios-X com tubo de cobre e filtro de níquel é apresentada no quadro 8. A argila foi tratada com ditonito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB) para remoção do ferro livre (Mehra & Jackson, 1960), sendo preparadas lâminas orientadas que foram irradiadas no intervalo de 4 a 40 ° 2 θ . Lâminas escavadas contendo as frações silte e areia fina foram irradiadas no intervalo de 2 a 50 ° 2 θ . Mais informações a respeito da mineralogia dos solos em estudo podem ser obtidas em Amaral (2000).

Quadro 8 - Minerais presentes nas frações areia fina, silte e argila desferrificada dos solos

Solo – Sítio	Horizonte	Minerais		
		Argila desferrificada	Silte	Areia fina
CX1 – VA	Bi2, C	Ka, Gb, Il	Qz, Ka, Gb, Mi, Fd	Qz, Mi, Ka/Fd, Fd
CX2 – VIIP1	Bi2, 2C2	Ka, Gb, Il	Qz, Ka, Gb, Mi	Qz, Ka/Fd
CX3 – Cr	Bi1, C	Ka, Gb, Il	Qz, Gb, Ka, Mi, An	Qz, Ka/Fd, Mi
CXL – Fs	Bi2, BC	Ka, Gb, Il/VHE	Qz, Gb, Ka, An, Hm	Qz, Gb, Ka
LVAAd1–VIIP2	Bw1	Ka, Gb, Il, Il/VHE	Qz, Gb, Ka, Mi, An	Qz
LVAAd2 - Eg	Bw1	Ka, Gb, Il /VHE	Qz, Gb, Ka, Mi, An	Qz, Gb
LVd – AC	Bw1	Ka, Gb, VHE	Qz, Gb, Hm, An	Qz
LVj - Br	Bw2	Gb, Ka, Hm, An, Qz	Hm, Mt	Qz, Hm

Qz – quartzo, Gb – gibbsita, Ka – caulinita, Il – Ilita, Hm – hematita, VHE – vermiculita com hidroxi entrecamada, Mi – mica, Fd – feldspato, An – anatásio, Mt – maghemita.

Fonte: Amaral, 2000.

3.3.2. Análise Química de Rotina

As análises químicas de solo foram realizadas nas amostras coletadas aos 2, 5 e 7 anos de idade da floresta.

Determinou-se o pH em água pelo método potenciométrico, com relação solo-solução 1:2,5; Ca, Mg e Al trocáveis extraídos por KCl 1 mol/L, na proporção 1:10 e determinação de Ca e de Mg por espectrofotometria de absorção atômica e Al por titulometria; acidez potencial (H + Al), extraída por acetato de cálcio 0,5 mol/L pH 7,0, na proporção 1:15 e determinação por titulação com NaOH 0,0606 mol/L; K disponível extraído por solução de Mehlich-1 e determinação por fotometria de emissão de chama; P disponível extraído por solução de Mehlich-1 e determinado por colorimetria, utilizando-se ácido ascórbico como agente redutor; e carbono de compostos orgânicos pelo método de Walkley-Black (Embrapa, 1997).

3.3.2.1. Ataque Ácido Total

Realizada pelo ataque das amostras de solo com HCl, HClO₄, HNO₃ e HF segundo Soil Survey Laboratory Methods Manual (USA, 1996), determinando-se K no fotômetro de chama e Ca e Mg no espectrofotômetro de absorção atômica.

3.3.2.2. Extração Ca, Mg e K com HNO₃ 2 mol/L

Extração de Ca, Mg e K utilizando 10 cm³ de TFSA com 25 mL de solução de HNO₃ 2 mol/L fervente a 113 °C por 25 min (Pratt & Morse, 1954), determinando-se K por fotometria de emissão de chama e Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica.

3.3.2.3. Extração de Ca, Mg e K com Resina de Troca Catiônica

Amostras de solo coletadas aos 5 e 7 anos de idade da floresta foram submetidas a 10 extrações sucessivas com resina de troca catiônica, determinando-se o teor de Ca, Mg e K extraídos em cada extração. Em tubos de centrífuga, adicionaram-se 2,5 cm³ de TFSA, 25 mL de água destilada e uma lâmina de resina de troca catiônica. Esse conjunto (solo+água+resina) foi agitado por 16 h em agitador horizontal a 220 rpm. Após esse período a resina foi substituída, agitando-se novamente e assim subsequentemente até a décima extração. A resina retirada após cada agitação foi lavada com água destilada para remover o solo aderido, e os elementos Ca, Mg e K foram extraídos com 25 mL de solução NH₄Cl 0,5 mol/L. Os teores de Ca e Mg foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica e de K por fotometria de emissão de chama.

3.4. Coleta e Análise de Planta

Em cada época de amostragem (1998, 2001 e 2003) foram abatidas quatro árvores com DAP médio da parcela para determinação da produção de matéria seca.

Cada árvore foi dividida em lenho, casca, ramos e folhas e seus componentes pesados. Amostras do lenho (discos com aproximadamente 3 cm de espessura) foram coletados na base, no meio e no ápice do tronco de cada árvore, e amostras de galhos e folhas foram coletadas após homogeneização do material. A casca foi amostrada em toda a extensão do tronco.

A manta orgânica mais subbosque foram quantificados utilizando-se um quadrado de 0,5 x 0,5 m lançado aleatoriamente nos quatro quadrantes da parcela. O material foi pesado e amostrado para determinação da produção de matéria seca e realização das análises químicas.

As amostras foram levadas ao laboratório e secas em estufa com ventilação forçada à temperatura de 75 °C, até peso constante.

O material, com exceção dos discos do lenho, foi triturado em moinho do tipo Wiley, para a realização da análise química de, K, Ca e Mg. A análise química do lenho foi realizada em amostras de serragem. Após digestão nítrico-perclórica, foram determinados os teores de K por fotometria de emissão de chama e os teores de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica.

3.5. Balanço Nutricional em Potássio, Cálcio e Magnésio

O balanço de nutrientes (K, Ca e Mg) para as três idades da floresta (2, 5 e 7 anos), foi calculado pela comparação das quantidades de nutrientes requeridas pelas plantas (sistema planta) com aquelas que o solo pode suprir (sistema solo).

3.6. Passos para Estimar a Contribuição de K Não-Disponível e Ca e Mg Não-Trocáveis

1) Cálculo da variação do nutriente na planta (Δ planta)

$$\Delta\text{planta} = \text{CNplanta}_f - \text{CNplanta}_i$$

CNplanta_f = Conteúdo do nutriente na planta na idade final;

CNplanta_i = Conteúdo do nutriente na planta na idade inicial.

2) Cálculo da variação do nutriente no solo (Δ solo)

$$\Delta\text{solo} = \text{CNsolo}_f - \text{CNsolo}_i$$

CNsolo_f = Conteúdo do nutriente no solo (0-100 cm) na idade final;

CNsolo_i = Conteúdo do nutriente no solo (0-100 cm) na idade inicial;

OBS: Se Δ solo for negativo indica que houve declínio do nutriente no solo.

3) Cálculo da contribuição do K não-disponível e Ca e Mg não-trocável

$$\text{CONTRIBUIÇÃO (\%)} = [(\Delta\text{planta} - \Delta\text{solo}) \times 100] / \Delta\text{planta}$$

3.7. Coeficiente de Utilização Biológica (CUB)

O coeficiente de utilização biológica foi calculado dividindo-se os valores da matéria seca total da parte aérea pelo conteúdo total do nutriente absorvido. Os valores de CUB's obtidos representaram a eficiência na utilização de nutrientes.

3.8. Número Potencial de Cortes (NPC)

Estimou-se o número potencial de cortes (NPC) (Barros et al., 1986), como tentativa de estimar a sustentabilidade dos oito sítios, com base no conteúdo de K, Ca e Mg acumulados na planta (aos 2, 5 e 7 anos de idade) e no conteúdo de nutrientes no solo, em formas disponíveis (K), trocáveis (Ca e

Mg) e extraídas por HNO_3 2 mol/L, considerando a camada de 0-100 cm, da seguinte forma:

$$\text{NPC} = (\text{CNS} + \text{CNC})/\text{CNT}$$

em que:

CNS = Conteúdo de nutriente no solo, kg/ha;

CNC = Conteúdo de nutriente na copa, kg/ha;

CNT = Conteúdo de nutriente no tronco, kg/ha;

3.9. Análise Estatística

Para todos os sítios, realizou-se a análise de variância (ANOVA) para as seguintes características: a) teores de K extraído por Mehlich-1, Resina, HNO_3 2 mol/L e Ataque ácido total; b) teores de Ca e Mg extraído por KCl 1 mol/L, Resina, HNO_3 2 mol/L e Ataque ácido total; c) produção de matéria seca da parte aérea; e d) teores e conteúdos de K, Ca e Mg na parte aérea das plantas, como inteiramente casualizado.

Foram calculadas correlações entre as diferentes formas de K, Ca e Mg no solo e correlações para produção de matéria seca e conteúdo de K, Ca e Mg com teores de K, Ca e Mg no solo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Liberação de Nutriente no Solo

4.1.1. Potássio

As extrações sucessivas de K, Ca e Mg com resina de troca catiônica foram realizadas em amostras coletadas em plantações com 5 e 7 anos de idade .

Na primeira extração com resina foi removida a maior parte do K nas duas idades e três profundidades avaliadas (Figura 1). Aos 5 anos de idade da floresta, na profundidade de 0-20 cm, na primeira extração a maior proporção foi obtida no sítio Abre Campo (LVd), com 82 % do total das dez extrações sucessivas, e as menores no Vargem Alegre (CX1) com 61 % e Brucutu (LVj) com 55 %. Nos demais solos esses valores ficaram entre 74 % e 76 %. Até a terceira extração sucessiva foram extraídos 82 % do K no sítio Brucutu (LVj), 87 % no Vargem Alegre (CX1) e mais de 90 % nos demais solos. Na camada de 20-60 cm a primeira extração correspondeu a 45 % do total extraído no Vargem Alegre (CX1) e entre 58 e 73 % nos demais solos. Nessa camada até a terceira extração foram extraídos entre 76 e 90 % do K. Na camada 60-100 cm a primeira extração foi responsável por 37 % do extraído no sítio Vargem Alegre (CX1) e entre 52 e 68 % nos demais solos. Até a terceira extração os teores extraídos ficaram entre 73 e 82 % do total das dez extrações.

Nas amostras coletadas na plantação com 7 anos de idade, a primeira extração com resina superou 70 % do total extraído nas camadas 0-20 e 20-60 cm. Até a terceira extração as quantidades obtidas variaram entre 85 e 98 % do K dessas camadas, evidenciando baixa capacidade da fase sólida do solo em repor o K extraído ao longo das extrações. Na camada de 60-100 cm a primeira extração foi responsável por 56 a 79 % do total extraído. Até a terceira extração foi obtido 71 % do total extraído no Abre Campo (LVd) e mais de 80 % nos demais solos.

A partir da quarta extração sucessiva os teores extraídos estabilizaram entre 0 e 0,5 mg/dm³/extração na maioria dos solos. Nos poucos casos em que

foram extraídos teores mais elevados, estes sempre se mantiveram abaixo de 1 mg/dm³/extração. Semelhante modelo de liberação de K foi observado por Nachtigall & Vahl (1991b) que avaliaram a dinâmica de liberação de K de 11 solos da região sul do Rio Grande do Sul por meio de seis cultivos sucessivos com milho e azevém. Constataram que a extração de K foi maior nos primeiros cultivos e tendeu a alcançar uma taxa constante a partir do terceiro cultivo. Em todos os solos estudados pelos autores, os teores de K trocável caíram mais de 50 % após o primeiro cultivo.

Lana & Neves (1994) ao avaliarem a capacidade de suprimento de K em seis solos sob eucalipto no estado de São Paulo submetidos a quatro cultivos sucessivos, verificaram que a extração de K foi maior no primeiro cultivo, sendo em média, 46 % da quantidade total extraída, tendendo a uma absorção constante a partir do segundo cultivo.

Os teores médios de K extraídos pela resina não variaram ao se comparar com solos coletados nas plantações de 5 e 7 anos de idade. Isto pode ser um indicativo de que a ciclagem de nutrientes, tanto interna na planta, quanto a que ocorre com a queda de serapilheira está suprimindo a maior parte da necessidade de K para o crescimento das plantas. Em todos os solos, nas duas idades da floresta, os maiores teores de K ocorreram na camada 0-20 cm e os menores na camada 60-100 cm. Este comportamento é o mesmo obtido com a extração das formas disponíveis de K pelo extrator Mehlich-1(Kd) .

O sítio Cururu (CX3) apresentou os maiores teores de K extraídos pela resina de troca catiônica (KR) nas três profundidades do solo e duas idades da floresta avaliadas (Figura 1). Uma explicação para isso, está na composição mineralógica das frações silte, areia fina e argila desferrificada desse solo, onde foram encontradas mica no silte e interestratificados de feldspato e caulinita na fração areia fina (Quadro 8). O mesmo comportamento foi verificado com relação ao K extraído por Mehlich-1(Kd).

Os menores teores de K extraído pela resina (KR) foram obtidos nos sítios Abre Campo (LVd) e Brucutu (LVj), sendo este um reflexo da baixa capacidade de suprimento de K, ocasionada pela ausência de minerais potássicos nesses solos. Minerais como os feldspatos, que podem ser encontrados na fração

areia e considerados como facilmente intemperizáveis, encontram-se ausentes, evidenciando não só o alto grau de intemperismo desses solos, mas também a baixa capacidade de suprimento de K da fração areia (Ricci, 1987).

O teor de K extraído pela resina de troca catiônica (KR) apresentou estreita correlação com o Kd, principalmente na camada superficial, entretanto os teores obtidos foram inferiores ao Kd nas primeiras extrações. Quando considerado o acumulado das extrações sucessivas com resina, os teores foram altamente correlacionados entre os métodos (Quadro 9). Villa et al. (2004), ao caracterizarem formas de K em solos de várzea e sua disponibilidade para o feijoeiro, encontraram estreita correlação entre os valores de K disponível pelos extratores Mehlich-1 e Resina ($r=0,99^*$), mostrando que o K ocupa, no complexo, posição de troca acessível aos dois extratores testados.

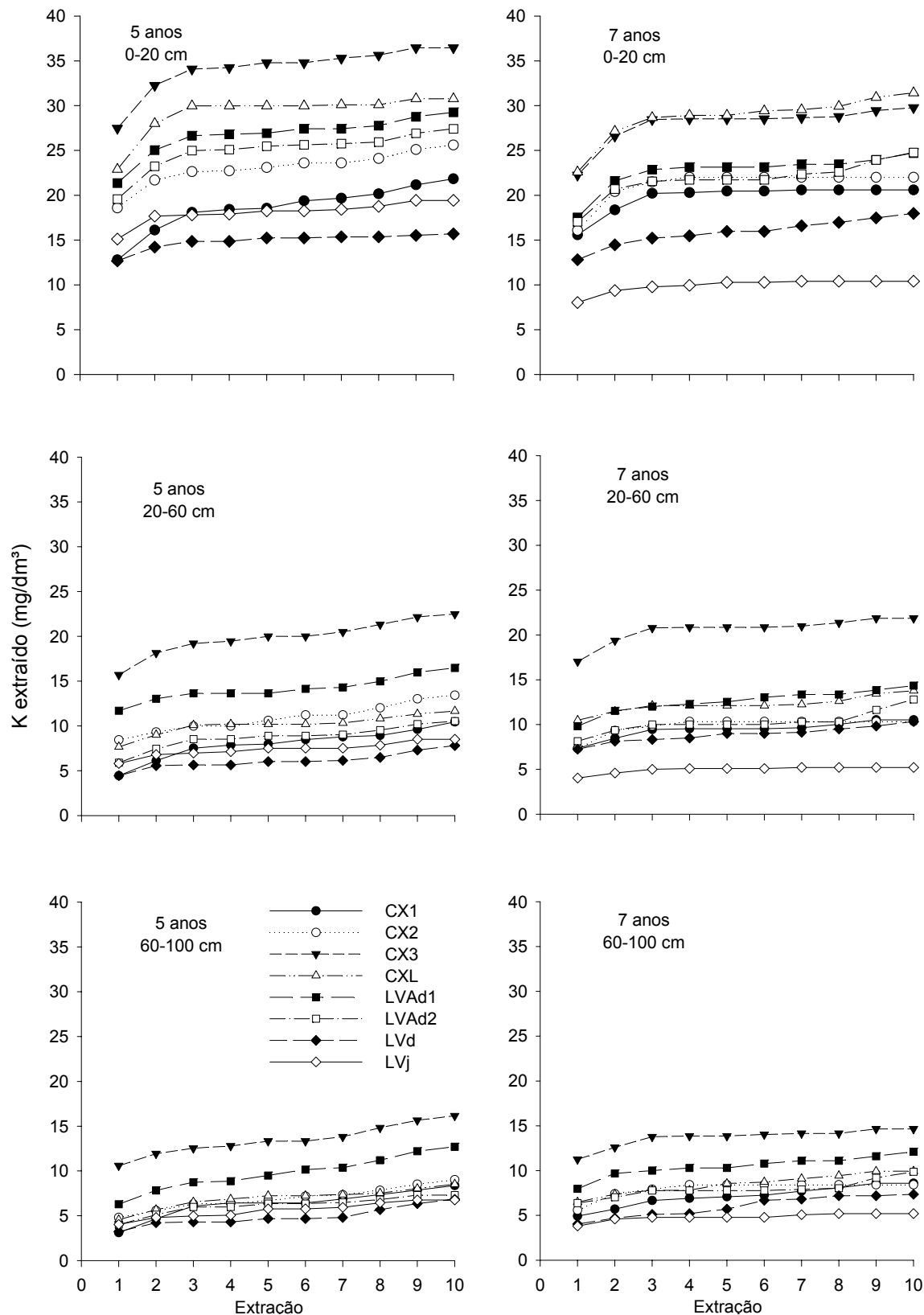


Figura 1. Extração acumulada de potássio por resina de troca catiônica em amostras de solo coletadas em florestas de eucalipto com cinco e sete anos de idade.

Quadro 9 - Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de potássio extraídos por Mehlich-1 (Kd) e os teores acumulados de K extraídos ao longo de dez extrações sucessivas com resina de troca catiônica (KR), em duas idades da floresta e três camadas do solo

Extração	Idade					
	cinco anos			sete anos		
	0-20	20-60	60-100	0-20	20-60	60-100
KR1	0,92 **	0,88 **	0,65 °	0,97 **	0,88 **	0,89 **
KR1-2	0,93 **	0,89 **	0,67 °	0,96 **	0,89 **	0,87 **
KR1-3	0,93 **	0,90 **	0,73 *	0,96 **	0,89 **	0,89 **
KR1-4	0,93 **	0,89 **	0,73 *	0,96 **	0,89 **	0,89 **
KR1-5	0,93 **	0,89 **	0,71 *	0,96 **	0,90 **	0,85 **
KR1-6	0,92 **	0,89 **	0,73 *	0,96 **	0,89 **	0,84 **
KR1-7	0,92 **	0,89 **	0,72 *	0,96 **	0,90 **	0,83 *
KR1-8	0,91 **	0,89 **	0,68 °	0,96 **	0,90 **	0,81 *
KR1-9	0,90 **	0,88 **	0,68°	0,96 **	0,89 **	0,80 *
KR1-10	0,90 **	0,89 **	0,67°	0,95 **	0,89 **	0,81 *

°, *, ** significativo a 10, 5 e 1 % de probabilidade pelo teste “t”, respectivamente.

Quadro 10 - Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de cálcio e magnésio trocáveis (Cat e Mgt) e os teores acumulados dos nutrientes extraídos ao longo de dez extrações sucessivas com resina de troca catiônica (ER1 a ER10), em duas idades da floresta e para a camada de 0-20 cm

Extração	Cinco anos		Sete anos	
	Mgt	Cat	Mgt	Cat
ER1	0,96 ***	0,81 ***	0,72 ***	0,21 ^{ns}
ER1-2	0,96 ***	0,79 ***	0,75 ***	0,31 ^{ns}
ER1-3	0,96 ***	0,81 ***	0,76 ***	0,28 ^{ns}
ER1-4	0,96 ***	0,81 ***	0,76 ***	0,30 ^{ns}
ER1-5	0,97 ***	0,81 ***	0,77 ***	0,30 ^{ns}
ER1-6	0,97 ***	0,78 ***	0,77 ***	0,27 ^{ns}
ER1-7	0,97 ***	0,80 ***	0,77 ***	0,29 ^{ns}
ER1-8	0,97 ***	0,79 ***	0,77 ***	0,31 ^{ns}
ER1-9	0,97 ***	0,78 ***	0,77 ***	0,31 ^{ns}
ER1-10	0,97 ***	0,78 ***	0,77 ***	0,31 ^{ns}

°, *, ** significativo a 10, 5 e 1 % de probabilidade pelo teste “t”, respectivamente.

4.1.2. Magnésio

Na primeira extração com resina de troca catiônica, em todos os solos e nas duas idades avaliadas, os teores de Mg extraídos foram inferiores a $0,06 \text{ cmol}_e/\text{dm}^3$. O acumulado das dez extrações foi inferior a $0,08 \text{ cmol}_e/\text{dm}^3$. Os teores obtidos na camada 60-100 cm foram inferiores aos das camadas superficiais (Figura 2).

Nas camadas de 0-20 e 20-60 cm, mais de 50 % do Mg foram extraídos na primeira extração, com a maioria dos sítios apresentando percentagens superiores a 70 % na camada 0-20 cm e a 60 % na camada 20-60 cm. Até a terceira extração sucessiva, entre 70 e 90 % do Mg foram extraídos nessas camadas. Da quarta extração em diante os teores extraídos foram inferiores a $0,002 \text{ cmol}_e/\text{dm}^3/\text{extração}$.

Na camada de 60-100 cm a primeira extração foi responsável por 40 a 65 % do total extraído. Até a terceira extração os teores extraídos representaram entre 75 e 80 % do total das dez extrações.

As correlações entre os teores de Mg extraídos pela resina de troca catiônica e os teores trocáveis, obtidos por KCl 1 mol/L, foram elevadas nas avaliações realizadas nas duas idades da floresta (Quadro 10). Os teores extraídos pelos dois métodos também são similares, evidenciando que a resina, mesmo com dez extrações sucessivas, foi eficiente em extrair apenas formas de Mg trocáveis. Isto demonstra também que os solos apresentam baixa capacidade de reposição do Mg extraído (Quadro 10).

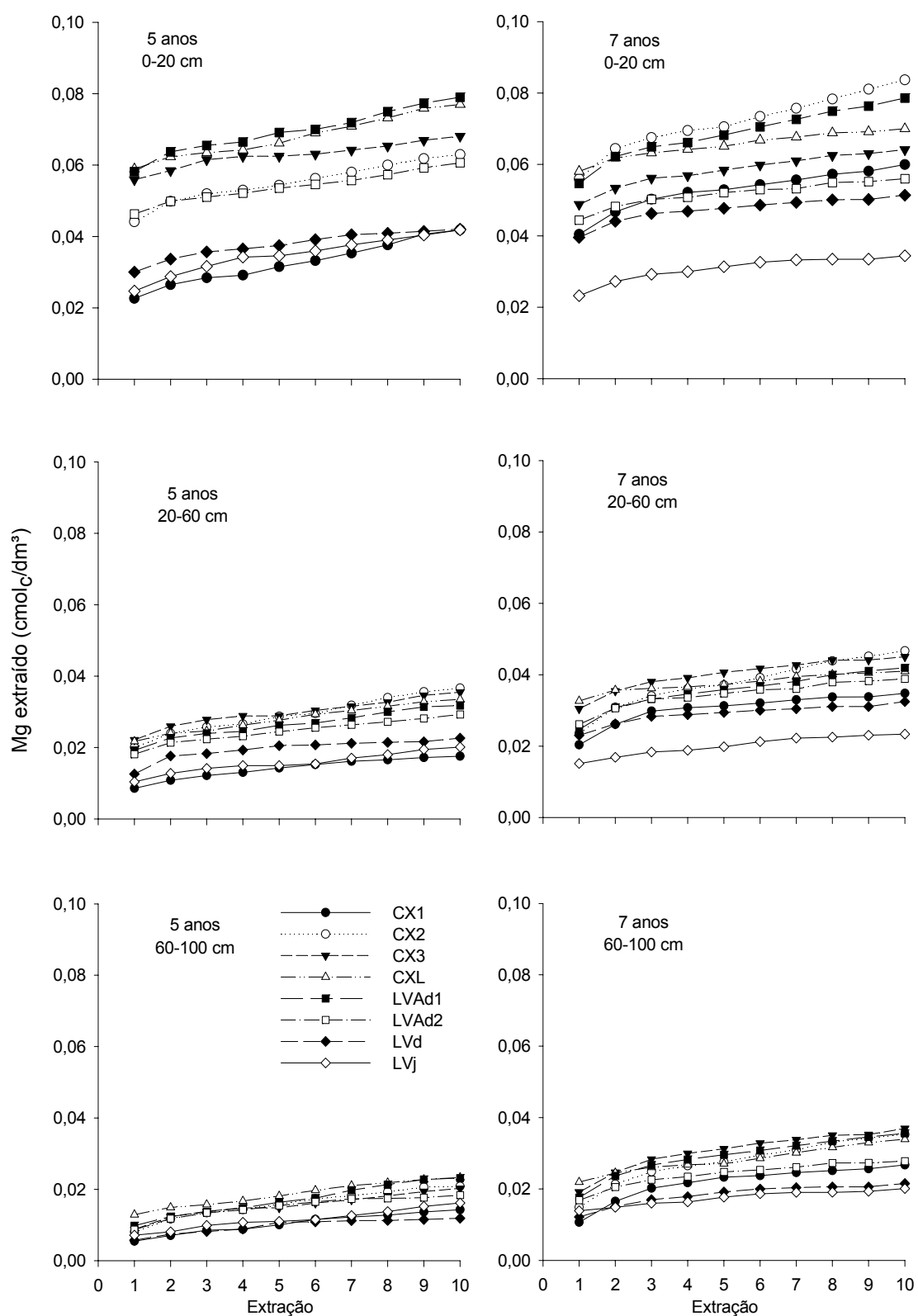


Figura 2. Extração acumulada de magnésio por resina de troca catiônica em amostras de solo coletadas em florestas de eucalipto com cinco e sete anos de idade.

4.1.3. Cálcio

Os teores de Ca extraídos pela resina de troca catiônica foram maiores na floresta aos 7 anos de idade quando comparados à coleta realizada aos 5 anos de idade (Figura 3). Resultado similar ocorreu com os teores trocáveis extraídos por KCl 1 mol/L. Ambas as coletas foram realizadas no mês de agosto, o que eliminaria o fator época do ano nesta variação. Entretanto, esse mês coincide com o reinício do período de chuvas na região e, neste caso, diferenças na quantidade de chuvas ocorridas até o momento da coleta poderiam ser um fator de alteração da disponibilidade de nutrientes no solo.

De modo similar ao K e Mg, a maior parte do Ca foi extraída na primeira extração com resina. Até a terceira extração mais de 65 % do nutriente foi extraído nas amostras coletadas aos 5 anos e mais de 80 % nas amostras coletadas no eucalipto aos 7 anos de idade.

O Ca extraído ao longo de dez extrações sucessivas foi inferior a $0,07 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ aos 5 anos e inferior a $0,11 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ aos 7 anos de idade da floresta, sempre com os maiores teores ocorrendo na camada 0-20 cm de profundidade. A partir da quarta extração os teores se mantiveram abaixo de $0,006 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3/\text{extração}$ em todos os solos, nas duas idades avaliadas.

A correlação entre os teores de Ca extraídos pela resina de troca catiônica e os teores trocáveis foi elevada na coleta realizada aos 5 anos de idade da floresta, mas baixa nas amostras coletadas aos 7 anos (Quadro 10). Essas baixas correlações, entretanto, devem ser avaliadas com cuidado, dada a estreita faixa de valores (0,06 a 0,11 para resina e 0,08 a 0,19 para KCl) e a similaridade entre os teores extraídos entre os solos dentro de cada método.

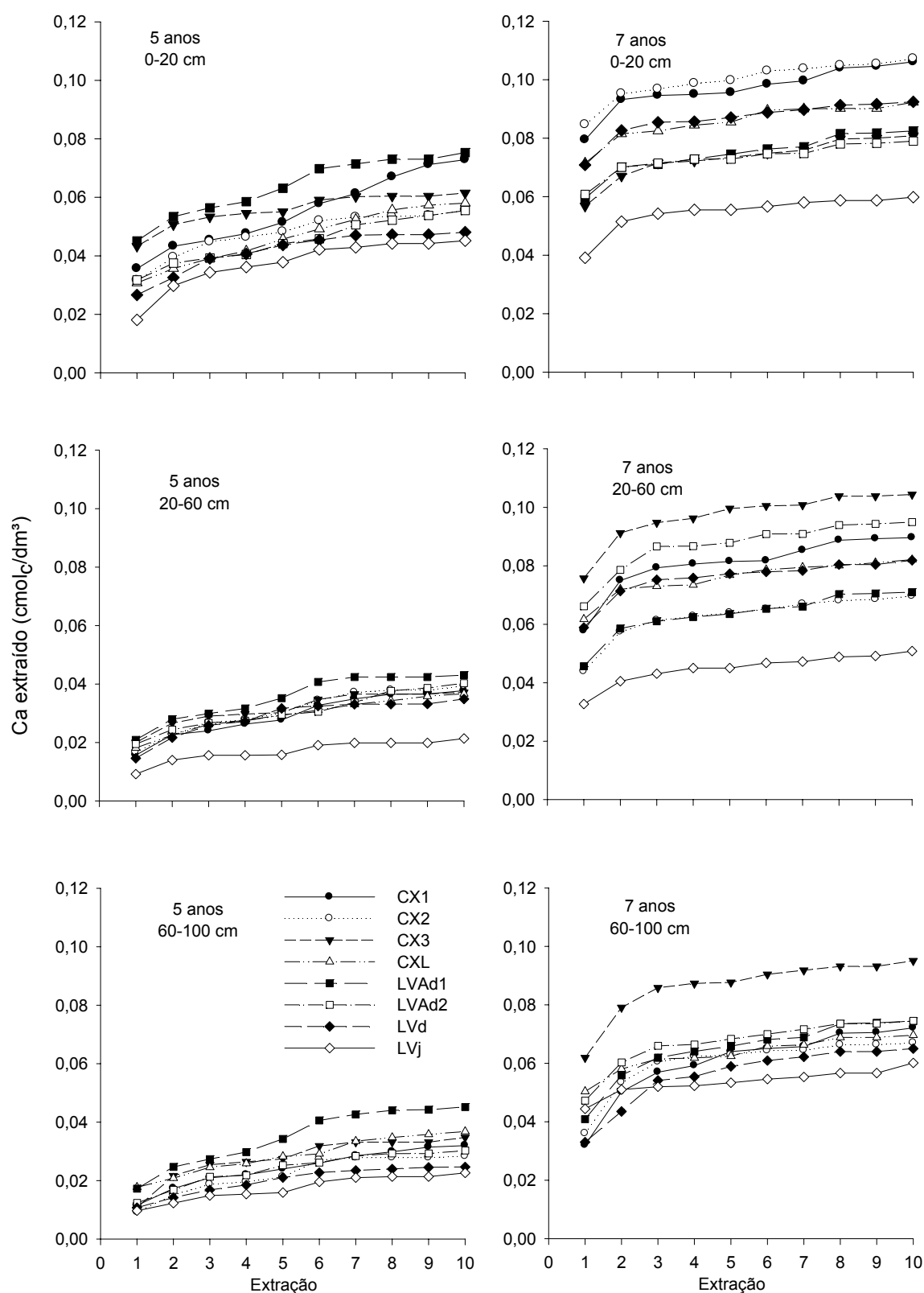


Figura 3. Extração acumulada de cálcio por resina de troca catiônica em amostras de solo coletadas em florestas de eucalipto com cinco e sete anos de idade.

4.2. Formas de Nutrientes no Solo

4.2.1. Formas de Potássio

Os teores de K estrutural (KEs), K extraído com HNO_3 2 mol/L fervente (KAN), K disponível extraído por Mehlich-1 (Kd), K não-disponível (Knd) e K resina (KR) foram variáveis entre os sítios estudados, em decorrência, principalmente, da composição mineralógica e propriedades físicas dos solos, como profundidade e capacidade de armazenamento de água.

O KEs, que foi obtido pela diferença entre o K total do solo (determinado por ataque tetra ácido) e o KAN (extraído por HNO_3 2 mol/L fervente) foi a forma onde se encontrou a maior quantidade de K no solo (Quadro 11). Nela, o K faz parte da estrutura dos minerais primários e, ou, secundários sendo o K liberado para a solução do solo quando esses minerais são intemperizados. Como a intemperização é um processo lento, essa forma estrutural de K é mais importante para espécies nativas e florestais, que têm exigências nutricionais a médio e a longo prazo. Como a espécie estudada neste trabalho foi o *Eucalyptus grandis*, foi definido que os teores de KEs obtidos neste trabalho representam a reserva de K dos solos a longo prazo. Essa reserva de K em longo prazo (KEs) foi mais baixa para os sítios Fonseca (CXL), Abre Campo (LVd) e Brucutu (LVj) variando de 283 a 1 212 mg/dm^3 (Quadro 11). Esses teores foram menores do que os teores de K total, representando a reserva de longo prazo, dos solos do Planalto do Rio Grande do Sul, os quais variaram de 1 583 a 3 381 mg/dm^3 (Mielniczuk & Selbach, 1978) e de solos da região de Botucatu, de 1 250 e 2 867 mg/dm^3 (Bull, 1983), fato consistente com o grau avançado de intemperismo dos solos dos sítios estudados evidenciado pela presença de caulinita nas frações areia, silte e argila e pela ausência de minerais potássicos nesses solos (Quadro 8). Santos (1993), em oito Latossolos sob cultivo de *Eucalyptus grandis* na região do Vale do Rio Doce – MG, encontrou valores entre 63 e 747 mg/kg de K, valores estes bem inferiores aos encontrados neste trabalho, exceto para os solos dos sítios Abre Campo (LVd) e Brucutu (LVj). Apesar dos maiores teores de KEs dos solos dos demais sítios, eles também apresentam reserva limitada do nutriente principalmente

quando comparados aos valores de K extraídos pelo ataque sulfúrico encontrados por Melo (1994). Em oito solos do Rio Grande do Sul, Melo (1994) encontrou valores de K, como reserva de longo prazo, entre 2 000 e 34 700 mg/dm³.

Os maiores teores de KEs foram observados nos sítios Vargem Alegre (CX1), Valéria II P2 (LVAd1) e Cururu (CX3). Esse fato pode ser explicado pela presença de mica nas frações areia fina e silte desses solos. Dos 2 aos 7 anos de idade da plantação os teores de KEs decresceram, mas mantiveram-se maiores nos horizontes inferiores do solo durante todo o ciclo, o que evidencia a reserva do material de origem quanto a esse nutriente, possivelmente fazendo parte da estrutura de feldspato e mica.

Quadro 11 – Potássio extraído por Mehlich-1 (Kd), Resina (KR), Ácido Nítrico 2 mol/L (KAN), potássio não-disponível (Knd = KAN – Kd) e potássio estrutural (KEs = K total – KAN) em diferentes sítios florestais, em três camadas (0-20, 20-60 e 60-100 cm) e em três idades da floresta (2, 5 e 7 anos)

Solo	Sítio	Camada	Idade	Método de Extração				
				Kd	Knd	KR	KAN	KEs
		(cm)	(anos)	mg/dm ³				
LVj	Brucutu	0-20	2	15	12	- ¹	27	471
			5	16	78	10	94	373
			7	9	22	12	31	314
		20-60	2	6	6	-	12	520
			5	5	20	9	25	675
			7	7	15	5	21	600
		60-100	2	3	13	-	16	443
			5	2	24	6	26	724
			7	3	19	5	22	572
		0-20	2	63	13	-	76	6165
			5	35	107	33	142	4475
			7	34	61	32	94	3153
CX3	Cururu	20-60	2	39	14	-	53	7319
			5	17	82	22	99	2851
			7	14	62	19	76	3072
		60-100	2	19	34	-	53	7380
			5	8	71	16	79	4138
			7	10	53	14	63	2587
		0-20	2	43	2	-	45	2857
			5	25	69	25	94	2773
			7	22	36	22	59	2524
CX2	Valéria II P1	20-60	2	21	1	-	22	2868
			5	11	63	12	74	2910
			7	9	45	11	55	2877
		60-100	2	12	5	-	17	3055
			5	6	61	9	67	3316
			7	6	33	9	39	3691

Continua...

Quadro 11, Cont.

Solo	Sítio	Profundidade	Idade	Método de Extração				
				Kd	Knd	KR	KAN	KEs
		(cm)	(anos)	mg/dm ³				
LVAd1	Valéria II P2	0-20	2	51	26	- ¹	77	6821
			5	34	52	27	86	6525
			7	26	69	22	94	3884
		20-60	2	24	35	-	58	7106
			5	13	60	13	73	4955
			7	10	82	14	92	3073
		60-100	2	13	30	-	43	6772
			5	7	64	13	71	4485
			7	7	77	12	84	4643
		0-20	2	63	28	-	91	7253
			5	25	38	22	63	6882
			7	18	42	21	60	5381
CX1	Vargem Alegre	20-60	2	26	27	-	53	8199
			5	7	54	8	61	6106
			7	9	38	11	47	4563
		60-100	2	17	38	-	55	10264
			5	4	49	6	54	8058
			7	4	45	10	49	5059
		0-20	2	43	3	-	47	1212
			5	40	18	30	58	1025
			7	31	15	31	47	907
CXL	Fonseca	20-60	2	18	1	-	19	1447
			5	13	19	11	32	1218
			7	9	17	12	27	1121
		60-100	2	10	2	-	12	1219
			5	7	17	8	24	1004
			7	5	17	6	21	738

Continua...

Quadro 11, Cont.

Solo	Sítio	Profundidade	Ano	Método de Extração				
				Kd	Knd	KR	KAN	KEs
		(cm)	(anos)	mg/dm ³				
LVAd2	Egas	0-20	2	40	17	- ¹	57	3902
			5	32	43	27	76	3286
			7	18	43	26	61	3081
		20-60	2	18	16	-	34	3691
			5	10	37	8	48	3341
			7	9	31	13	40	3185
		60-100	2	9	26	-	35	4393
			5	6	36	5	42	2847
			7	10	32	10	43	2684
		0-20	2	29	14	-	42	283
			5	23	15	13	38	295
			7	21	13	18	34	227
LVd	Abre Campo	20-60	2	18	12	-	29	285
			5	8	18	5	26	557
			7	9	19	11	28	344
		60-100	2	10	11	-	21	348
			5	4	21	5	24	226
			7	5	12	6	17	300

-¹ K foi extraído com resina somente nas amostras de solo coletadas em florestas de eucalipto com 5 e 7 anos de idade.

Apesar do KEs do sítio Fonseca ser quatro vezes superior ao do sítio Abre Campo, os solos desses dois sítios, aos 7 anos de idade da floresta, apresentaram teores similares de Kd e KAN (Quadro 11). Isso indica que a forma encontrada do nutriente no solo do sítio Fonseca é mais estável e necessitaria de extrações mais fortes para ser liberado.

A disponibilidade de K a médio prazo foi determinada pelo K extraído por HNO₃ 2 mol/L (KAN). A determinação de KAN foi importante para o cálculo do KEs e do Knd. Os sítios Vargem Alegre (CX1), Valéria II P2 (LVAd1) e

Cururu (CX3) foram os que apresentaram maiores teores de KAN variando de 76 a 91 mg/dm³, na camada de 0-20 cm na floresta aos dois anos de idade. Esses teores são considerados baixos quando comparados com os de solos de São Paulo, cujos teores foram de 13 a 3 470 mg/dm³ (Gasparini, 1994). Um ligeiro aumento no teor de KAN de 2 para 5 anos e depois diminuição de 5 para 7 anos ocorreu em todos os sítios, exceto nos sítios Vargem Alegre (CX1) e Abre Campo (LVd) (Quadro 11). Como as formas de K no solo se acham em equilíbrio dinâmico e não há separação nítida entre elas, esse ligeiro aumento do KAN observado de 2 para 5 anos pode estar relacionado ao fato do K não-trocável representar uma reserva de vários anos e ser mantida pela forma de K estrutural. Sendo o eucalipto uma cultura de ciclo longo, em determinadas situações, a quantidade extraída pelas plantas é superior à detectada por alguns métodos de extração, indicando participação das formas não-trocáveis de K na nutrição das plantas, tendo essa fração importante contribuição no K absorvido por elas (Melo, 1994).

Em geral, os solos de todos os sítios apresentam baixos teores de KAN e no caso dos sítios Valéria II P1 (CX2) e Fonseca (CXL), que apresentaram teores de Knd iguais a 2 e 3 mg/dm³, esses teores estão próximos dos de Kd evidenciando a baixa capacidade de suprimento de K dos solos em médio prazo.

Os teores de KEs representaram as maiores proporções de KT quando comparados aos teores de K extraídos por HNO₃ 2 mol/L fervente e os extraídos por Mehlich-1 (Kd) para as três idades estudadas (2, 5 e 7 anos) (Quadros 12, 13 e 14). Os solos dos sítios Brucutu (LVj) e Abre Campo (LVd) foram os que apresentaram maior proporção de KAN em relação a KT. Para todos os sítios a proporção dos teores de Kd em relação ao KT foi maior aos 2 anos e menor aos 7 anos. Em cinco dos oito sítios estudados a proporção do Kd em relação ao KT foi abaixo de 1 %. Tal resultado se assemelha aos descritos por Faria (2008), para quatro solos de Minas Gerais.

Quadro 12 – Teores médios de potássio total e os teores de potássio extraídos por Mehlich-1 (Kd), Ácido Nítrico 2 mol/L fervente (KAN) e KEs (KEs = KT – KAN) nas amostras da camada de 0-100 cm dos oito sítios coletadas na floresta com dois anos de idade

Solo	Sítio	K total	Kd	KAN	KEs
.....mg/dm ³					
LVj	Brucutu	1 488,33	23,96 (1,61) ¹	54,56 (3,67)	1 433,78 (96,33)
CX3	Cururu	21 045,42	120,43 (0,57)	181,31 (0,86)	20 864,11 (99,14)
CX2	Valéria II P1	8 863,70	74,34 (0,84)	80,94 (0,91)	8 782,76 (99,09)
LVAd1	Valéria II P2	20 878,45	87,39 (0,42)	178,42 (0,85)	20 700,03 (99,15)
CX1	V. Alegre	25 915,45	106,31 (0,41)	198,71 (0,77)	25 716,74 (99,23)
CXL	Fonseca	3 955,55	71,55 (1,81)	74,32 (1,88)	3 881,234 (98,12)
LVAd2	Egas	12 112,05	66,70 (0,55)	125,77 (1,04)	11 986,28 (99,96)
LVd	Abre Campo	1 008,48	56,01 (5,55)	92,83 (9,21)	915,65 (90,79)

⁽¹⁾ Contribuição percentual dos teores de K extraídos por Mehlich-1 e Ácido Nítrico 2 mol/L nos sete sítios em relação ao K total de cada sítio.

Quadro 13 - Teores médios de potássio total e os teores de potássio extraídos por Mehlich-1 (Kd), Ácido Nítrico 2 mol/L fervente (KAN) e KEs (KEs = KT – KAN) nas amostras da camada de 0-100 cm dos oito sítios coletadas na floresta com cinco anos de idade

Solo	Sítio	K total	Kd	KAN	KEs
.....mg/dm ³					
LVj	Brucutu	1 916,67	23,00 (1,2) ¹	144,34 (7,5)	1 772,33 (92,47)
CX3	Cururu	11 783,34	59,78 (0,5)	320,27 (2,7)	11 463,07 (97,28)
CX2	Valéria II P1	9 233,34	41,08 (0,4)	234,81 (2,5)	8 998,53 (97,46)
LVAd1	Valéria II P2	16 194,78	53,86 (0,3)	229,68 (1,4)	15 965,10 (98,58)
CX1	V. Alegre	21 222,66	36,38 (0,2)	177,49 (0,8)	21 045,16 (99,16)
CXL	Fonseca	3 361,19	59,78 (1,8)	114,07 (3,4)	3 247,12 (96,61)
LVAd2	Egas	9 639,09	48,57 (0,5)	164,81 (1,7)	9 474,28 (98,29)
LVd	Abre Campo	1 166,71	34,95 (3,0)	88,70 (7,6)	1 078,01 (92,40)

⁽¹⁾ Contribuição percentual dos teores de K extraídos por Mehlich-1 e Ácido Nítrico 2 mol/L nos sete sítios em relação ao K total de cada sítio.

Quadro 14 - Teores médios de potássio total e os teores de potássio extraídos por Mehlich-1 (Kd), Ácido Nítrico 2 mol/L fervente (KAN) e KEs (KEs = KT – KAN) nas amostras da camada de 0-100 cm dos oito sítios coletadas na floresta com sete anos de idade

Solo	Sítio	K total	Kd	KAN	KEs
.....mg/dm ³					
LVj	Brucutu	1 559,00	18,39 (1,2) ¹	73,97 (4,7)	1 485,03 (95,26)
CX3	Cururu	9 045,19	57,40 (0,6)	232,90 (2,6)	8 812,29 (97,43)
CX2	Valéria II P1	9 244,62	37,80 (0,4)	151,92 (1,6)	9 092,70 (98,36)
LVAd1	Valéria II P2	11 870,33	42,93 (0,4)	270,08 (2,3)	11 600,26 (97,72)
CX1	V. Alegre	15158,72	31,30 (0,2)	156,38 (1,0)	15 002,34 (98,97)
CXL	Fonseca	2 860,80	45,25 (1,6)	94,55 (3,3)	2 766,26 (96,70)
LVAd2	Egas	9 092,85	36,68 (0,4)	143,67 (1,8)	8 949,19 (98,42)
LVd	Abre Campo	949,64	34,64 (3,6)	78,61 (8,3)	871,03 (91,72)

⁽¹⁾ Contribuição percentual dos teores de K extraídos por Mehlich-1 e Ácido Nítrico 2 mol/L nos sete sítios em relação ao K total de cada sítio.

Os sítios Vargem Alegre (CX1), Valéria II P2 (LVAd1) e Cururu (CX3), foram os que apresentaram os maiores teores de K extraído por Mehlich-1 (Kd). Esses são os mesmos sítios onde foi observado maior teor de KEs. Esse resultado é contrário ao encontrado por Moraes (1999) no estudo das formas de K em solos de Minas Gerais. Três de seus solos que apresentaram os maiores teores de K extraído por Mehlich-1 foram também os que apresentaram baixos teores de K total e K não-trocável. Este fato pode ser explicado pela diferença existente entre as mineralogias dos solos deste estudo e os de Moraes (1999).

Os teores de Kd diminuiram ao longo do ciclo (2 anos>5 anos>7 anos de idade da floresta). Em todos os solos e na idade de 2 anos o teor de Kd foi superior ao nível crítico de implantação para o eucalipto proposto por Novais et al. (1986). Contudo, como ocorreu declínio de Kd ao longo do ciclo do eucalipto, em todos os sítios os teores de K foram inferiores aos níveis críticos de manutenção para IMA acima de 30 m³/ha/ano. Desta forma, no próximo ciclo da cultura, provavelmente ocorrerão limitações ao crescimento do eucalipto caso não se adotem adubações.

A capacidade de suprimento de K dos solos pode ser visualizada por meio de relações $K_{\text{total}}/K_{\text{trocável}}$ e $K_{\text{total}}/K_{\text{não-trocável}}$. Segundo Gasparini (1994), menores valores da relação $K_{\text{total}}/K_{\text{trocável}}$ representam menores capacidades de reposição dos solos para K trocável; ao contrário, o solo apresentará maior capacidade de reposição quando submetido a cultivos sucessivos. Dos sítios estudados, o Vargem Alegre (CX1) foi o que apresentou maior capacidade de suprimento de K (Figura 4). O aumento na relação $K_{\text{Es}}/K_{\text{d}}$ leva a pensar que entre 2 e 5 anos, há uma maior demanda da planta por K reforçando a idéia de que para culturas de ciclos longos como o eucalipto, a quantidade de nutriente extraída pode ser superior à detectada por métodos usuais de extração, indicando participação das formas não-trocáveis de K na nutrição das plantas, tendo essa fração importante contribuição no K absorvido por elas (Melo, 1994).

Os valores da relação $K_{\text{Es}}/K_{\text{AN}}$ (Figura 5) não seguem a mesma tendência quando comparados com a relação $K_{\text{Es}}/K_{\text{d}}$. A diminuição dos valores da relação $K_{\text{Es}}/K_{\text{AN}}$ dos 2 anos aos 7 anos de idade da floresta, mostra que a reserva total de K que poderia passar a K não-disponível, e assim, potencialmente, repor o K disponível diminui à medida que o eucalipto se aproxima da sua idade de corte.

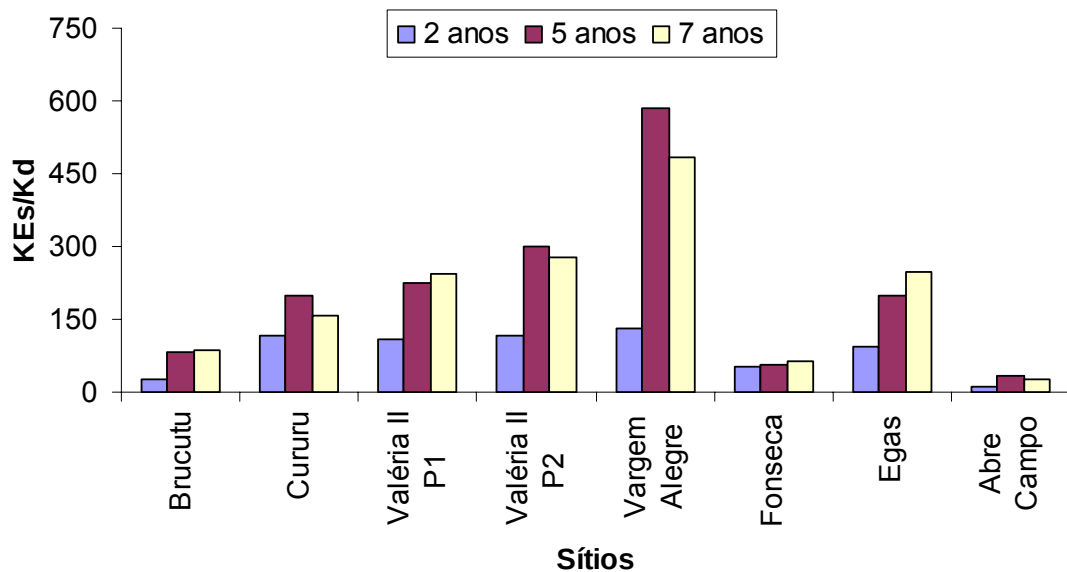


Figura 4. Relação KEs/Kd dos teores médios de 0-100 cm para oito sítios florestais do Estado de Minas Gerais.

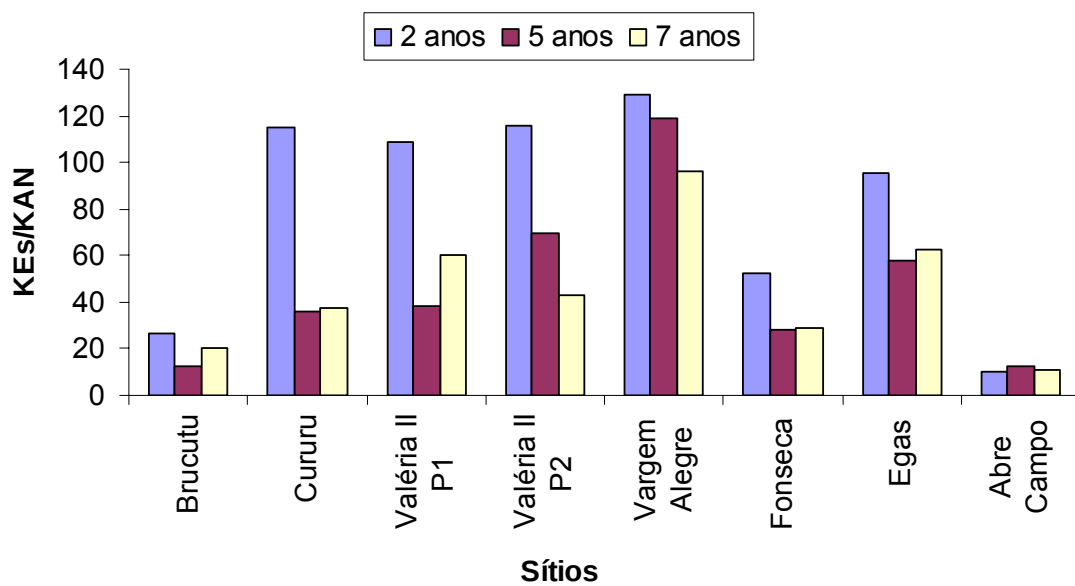


Figura 5. Relação KEs/KAN dos teores médios de 0-100 cm para oito sítios florestais do Estado de Minas Gerais.

O KEs apresentou correlação com Kd, Knd e KAN na floresta aos dois anos de idade e para as três camadas estudadas (0-20, 20-60 e 60-100) (Quadros 15, 16 e 17). Aos cinco e sete anos foi observada correlação entre KEs e Kd e entre KEs e Knd.

Quadro 15 - Coeficientes de correlação linear simples entre teores de potássio disponíveis (Kd), não-disponíveis (Knd = KAN – Kd), potássio obtido por resina (KR), potássio obtido com Ácido Nítrico 2 mol/L fervente (KAN) e KEs (KEs = Ktotal – KAN) na floresta aos 2, 5 e 7 anos de idade e na camada de 0-20 cm

	Kd2	Knd2	KAN2	KEs5	Kd5	Knd5	KR5	KAN5	KEs7	Kd7	Knd7	KR7	KAN7
KEs2	0,87**	0,66°	0,95**	0,99**	0,33	0,32	0,56 ^Δ	0,40	0,96**	0,31	0,89**	0,33	0,85**
Kd2		0,35	0,90**	0,83*	0,57 ^Δ	0,19	0,76*	0,33	0,83*	0,64°	0,67 ^Δ	0,65°	0,78*
Knd2			0,72*	0,70	-0,03	-0,10	-0,09	-0,11	0,63°	-0,20	0,51 ^Δ	-0,19	0,37
KAN2				0,93**	0,41	0,09	0,53 ^Δ	0,19	0,91**	0,38	0,73*	0,39	0,74*
KEs5					0,27	0,21	0,48 ^Δ	0,29	0,97**	0,23	0,85**	0,22	0,79*
Kd5						-0,14	0,88**	0,11	0,24	0,84**	0,34	0,91**	0,56 ^Δ
Knd5							0,22	0,97**	0,18	0,08	0,54 ^Δ	0,08	0,48 ^Δ
KR5								0,44	0,50 ^Δ	0,82*	0,57 ^Δ	0,93**	0,75*
KAN5									0,25	0,29	0,63°	0,31	0,62°
KEs7										0,16	0,77*	0,25	0,70°
Kd7											0,33	0,88**	0,61 ^Δ
Knd7												0,31	0,95**
KR7													0,55 ^Δ

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 16 - Coeficientes de correlação linear simples entre teores de potássio disponíveis (Kd), não-disponíveis (Knd = KAN – Kd), potássio obtido por resina (KR), potássio obtido com Ácido Nítrico 2 mol/L fervente (KAN) e KEs (KEs = Ktotal – KAN) na floresta aos 2, 5 e 7 anos de idade e na camada de 20-60 cm

	Kd2	Knd2	KAN2	KEs5	Kd5	Knd5	KR5	KAN5	KEs7	Kd7	Knd7	KR7	KAN7
KEs2	0,78*	0,75*	0,92**	0,90**	0,44	0,81*	0,54 ^Δ	0,80*	0,89**	0,60 ^Δ	0,78*	0,63°	0,79*
Kd2		0,39	0,78*	0,51 ^Δ	0,77*	0,81**	0,75*	0,84**	0,62 ^Δ	0,93**	0,67°	0,92**	0,71°
Knd2			0,88**	0,79*	0,07	0,43	0,05	0,40	0,61 ^Δ	0,18	0,69°	0,31	0,66°
KAN2				0,80*	0,45	0,71*	0,42	0,71*	0,73*	0,60 ^Δ	0,81*	0,69°	0,81*
KEs5					0,16	0,64°	0,19	0,61 ^Δ	0,94**	0,26	0,66°	0,38	0,65°
Kd5						0,61 ^Δ	0,83*	0,70°	0,27	0,91**	0,64°	0,91**	0,67°
Knd5							0,78*	0,99**	0,76*	0,78*	0,84**	0,71°	0,86**
KR5								0,83	0,34	0,88**	0,64°	0,71*	0,67°
KAN5									0,73*	0,83*	0,85**	0,77*	0,87**
KEs7										0,39	0,62 ^Δ	0,50 ^Δ	0,62°
Kd7											0,66°	0,93**	0,71°
Knd7												0,67°	0,96**
KR7													0,71*

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 17 - Coeficientes de correlação linear simples entre teores de potássio disponíveis (Kd), não-disponíveis (Knd = KAN – Kd), potássio obtido por resina (KR), potássio obtido com Ácido Nítrico 2 mol/L fervente (KAN) e KEs (KEs = Ktotal – KAN) na floresta aos 2, 5 e 7 anos de idade e na camada de 60-100 cm

	Kd2	Knd2	KAN2	KEs5	Kd5	Knd5	KR5	KAN5	KEs7	Kd7	Knd7	KR7	KAN7
KEs2	0,82*	0,88**	0,94**	0,96**	0,41	0,72*	0,45	0,72*	0,86**	0,38	0,78*	0,78*	0,78*
Kd2		0,63°	0,79*	0,75*	0,62	0,72*	0,63°	0,73*	0,63°	0,42	0,59 ^Δ	0,77*	0,61°
Knd2			0,97**	0,77*	0,22	0,58 ^Δ	0,37	0,57 ^Δ	0,64°	0,46	0,73*	0,74*	0,74*
KAN2				0,83*	0,35	0,67°	0,47 ^Δ	0,66°	0,70°	0,49 ^Δ	0,75*	0,81*	0,76*
KEs5					0,28	0,68°	0,30	0,67°	0,92**	0,21	0,69°	0,64°	0,68°
Kd5						0,57 ^Δ	0,74*	0,63°	0,37	0,70°	0,54 ^Δ	0,72*	0,59 ^Δ
Knd5							0,79*	0,95**	0,77*	0,52	0,84**	0,89**	0,85**
KR5								0,82*	0,37	0,49 ^Δ	0,73*	0,78*	0,75*
KAN5									0,77*	0,56 ^Δ	0,84**	0,90**	0,86**
KEs7										0,29	0,80*	0,67°	0,79*
Kd7											0,46	0,80*	0,54 ^Δ
Knd7												0,84**	0,95**
KR7													0,88**

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

4.2.2. Formas de Magnésio

Os teores de Mg estrutural (MgEs), Mg extraído com HNO_3 2 mol/L fervente (MgAN), Mg extraído com KCl 1 mol/L (Mgt), Mg não-trocável (Mgnt = $\text{MgAN} - \text{Mgt}$) e Mg resina (MgR) variaram entre os sítios estudados.

Os baixos teores de Mg obtidos em suas diferentes formas demonstram a pobreza dos solos dos sítios estudados (Quadro 18). Os teores de MgEs, obtido da diferença entre o Mgt (avaliado pelo ataque ácido total) e o MgAN, são baixos, entretanto nas três idades (2, 5 e 7 anos) eles são bem superiores aos teores trocáveis e aos obtidos pela extração por HNO_3 2 mol/L, indicando a presença de minerais que apresentam Mg em sua estrutura, possivelmente mica (Quadro 8). Os valores de MgEs são superiores aos de Mg total encontrados por Santos (1993) em oito solos com eucalipto nas regiões de Nova Era, Ipatinga e Guanhões, mas muito inferiores às reservas de Mg encontradas por Melo (1994).

Em todos os sítios e para as três idades, os teores de MgAN foram superiores aos obtidos pela análise de rotina (trocável). Os teores de Mg extraídos por HNO_3 2 mol/L fervente foram inferiores aos obtidos por Melo (1994) em oito solos com eucalipto no Rio Grande do Sul. Observando os teores de Mgt nas três camadas estudadas (0-20, 20-60 e 60-100 cm), verifica-se que a camada de 0-20 cm apresenta os maiores teores de Mgt para todos os sítios e para as três idades avaliadas.

Quadro 18 – Magnésio extraído por KCl 1 mol/L (Mgt), Resina (MgR), Ácido Nítrico 2 mol/L (MgAN), magnésio não-trocável (Mgnt = MgAN – Mgt) e magnésio estrutural (MgEs = Mg total – MgAN) em diferentes sítios florestais, em três camadas (0-20, 20-60 e 60-100 cm) e em três idades da floresta (2, 5 e 7 anos)

Solo	Sítio	Profundidade	Idade	Método de Extração				
				Mgt	Mgnt	MgR	MgAN	MgEs
		(cm)	(anos)	mg/dm ³				
LVj	Brucutu	0-20	2	7	4	- ¹	11	158
			5	4	15	6	19	257
			7	13	30	4	43	82
		20-60	2	4	3	-	6	126
			5	1	11	4	12	365
			7	9	17	2	26	101
		60-100	2	4	1	-	5	121
			5	1	10	3	11	283
			7	6	13	2	18	115
	Cururu	0-20	2	12	9	-	22	481
			5	8	44	10	52	190
			7	16	34	8	49	163
		20-60	2	6	12	-	19	526
			5	3	29	5	33	235
			7	11	24	5	35	67
		60-100	2	2	18	-	20	541
			5	1	21	4	22	204
			7	8	16	4	24	92
	Valéria II P1	0-20	2	16	7	-	23	375
			5	10	35	9	45	282
			7	15	34	9	49	157
		20-60	2	8	5	-	13	340
			5	4	24	5	28	243
			7	9	19	5	27	81
		60-100	2	4	6	-	10	347
			5	2	20	4	22	218
			7	6	13	4	20	193

Continua...

Quadro 18, Cont.

Solo	Sítio	Profundidade	Idade	Método de Extração				
				Mgt	Mgnt	MgR	MgAN	MgEs
		(cm)	(anos)	mg/dm ³				
LVAd1	Valéria II P2	0-20	2	17	9	- ¹	27	806
			5	11	29	10	40	296
			7	14	34	9	48	186
		20-60	2	10	11	-	21	861
			5	6	22	5	28	216
			7	8	30	5	37	191
		60-100	2	8	10	-	17	810
			5	1	14	4	15	187
			7	4	28	4	32	82
		0-20	2	13	21	-	34	552
			5	6	15	6	21	380
			7	10	20	7	30	108
CX1	Vargem Alegre	20-60	2	6	10	-	16	613
			5	2	13	3	15	516
			7	8	12	4	20	237
		60-100	2	4	7	-	11	701
			5	2	8	3	10	397
			7	6	11	3	16	283
		0-20	2	14	7	-	21	414
			5	11	26	10	38	233
			7	9	18	8	28	214
CXL	Fonseca	20-60	2	7	4	-	10	348
			5	5	16	5	21	288
			7	3	19	4	23	330
		60-100	2	4	6	-	10	289
			5	2	13	4	16	259
			7	2	17	3	19	168

Continua...

Quadro 18, Cont.

Solo	Sítio	Profundidade	Ano	Método de Extração				
				Mgt	Mgnt	MgR	MgAN	MgEs
		(cm)	(anos)	mg/dm ³				
LVAd2	Egas	0-20	2	16	24	- ¹	40	914
			5	9	40	8	49	459
			7	10	38	7	48	362
		20-60	2	10	19	-	29	847
			5	3	32	5	36	276
			7	4	33	4	37	206
		60-100	2	6	28	-	34	1012
			5	2	29	4	31	222
			7	4	32	3	36	147
	Abre Campo	0-20	2	15	4	-	20	32
			5	6	14	6	20	246
			7	6	21	6	27	91
		20-60	2	10	5	-	15	15
			5	2	4	5	7	214
			7	2	15	4	17	116
		60-100	2	8	1	-	9	45
			5	1	4	3	5	113
			7	1	12	2	13	88

-¹ Mg foi extraído com resina somente nas amostras de solo coletadas em florestas de eucalipto com de 5 e 7 anos de idade.

Os teores de MgEs representaram as maiores proporções de MgT quando comparados aos teores de Mg extraído com HNO₃ 2 mol/L fervente e os extraídos por KCl 1 mol/L para as três idades estudadas (2, 5 e 7 anos) (Quadros 19, 20 e 21). O solo do sítio Abre Campo (LVd) foi o que apresentou menor proporção de MgEs em relação ao MgT aos 2 anos de idade da floresta. Para todos os sítios a proporção dos teores de MgAN em relação ao MgT foi maior aos sete anos, indicando que, ao longo do ciclo de eucalipto, mesmo tendo sido observado uma baixa reserva de Mg, ocorreu liberação de formas

menos disponíveis de Mg para que o teor de Mg na solução fosse mantido em equilíbrio.

Quadro 19 – Teores médios de magnésio total e os teores de magnésio extraídos por KCl 1 mol/L (Mgt), Ácido Nítrico 2 mol/L fervente (MgAN) e MgEs (MgEs = MgT – MgAN) nas amostras da camada de 0-100 cm dos oito sítios coletadas na floresta com dois anos de idade

Solo	Sítio	Mg total	Mgt	MgAN	MgEs
.....mg/dm ³					
LVj	Brucutu	425,61	14,05 (3,3) ¹	20,27 (4,8)	405,34 (95,27)
CX3	Cururu	1 608,21	20,54 (1,3)	59,85 (3,7)	1 548,36 (96,28)
CX2	Valéria II P1	1 106,99	28,31 (2,6)	45,70 (4,1)	1 061,29 (95,87)
LVA1	Valéria II P2	2 542,13	34,73 (1,4)	65,02 (2,6)	2 477,11 (97,44)
CX1	V. Alegre	1 927,72	23,29 (1,2)	61,41 (3,2)	1 866,31 (96,81)
CXL	Fonseca	1 093,59	24,97 (2,3)	42,02 (3,8)	1 051,57 (96,16)
LVA2	Egas	2 876,20	32,35 (1,1)	103,63 (3,6)	2 772,58 (96,40)
LVd	Abre Campo	130,52	32,80 (25,1)	37,76 (28,9)	92,76 (71,07)

⁽¹⁾ Contribuição percentual dos teores de Mg extraídos por KCl 1 mol/L (Mgt), Ácido Nítrico 2 mol/L (MgAN) e MgEs (MgEs = Mgtotal – MgAN) nos oito sítios em relação ao Mgtotal de cada sítio.

Quadro 20 – Teores médios de magnésio total e os teores de magnésio extraídos por KCl 1 mol/L (Mgt), Ácido Nítrico 2 mol/L fervente (MgAN) e MgEs (MgEs = MgT – MgAN) nas amostras da camada de 0-100 cm dos oito sítios coletadas na floresta com cinco anos de idade

Solo	Sítio	Mg total	Mgt	MgAN	MgEs
.....mg/dm ³					
LVj	Brucutu	946,39	6,04 (0,6)	41,81 (4,4)	904,58 (95,58)
CX3	Cururu	735,56	12,69 (1,7)	106,80 (14,5)	628,76 (85,48)
CX2	Valéria II P1	838,33	15,50 (1,8)	95,28 (11,4)	743,05 (88,63)
LVA1	Valéria II P2	782,22	18,17 (2,3)	82,95 (10,6)	699,27 (89,40)
CX1	V. Alegre	1 338,06	9,76 (0,7)	46,03 (3,4)	1 292,02 (96,56)
CXL	Fonseca	855,00	18,95 (2,2)	74,48 (8,7)	780,52 (91,29)
LVA2	Egas	1 072,50	13,28 (1,2)	114,96 (10,7)	957,54 (89,28)
LVd	Abre Campo	604,97	9,25 (1,5)	32,00 (5,3)	572,97 (94,71)

⁽¹⁾ Contribuição percentual dos teores de Mg extraídos por KCl 1 mol/L (Mgt), Ácido Nítrico 2 mol/L (MgAN) e MgEs (MgEs = Mgtotal – MgAN) nos oito sítios em relação ao Mgtotal de cada sítio.

Quadro 21 – Teores médios de magnésio total e os teores de magnésio extraídos por KCl 1 mol/L (Mgt), Ácido Nítrico 2 mol/L fervente (MgAN) e MgEs (MgEs = Mgt – MgAN) nas amostras da camada de 0-100 cm dos oito sítios coletadas na floresta com sete anos de idade

Solo	Sítio	Mg total	Mgt	MgAN	MgEs
.....mg/dm ³					
LVj	Brucutu	385,86	27,08 (7,0)	87,56 (22,7)	298,30 (77,31)
CX3	Cururu	428,96	34,19 (8,0)	107,86 (25,1)	321,10 (74,85)
CX2	Valéria II P1	527,08	30,13 (5,7)	19,57 (3,7)	507,51 (96,29)
LVAd1	Valéria II P2	575,55	25,31 (4,4)	117,20 (20,4)	458,35 (79,64)
CX1	V. Alegre	694,30	23,17 (3,3)	65,97 (9,5)	628,33 (90,50)
CXL	Fonseca	781,39	15,03 (1,9)	69,18 (8,9)	712,20 (91,15)
LVAd2	Egas	836,11	17,94 (2,1)	120,54 (14,4)	715,57 (85,58)
LVd	Abre Campo	350,70	8,51 (2,4)	56,54 (16,1)	294,17 (83,88)

⁽¹⁾ Contribuição percentual dos teores de Mg extraídos por KCl 1 mol/L (Mgt), Ácido Nítrico 2 mol/L (MgAN) e MgEs (MgEs = Mgttotal – MgAN) nos oito sítios em relação ao Mgttotal de cada sítio.

As figuras 6 e 7 mostram como seria a capacidade de suprimento de Mg para os solos seguindo o mesmo procedimento adotado por Gasparini (1994) para visualizar a capacidade de suprimento de K dos solos pelas relações K total/Ktrocável e Ktotal/knão-trocável. Aqui foram feitas as relações MgEs/Mgt e MgEs/Mgnt para visualizar a capacidade de suprimento de Mg dos solos. Pela afirmação de Gasparini (1994) os solos de todos os sítios em estudo, apresentam menores capacidades de reposição de Mgt (Figura 6). Nos sítios Brucutu (LVj) e Vargem Alegre (CX1) essa capacidade de reposição foi mais evidente na floresta com 5 anos de idade e diminuiu visivelmente aos 7 anos. Os outros sítios não apresentaram reposições consideráveis aos 5 anos podendo ser visualizada queda na reposição de Mgt dos 2 aos 7 anos indicando que com o passar dos anos o solo sob plantações de eucalipto tendem à exaustão do nutriente ficando evidente a necessidade de um manejo adequado das florestas implantadas sobre os solos da região, como a utilização de adubação/correção do solo com Mg, objetivando repô-lo e evitar futuros declínios de produção.

Os valores da relação MgEs/MgAN (Figura 7) indicam quanto da reserva total de Mg poderia passar a Mgnt, e assim potencialmente, repor o Mgt. Os valores dessas relações diminuíram dos 2 aos 7 anos, dando uma idéia da baixa reserva de Mg passando para Mgnt e repondo Mgt.

O Mgt apresentou correlação com MgAN para as três idades na camada de 0-20 cm (Quadro 22) mostrando o baixo potencial natural dos solos dos sítios em estudo em repor Mg.

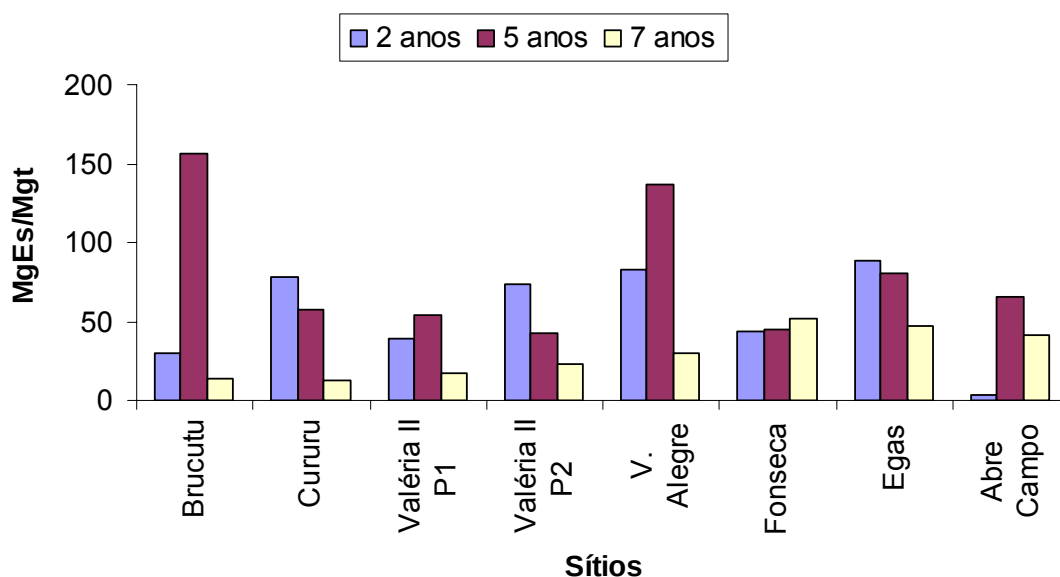


Figura 6. Relação MgEs/Mgt dos teores médios de 0-100 cm para oito sítios florestais do Estado de Minas Gerais.

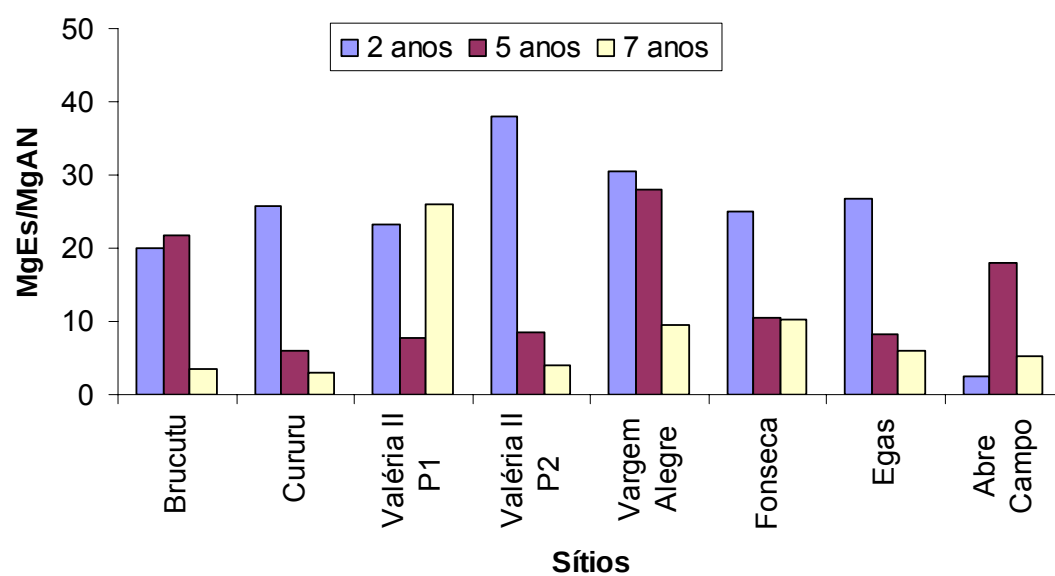


Figura 7. Relação MgEs/MgAN dos teores médios de 0-100 cm para oito sítios florestais do Estado de Minas Gerais.

Quadro 22 - Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de magnésio trocáveis (Mgt), não-trocáveis (Mgnt = MgAN – Mgt), magnésio obtido com resina (MgR), magnésio obtido com Ácido Nítrico 2 mol/L fervente (MgAN) e MgEs (MgEs = Mgttotal – MgAN) na floresta com 2, 5 e 7 anos de idade e na camada de 0-20 cm

	Mgt2	Mgnt2	MgAN2	MgEs5	Mgt5	Mgnt5	MgR5	MgAN5	MgEs7	Mgt7	Mgnt7	MgR7	MgAN7
MgEs2	0,48 ^Δ	0,75*	0,82*	0,74*	0,52 ^Δ	0,58 ^Δ	0,43	0,61 ^Δ	0,80*	0,26	0,51 ^Δ	0,46	0,46 ^Δ
Mgt2		0,24	0,57 ^Δ	0,35	0,70°	0,39	0,43	0,47 ^Δ	0,49 ^Δ	-0,11	0,14	0,79*	0,07
Mgnt2			0,93**	0,88**	0,00	0,26	-0,17	0,23	0,61 ^Δ	-0,14	0,19	0,09	0,09
MgAN2				0,89**	0,26	0,36	0,01	0,37	0,68°	-0,16	0,21	0,37	0,10
MgEs5					0,06	0,05	-0,21	0,19	0,67°	-0,17	0,24	0,10	0,19
Mgt5						0,57 ^Δ	0,85**	0,70°	0,56 ^Δ	0,29	0,17	0,84**	0,23
Mgnt5							0,74*	0,99**	0,68°	0,59 ^Δ	0,69°	0,56 ^Δ	0,71*
MgR5								0,81*	0,48 ^Δ	0,57 ^Δ	0,40	0,67*	0,49 ^Δ
MgAN5									0,74**	0,57 ^Δ	0,64°	0,65°	0,67°
MgEs7										0,10	0,47 ^Δ	0,34	0,44
Mgt7											0,66°	0,39	0,82*
Mgnt7												0,17	0,97**
MgR7													0,26

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 23 - Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de magnésio trocáveis (Mgt), não-trocáveis (Mgnt = MgAN – Mgt), magnésio obtido com resina (MgR), magnésio obtido com Ácido Nítrico 2 mol/L fervente (MgAN) e MgEs (MgEs = Mgttotal – MgAN) na floresta com 2, 5 e 7 anos de idade e na camada de 20-60 cm

	Mgt2	Mgnt2	MgAN2	MgEs5	Mgt5	Mgnt5	MgR5	MgAN5	MgEs7	Mgt7	Mgnt7	MgR7	MgAN7
MgEs2	0,43	0,84**	0,81*	0,12	0,51 ^Δ	0,72*	0,12	0,74*	0,40	0,21	0,72*	0,44	0,75*
Mgt2		0,51 ^Δ	0,73*	-0,51 ^Δ	0,44	0,28	0,44	0,32	0,14	-0,50 ^Δ	0,52 ^Δ	0,43	0,28
Mgnt2			0,96**	-0,05	0,16	0,72*	0,12	0,69°	0,10	0,07	0,73*	0,34	0,70°
MgAN2				-0,15	0,28	0,66°	0,24	0,66°	0,17	-0,11	0,75*	0,41	0,64°
MgEs5					-0,43	-0,29	-0,86**	-0,25	0,32	0,23	-0,51 ^Δ	-0,34	-0,32
Mgt5						0,39	0,66°	0,52 ^Δ	0,49 ^Δ	-0,11	0,49	0,65°	0,41
Mgnt5							0,52 ^Δ	0,99**	-0,09	0,39	0,77*	0,60 ^Δ	0,86**
MgR5								0,58 ^Δ	-0,12	-0,06	0,51 ^Δ	0,68°	0,45
MgAN5									0,06	0,35	0,79*	0,65°	0,86**
MgEs7										-0,50 ^Δ	0,06	0,00	-0,06
Mgt7											0,01	0,23	0,40
Mgnt7												0,28	0,92**
MgR7													0,34

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 24 - Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de magnésio trocáveis (Mgt), não-trocáveis (Mgnt = MgAN – Mgt), magnésio obtido com resina (MgR), magnésio obtido com Ácido Nítrico 2 mol/L fervente (MgAN) e MgEs (MgEs = Mgttotal – MgAN) na floresta com 2, 5 e 7 anos de idade e na camada de 60-100 cm

	Mgt2	Mgnt2	MgAN2	MgEs5	Mgt5	Mgnt5	MgR5	MgAN5	MgEs7	Mgt7	Mgnt7	MgR7	MgAN7
MgEs2	0,14	0,84**	0,89**	0,28	0,22	0,63°	0,50 ^Δ	0,64°	0,29	0,21	0,77*	0,42	0,84**
Mgt2		-0,15	0,05	-0,52 ^Δ	-0,11	-0,23	-0,16	-0,23	-0,29	-0,77*	0,41	-0,11	0,19
Mgnt2			0,98**	0,05	0,24	0,89**	0,68°	0,89**	0,02	0,31	0,75*	0,42	0,84**
MgAN2				0,04	0,22	0,86**	0,65°	0,85**	0,06	0,16	0,84**	0,40	0,89**
MgEs5					0,17	-0,10	-0,12	0,01	0,83*	0,47 ^Δ	-0,27	-0,21	-0,07
Mgt5						0,28	0,51 ^Δ	0,33	0,49 ^Δ	-0,12	0,09	0,40	0,06
Mgnt5							0,78*	0,95**	-0,05	0,38	0,67°	0,50 ^Δ	0,78*
MgR5								0,79*	-0,14	0,19	0,68°	0,67°	0,74*
MgAN5									0,07	0,36	0,66°	0,52 ^Δ	0,77*
MgEs7										0,25	-0,33	-0,09	-0,16
Mgt7											-0,16	0,44	0,13
Mgnt7												0,32	0,96**
MgR7													0,45

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

4.2.3. Formas de Cálcio

Os teores de Ca estrutural ($\text{CaEs} = \text{Ca total} - \text{CaAN}$), Ca extraído com HNO_3 2 mol/L (CaAN), Ca extraído com KCl 1 mol/L (Cat), Ca não-trocável ($\text{Cant} = \text{CaAN} - \text{Cat}$) e Ca resina (CaR) variaram entre os oito sítios, nas três camadas e entre as três idades estudadas (Quadro 25).

Assim, como observado para Mg, os solos dos sítios estudados apresentam baixos teores de Ca demonstrando a pobreza química desses solos.

Os teores de Ca extraídos com HNO_3 2 mol/L (Quadro 25) foram pouco superiores aos obtidos pelo KCl 1 mol/L, reflexo da inexpressiva reserva de Ca nos solos. Como esperado, os teores de CaEs, obtidos da diferença entre o Ca total (determinado pelo ataque ácido total) e o CaAN, foram maiores que os extraído por HNO_3 2 mol/L e KCl 1 mol/L.

Em se tratando de Cat e CaAN todos os solos apresentaram o mesmo comportamento: observa-se uma queda no teor de Ca de 2 para 5 anos de idade da floresta e um aumento considerável de 5 para 7 anos. O mesmo comportamento foi observado para o Ca extraído com resina. Os teores e a distribuição dos nutrientes no solo variam durante o ciclo de crescimento das espécies florestais (Novais et al., 1986) e para nutrientes de maior mobilidade na planta, a exigência nutricional diminui com a idade, enquanto que, para elementos pouco móveis e imóveis, o requerimento aumenta com a idade (Barros et al., 2000). Assim, espera-se um aumento de Ca ao longo do tempo na planta e não no solo como aconteceu nesse estudo. O fato do teor de Cat ter aumentado durante o ciclo de crescimento da cultura pode estar relacionado ao período de chuvas, (como já foi dito no item 4.1.3) onde diferenças na quantidade de chuvas ocorridas até o momento da coleta poderia ser o fator que estaria alterando a disponibilidade de Ca no solo. Contudo não se pode descartar a possibilidade de variações no processo analítico, quando da determinação dessas formas.

Quadro 25 – Cálcio extraído por KCl 1 mol/L (Cat), Resina (CaR), Ácido Nítrico 2 mol/L (CaAN), cálcio não-trocável (Cant = CaAN – Cat) e cálcio estrutural (CaEs = Ca total – CaAN) em diferentes sítios florestais, em três camadas (0-20, 20-60 e 60-100 cm) e em três idades da floresta (2, 5 e 7 anos)

Solo	Sítio	Profundidade	Idade	Método de Extração				
				Cat	Cant	CaR	CaAN	CaEs
		(cm)	(anos)	mg/dm ³				
LVj	Brucutu	0-20	2	24	2	- ¹	26	- ¹
			5	3	24	8	27	609
			7	19	34	12	53	491
		20-60	2	18	2	-	20	-
			5	1	14	4	16	1 503
			7	19	24	11	43	576
		60-100	2	18	3	-	21	-
			5	0	15	4	15	865
			7	9	55	13	64	470
	Cururu	0-20	2	17	10	-	27	-
			5	7	14	15	21	474
			7	17	21	18	38	257
		20-60	2	10	7	-	17	-
			5	3	6	6	9	2 755
			7	24	26	23	49	1 110
		60-100	2	7	0	-	7	-
			5	2	3	6	4	1 500
			7	19	26	20	45	324
	Valéria II P1	0-20	2	27	2	-	29	-
			5	5	23	10	28	367
			7	21	24	27	45	127
		20-60	2	10	3	-	13	-
			5	2	8	6	10	360
			7	25	3	15	27	336
		60-100	2	7	1	-	8	-
			5	4	3	5	6	396
			7	21	13	13	34	216

Continua...

Quadro 25, Cont.

Solo	Sítio	Profundidade	Idade	Método de Extração				
				Cat	Cant	CaR	CaAN	CaEs
		(cm)	(anos)	mg/dm ³				
LVAd1	Valéria II P2	0-20	2	21	3	- ¹	24	- ¹
			5	10	19	22	29	432
			7	28	22	18	49	252
		20-60	2	6	3	-	9	-
			5	3	9	7	13	292
			7	19	30	17	49	223
		60-100	2	4	2	-	6	-
			5	2	2	4	5	341
			7	16	18	16	34	199
CX1	Vargem Alegre	0-20	2	21	68	-	89	-
			5	3	18	7	21	319
			7	26	40	23	66	264
		20-60	2	14	2	-	16	-
			5	3	7	5	10	332
			7	18	44	20	62	163
		60-100	2	10	3	-	13	-
			5	2	4	4	6	511
			7	16	38	16	54	230
CXL	Fonseca	0-20	2	15	2	-	18	-
			5	10	8	7	18	493
			7	21	9	21	30	348
		20-60	2	11	4	-	15	-
			5	6	2	5	8	903
			7	14	20	18	34	485
		60-100	2	11	3	-	14	-
			5	3	3	4	6	2 116
			7	19	8	14	27	476

Continua...

Quadro 25, Cont.

Solo	Sítio	Profundidade	Idade	Método de Extração				
				Cat	Cant	CaR	CaAN	CaEs
		(cm)	(anos)	mg/dm ³				
LVAd2	Egas	0-20	2	14	2	- ¹	16	- ¹
			5	9	14	8	22	506
			7	10	24	16	34	478
		20-60	2	10	2	-	12	-
			5	3	5	6	8	532
			7	17	15	17	32	219
		60-100	2	10	2	-	12	-
			5	2	3	5	5	412
			7	19	3	14	22	150
		0-20	2	13	1	-	14	-
			5	7	9	7	16	1639
			7	25	55	19	80	433
LVd	Abre Campo	20-60	2	6	2	-	8	-
			5	3	1	6	4	1267
			7	16	44	18	60	215
		60-100	2	3	1	-	4	-
			5	2	1	3	3	251
			7	19	7	16	26	127

⁻¹ Ca foi extraído com resina e pelo ataque ácido total somente nas amostras de solo coletadas em florestas de eucalipto com 5 e 7 anos de idade.

O teor de CaEs representou a maior proporção de CaT quando comparado ao Ca extraído com HNO₃ 2 mol/L e ao Ca extraído por KCl 1 mol/L para as idades de 5 e 7 anos (Quadros 26 e 27). O teor de CaAN representou a maior proporção de CaT para os solos do sítio Valéria II P2 (LVAd1) na idade de 5 anos e Vargem Alegre (CX1) aos 7 anos. Assim como ocorreu com o Mg, todos os sítios apresentaram maior proporção do teor de CaAN em relação ao CaT aos 7 anos, indicando que, ocorreu liberação de formas menos disponíveis de Ca para solução do solo mantendo o equilíbrio de Ca na solução.

Quadro 26 - Teores de cálcio total e os teores de cálcio extraídos com KCl 1 mol/L (Cat), Ácido Nítrico 2 mol/L fervente (CaAN) e CaEs (CaEs = CaT – CaAN) nas amostras da camada de 0-100 cm dos oito sítios coletadas na floresta com cinco anos de idade

Solo	Sítio	Ca total	Cat	CaAN	CaEs
.....mg/dm ³					
LVj	Brucutu	3 034,44	4,89 (0,2) ¹	57,96 (1,9)	2 976,48 (98,09)
CX3	Cururu	4 762,61	11,14 (0,2)	33,53 (0,7)	4 729,08 (99,30)
CX2	Valéria II P1	1 167,22	11,30 (1,0)	44,54 (3,8)	1 122,68 (96,18)
LVAd1	Valéria II P2	1 110,83	15,40 (1,4)	46,26 (4,2)	1 064,57 (95,84)
CX1	V. Alegre	1 198,61	8,01 (0,7)	36,85 (3,1)	1 161,76 (96,93)
CXL	Fonseca	3 544,17	18,68 (0,5)	28,76 (0,8)	3 515,41 (99,19)
LVAd2	Egas	1 484,94	13,57 (0,9)	34,92 (2,4)	1 450,03 (97,65)
LVd	Abre Campo	3 179,02	11,84 (0,4)	22,70 (0,7)	3 156,33 (99,29)

⁽¹⁾ Contribuição percentual dos teores de Ca extraídos por KCl 1 mol/L (Cat), Ácido Nítrico 2 mol/L (CaAN) e CaEs (CaEs = Catotal – CaAN) nos oito sítios em relação ao Catotal de cada sítio.

Quadro 27 - Teores de cálcio total e os teores de cálcio extraídos com KCl 1 mol/L (Cat), Ácido Nítrico 2 mol/L fervente (CaAN) e CaEs (CaEs = CaT – CaAN) nas amostras da camada de 0-100 cm dos oito sítios coletadas na floresta com sete anos de idade

Solo	Sítio	Ca total	Cat	CaAN	CaEs
.....mg/dm ³					
LVj	Brucutu	1 696,94	46,78 (2,8)	160,09 (9,4)	1 536,85 (90,57)
CX3	Cururu	1 823,33	59,46 (3,3)	132,26 (7,3)	1 691,07 (92,75)
CX2	Valéria II P1	785,31	66,99 (8,5)	106,79 (13,6)	678,52 (86,40)
LVAd1	Valéria II P2	806,39	63,34 (7,9)	132,97 (16,5)	673,42 (83,51)
CX1	V. Alegre	838,61	59,59 (7,1)	181,89 (21,7)	656,72 (78,31)
CXL	Fonseca	1 399,17	53,55 (3,8)	90,93 (6,5)	1 308,24 (93,50)
LVAd2	Egas	934,72	45,84 (4,9)	87,38 (9,3)	847,34 (90,65)
LVd	Abre Campo	942,17	59,52 (6,3)	166,11 (17,6)	776,05 (82,37)

⁽¹⁾ Contribuição percentual dos teores de Ca extraídos por KCl 1 mol/L (Cat), Ácido Nítrico 2 mol/L (CaAN) e CaEs (CaEs = Catotal – CaAN) nos oito sítios em relação ao Catotal de cada sítio.

Um modelo de como seria a capacidade de suprimento de Ca para os solos pode ser visualizado nas figuras 8 e 9 seguindo o mesmo exemplo usado neste trabalho para Mg onde foi adotado o procedimento utilizado por Gasparini (1994). Assim como para Mg, para Ca foi observado queda na relação CaEs/Cat de 5 para 7 anos (Figura 8) o que significa menor reposição de Cat e conseqüente exaustão do nutriente evidenciando a necessidade de um manejo adequado para evitar declínios na produção no futuro.

Os valores da relação CaEs/CaAN apresentados na figura 9 dão uma idéia da baixa reserva de Ca passando para Cant e repondo Cat.

Não foram encontradas correlações significativas entre as diferentes formas de Ca do solo (Quadros 28, 29 e 30). Este fato pode estar relacionado aos valores inesperados de Cat e CaAN aos 5 e 7 anos ou ao pobre potencial natural dos solos para repor Cat.

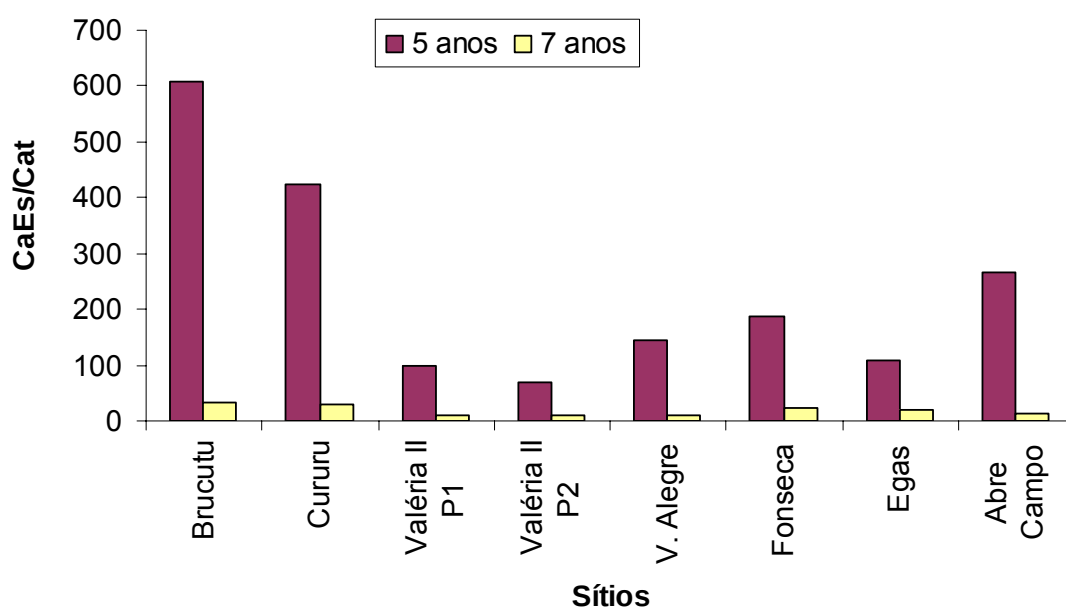


Figura 8. Relação CaEs/Cat dos teores médios de 0-100 cm para oito sítios florestais do Estado de Minas Gerais.

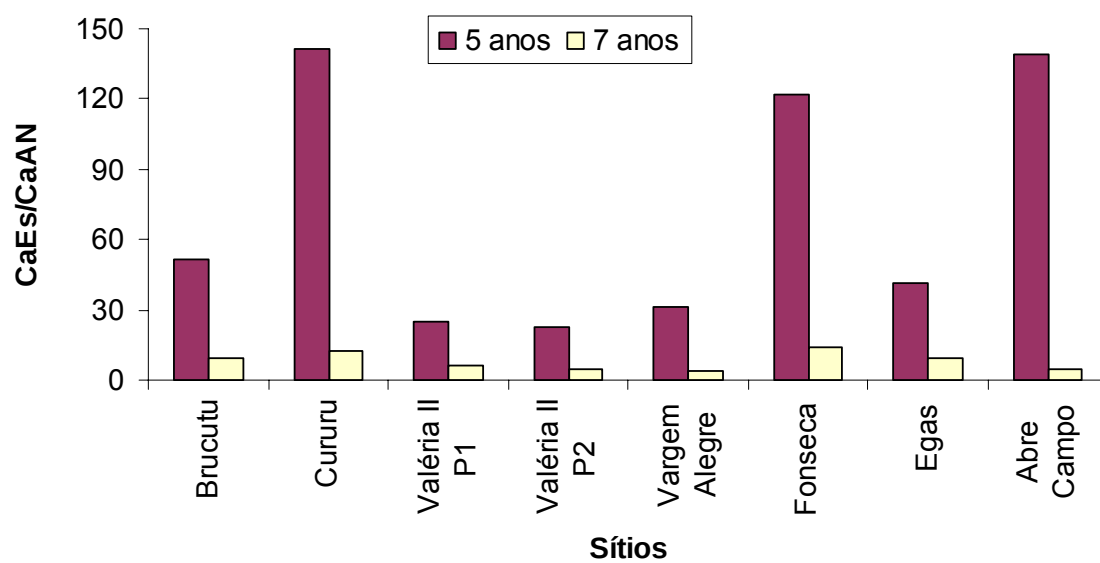


Figura 9. Relação CaEs/CaAN dos teores médios de 0-100 cm para oito sítios florestais do Estado de Minas Gerais.

Quadro 28 - Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de cálcio trocáveis (Cat), não-trocáveis (Cant = CaAN – Cat), cálcio obtido com resina (CaR), cálcio obtido com Ácido Nítrico 2 mol/L fervente (CaAN) e CaEs (CaEs = Catotal – CaAN) na floresta com 2, 5 e 7 anos de idade e na camada de 0-20 cm

	Cant2	CaAN2	CaEs5	Cat5	Cant5	CaR5	CaAN5	CaEs7	Cat7	Cant7	CaR7	CaAN7
Cat2	0,12	0,32	-0,53 ^Δ	-0,57 ^Δ	0,92**	0,21	0,81*	-0,51 ^Δ	0,26	-0,10	0,25	0,00
Cant2		0,98**	-0,30	-0,53 ^Δ	0,10	-0,17	-0,19	-0,29	0,34	0,27	0,34	0,34
CaAN2			-0,40	-0,62 ^Δ	0,28	-0,12	-0,02	-0,33	0,38	0,23	0,37	0,32
CaEs5				0,11	-0,48 ^Δ	-0,29	-0,53 ^Δ	0,54 ^Δ	0,17	0,72*	-0,18	0,66°
Cat5					-0,61 ^Δ	0,38	-0,17	0,01	-0,10	-0,49 ^Δ	-0,04	-0,44
Cant5						0,26	0,89**	-0,28	0,11	0,02	-0,06	0,06
CaR5							0,54 ^Δ	-0,47 ^Δ	0,31	-0,33	-0,09	-0,18
CaAN5								-0,32	0,08	-0,26	-0,10	-0,19
CaEs7									-0,34	0,30	-0,76*	0,24
Cat7										0,34	0,34	0,62°
Cant7											-0,10	0,95**
CaR7												0,03

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 29 - Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de cálcio trocáveis (Cat), não-trocáveis (Cant = CaAN – Cat), cálcio obtido com resina (CaR), cálcio obtido com Ácido Nítrico 2 mol/L fervente (CaAN) e CaEs (CaEs = Catotal – CaAN) na floresta com 2, 5 e 7 anos de idade e na camada de 20-60 cm

	Cant2	CaAN2	CaEs5	Cat5	Cant5	CaR5	CaAN5	CaEs7	Cat7	Cant7	CaR7	CaAN7
Cat2	-0,59 ^Δ	0,16	0,16	-0,34	0,52 ^Δ	0,85**	0,52 ^Δ	0,23	0,06	-0,08	-0,43	-0,06
Cant2		0,70 [°]	0,24	0,04	-0,04	0,75*	-0,03	0,39	0,68 [°]	-0,25	0,56 ^Δ	-0,08
CaAN2			0,44	-0,26	0,41	0,16	0,42	0,68 [°]	0,88**	-0,37	0,31	-0,15
CaEs5				-0,11	-0,03	-0,24	-0,07	0,91**	0,24	0,12	0,39	0,19
Cat5					-0,74*	0,25	-0,56 ^Δ	0,01	-0,55 ^Δ	-0,02	0,40	-0,18
Cant5						-0,29	0,97**	0,07	0,56 ^Δ	-0,15	-0,55 ^Δ	-0,00
CaR5							-0,27	-0,19	0,17	-0,06	0,52 ^Δ	-0,02
CaAN5								0,09	0,49 ^Δ	-0,19	-0,54 ^Δ	-0,07
CaEs7									0,41	-0,18	0,37	-0,04
Cat7										-0,41	0,05	-0,16
Cant7											0,39	0,97**
CaR7												0,43

^Δ, [°], *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 30 - Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de cálcio trocáveis (Cat), não-trocáveis (Cant = CaAN – Cat), cálcio obtido com resina (CaR), cálcio obtido com Ácido Nítrico 2 mol/L fervente (CaAN) e CaEs (CaEs = Catotal – CaAN) na floresta com 2, 5 e 7 anos de idade e na camada de 60-100 cm

	Cant2	CaAN2	CaEs5	Cat5	Cant5	CaR5	CaAN5	CaEs7	Cat7	Cant7	CaR7	CaAN7
Cat2	-0,90**	0,58 ^Δ	0,33	-0,49 ^Δ	0,88**	-0,19	0,89**	0,75*	-0,73*	0,68°	-0,48 ^Δ	0,63°
Cant2		-0,17	-0,45	0,44	-0,71*	0,43	-0,71*	-0,73*	0,62 ^Δ	-0,47 ^Δ	0,49 ^Δ	-0,41
CaAN2			-0,10	-0,29	0,65°	0,37	0,68°	0,32	-0,51 ^Δ	0,66°	-0,17	0,67°
CaEs5				-0,04	0,10	0,19	0,11	0,77*	0,08	0,03	0,09	0,07
Cat5					-0,69°	0,04	-0,54 ^Δ	-0,37	0,80*	-0,64°	-0,20	-0,56 ^Δ
Cant5						-0,22	0,98**	0,64°	-0,90**	0,82*	-0,41	0,76*
CaR5							-0,25	-0,09	0,38	-0,17	0,49 ^Δ	-0,11
CaAN5								0,70°	-0,83*	0,79*	-0,52 ^Δ	0,74*
CaEs7									-0,50 ^Δ	0,50 ^Δ	-0,22	0,57 ^Δ
Cat7										-0,86**	0,23	-0,78*
Cant7											0,02	0,99**
CaR7												0,08

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

5. PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E CONTEÚDO DE POTÁSSIO, CÁLCIO E MAGNÉSIO NO EUCALIPTO

5.1. Produção de Matéria Seca

A produção de matéria seca variou de sítio para sítio, os Latossolos (Egas, Abre Campo, Brucutu) apresentaram as maiores produções e os Cambissolos as menores com exceção do sítio Vargem Alegre (CX1) que apresentou a quarta maior produção aos 7 anos da floresta (Quadros 31 a 33). Segundo Amaral (2000), o fato de o sítio Vargem Alegre ter sido o quarto mais produtivo, mesmo estando sobre um Cambissolo, deve estar relacionado à sua posição na paisagem e às propriedades físicas do perfil. Sua localização na parte mais baixa do terreno condiciona maior disponibilidade de água e nutrientes no sistema, confirmado pelos valores da análise química de rotina do solo (Quadros 4, 5 e 6). Contudo, estes valores, são comparáveis aos dos sítios menos produtivos (Valéria II P1 (CX2)). Assim, a condição de maior umidade local, devido ao relevo, possibilitou maior crescimento das árvores.

Os sítios Brucutu (LVj), Egas (LVAd2) e Abre Campo (LVd) foram os que apresentaram maior produção de matéria seca aos 7 anos. Essa produção, superior à de outros sítios, como Cururu (CX3) e Valéria II P2 (LVAd1), que apresentaram maiores teores de nutrientes no solo, parece estar mais relacionada às características morfológicas do mesmo (profundidade do solum) e menos com as características químicas (Amaral, 2000). Isso evidencia que características físicas do solo, como a profundidade efetiva e os maiores teores de silte, determinam o potencial produtivo da floresta. Estas características não podem ser modificadas por práticas de manejo e, portanto, podem ser consideradas como restritivas à produção florestal nestes sítios, aliado ao fato de os solos desses sítios terem apresentado baixa capacidade de suprimento de K, Ca e Mg.

A produção de matéria seca do sítio Valéria II P2 (LVAd1) estabilizou entre 5 e 7 anos (Quadros 31 a 33). Amaral (2000) trabalhando com esse mesmo solo, observou que o conteúdo de água armazenado nas camadas de 45-75 cm e 75-150 cm atingia valores inferiores àquele correspondente à

umidade retida na tensão de 1,5 MPa (ponto de murcha permanente – PMP). Esse estudo foi realizado quando a plantação estava com 2 anos e, possivelmente, esse fato comprometeu a produção nesse sítio.

O fato do sítio Brucutu (LVj) ter apresentado maior produção ao longo do ciclo (2, 5 e 7 anos) mesmo apresentando menores teores de nutrientes pode ser decorrente dele ser um povoamento de regeneração (Quadro 2), podendo a produção estar elevada devido ao número de brotações por unidade de área. O aumento da população de plantas aumenta a produção de biomassa total da área (Leite, 2001).

O sítio Cururu (CX3) apresentou baixa produtividade aos 2 anos, mas ultrapassou os outros ao longo do tempo (5 e 7 anos) (Quadros 31 a 33). Possivelmente, na época da primeira avaliação a competição com o subbosque era intensa, sendo controlada posteriormente, o que resultou em maior produtividade nos outros anos.

Quadro 31 – Produção e partição de matéria seca da parte aérea de eucalipto e da manta orgânica na floresta com dois anos de idade

Solo	Sítio	FOLHA	CASCA	GALHO	LENHO	MANTA	MST ¹	FOLHA	CASCA	GALHO	LENHO
.....t/ha.....							%.....				
Dois anos de idade											
LVj	Brucutu	4,1	3,8	3,5	25,4	4,1	36,8	11,1	10,3	9,5	69,0
CX3	Cururu	1,1	0,5	0,9	2,6	4,9	5,1	21,6	9,8	17,6	51,0
CX2	Valéria II P1	2,5	1,3	1,9	7,5	4,4	13,2	18,9	9,8	14,4	56,8
LVAAd1	Valéria II P2	2,5	1,1	2,7	6,7	3,8	13,0	19,2	8,5	20,8	51,5
CX1	V.Alegre	2,7	2,0	2,0	14,0	2,1	20,7	13,0	9,7	9,7	67,6
CXL	Fonseca	2,1	1,6	1,9	10,3	2,6	15,9	13,2	10,1	11,9	64,8
LVAAd2	Egas	2,5	2,6	2,8	16,7	2,0	24,6	10,2	10,6	11,4	67,9
LVd	Abre Campo	2,5	2,0	2,6	13,7	2,8	20,8	12,0	9,6	12,5	65,9

¹MST = casca + ganho + folha + lenho.

Quadro 32 – Produção e partição de matéria seca da parte aérea de eucalipto e da manta orgânica na floresta com cinco anos de idade

Solo	Sítio	FOLHA	CASCA	GALHO	LENHO	MANTA	MST ¹	FOLHA	CASCA	GALHO	LENHO
.....t/ha.....							%				
Cinco anos de idade											
LVj	Brucutu	4,6	6,2	5,2	87,0	10,1	103,0	4,5	6,0	5,1	84,5
CX3	Cururu	3,0	6,7	3,3	55,0	24,6	68,0	4,4	9,9	4,9	80,9
CX2	Valéria II P1	3,5	6,6	3,9	40,6	22,5	54,6	6,4	12,1	7,1	74,4
LVAd1	Valéria II P2	3,1	10,0	3,2	64,7	22,7	81,0	3,8	12,3	4,0	79,9
CX1	V.Alegre	3,2	7,8	2,5	79,0	20,0	92,5	3,5	8,4	2,7	85,4
CXL	Fonseca	2,6	7,7	2,4	45,7	27,6	58,4	4,5	13,2	4,1	78,3
LVAd2	Egas	3,2	12,2	3,6	66,3	24,4	85,3	3,8	14,3	4,2	77,7
LVd	Abre Campo	3,4	10,3	3,6	65,1	25,0	82,4	4,1	12,5	4,4	79,0

¹MST = casca + ganho + folha + lenho.

Quadro 33 – Produção e partição de matéria seca da parte aérea de eucalipto e da manta orgânica na floresta com sete anos de idade

Solo	Sítio	FOLHA	CASCA	GALHO	LENHO	MANTA	MST ¹	FOLHA	CASCA	GALHO	LENHO
.....t/ha.....							%				
Sete anos de idade											
LVj	Brucutu	5,3	15,7	8,4	128,0	13,7	157,4	3,4	10,0	5,3	81,3
CX3	Cururu	1,7	7,6	3,3	88,9	26,9	101,5	1,7	7,5	3,3	87,6
CX2	Valéria II P1	2,3	7,2	4,7	50,2	12,4	64,4	3,6	11,2	7,3	78,0
LVAAd1	Valéria II P2	1,7	9,0	4,0	67,9	11,9	82,6	2,1	10,9	4,8	82,2
CX1	V.Alegre	1,7	11,4	3,2	96,3	22,7	112,6	1,5	10,1	2,8	85,5
CXL	Fonseca	2,3	11,2	3,9	69,8	27,2	87,2	2,6	12,8	4,5	80,0
LVAAd2	Egas	3,8	16,1	5,0	131,5	19,0	156,4	2,4	10,3	3,2	84,1
LVd	Abre Campo	2,3	12,8	3,5	102,9	22,7	121,5	1,9	10,5	2,9	84,7

¹MST = casca + ganho + folha + lenho.

5.2. Conteúdo de Potássio, Cálcio e Magnésio

Os maiores conteúdos de K e Ca foram encontrados nas folhas na idade de 2 anos, representando, em alguns sítios, quase 50 % do total na matéria seca (Quadros 34 e 36). Já na floresta com 7 anos de idade ocorre uma maior contribuição do lenho e diminuição do conteúdo de K e Ca nas folhas. Para Mg foi observado uma grande contribuição da casca aos 7 anos que apresentou, em determinados sítios contribuindo com quase 70 % (Quadro 35). Esse resultado se assemelha ao encontrado por Leite (2001) que ao estudar a alocação de nutrientes na planta na região do Vale do Rio Doce, constatou que a participação percentual dos conteúdos de N, P, K, Ca e Mg nas folhas e nos galhos em relação ao total imobilizado na biomassa reduziu com o aumento da idade da floresta.

Pode-se dizer que no final do ciclo a maior proporção de K, Ca e Mg estavam na casca e no lenho. Neste sentido, fica claro que a adoção do descasque dos troncos no campo deve ser priorizada, pois estando grande parte dos nutrientes na casca, sua permanência na área reduz a saída de nutrientes pela colheita florestal.

Com os dados da parte aérea de eucalipto e manta orgânica obtidos neste trabalho é possível ter uma idéia da demanda da floresta por nutrientes. As quantidades de nutrientes acumuladas na parte aérea das árvores (folha, casca, lenho e galho), somadas às quantidades existentes na serapilheira ao longo do ciclo representam uma estimativa da demanda da floresta por nutrientes, sendo essa estimativa mais exata se fossem computados os conteúdos de nutrientes do sistema radicular. O conhecimento das quantidades acumuladas na parte aérea e serapilheira, em diferentes idades, permite estimar a dinâmica de demanda ao longo do ciclo. Essa informação é essencial para definir as melhores épocas de aplicação de fertilizantes, isto é, aquelas que antecedem os períodos nos quais a demanda é mais acentuada (Leite, 2001).

Observando o acúmulo de K aos 2, 5 e 7 anos de idade da plantação, verifica-se que ocorre diferença entre os sítios quanto à demanda por esse nutriente. As árvores nos sítios Brucutu (LVj) e Valéria II P1 (CX2) apresentam

maior incremento no conteúdo de K na planta de 5 para 7 anos, consequentemente, maior demanda desse nutriente neste intervalo de tempo. Já nos outros sítios esta situação ocorre no intervalo entre 2 e 5 anos. Com esse tipo de estudo há a possibilidade de definir as melhores épocas de adubação para cada sítio.

Quanto ao Ca e Mg, a maior elevação em seus conteúdos foi observada no intervalo entre 2 e 5 anos para todos os sítios.

Quadro 34 – Conteúdo de potássio na manta orgânica e nos componentes da parte aérea de árvores de eucalipto em três idades diferentes (2, 5 e 7 anos), com a respectiva distribuição relativa

Sítio	FOLHA	CASCA	GALHO	LENHO	MANTA	TOTAL	FOLHA	CASCA	GALHO	LENHO
kg/ha						%				
Dois anos										
Brucutu	16,92	9,88	7,45	21,08	3,20	58,52	30,59	17,86	13,46	38,09
Cururu	11,52	3,06	5,04	3,98	22,43	46,02	48,81	12,96	21,36	16,86
Valéria II P1	18,84	6,70	7,04	9,83	17,84	60,24	44,43	15,79	16,61	23,17
Valéria II P2	21,87	7,17	11,47	10,54	6,70	57,75	42,84	14,06	22,47	20,64
V.Alegre	28,34	15,38	10,30	19,59	9,51	83,11	38,50	20,89	14,00	26,61
Fonseca	15,95	6,83	4,66	8,76	5,63	41,83	44,07	18,87	12,87	24,19
Egas	20,91	16,67	12,35	21,79	5,75	77,47	29,15	23,25	17,22	30,39
Abre Campo	23,91	12,16	10,53	17,19	16,68	80,47	37,48	19,07	16,50	26,95
Cinco anos										
Brucutu	20,37	15,05	10,30	23,41	4,81	73,94	29,46	21,76	14,91	33,87
Cururu	23,63	39,83	10,90	41,71	30,75	146,82	20,36	34,31	9,39	35,94
Valéria II P1	20,98	21,43	15,33	19,57	21,94	99,24	27,14	27,72	19,83	25,31
Valéria II P2	23,06	51,80	11,66	89,29	28,38	204,18	13,11	29,46	6,63	50,79
V.Alegre	20,75	43,70	7,77	50,25	27,50	149,96	16,94	35,68	6,34	41,03
Fonseca	15,58	29,95	6,05	29,07	32,43	113,08	19,32	37,14	7,50	36,04
Egas	26,38	62,98	11,63	30,82	46,97	178,77	20,02	47,78	8,82	23,38
Abre Campo	22,87	48,13	13,56	31,85	21,25	137,67	19,65	41,34	11,65	27,36
Sete anos										
Brucutu	30,38	52,57	23,01	51,95	10,28	168,18	19,24	33,29	14,57	32,90
Cururu	13,54	44,72	15,76	51,86	50,44	176,33	10,76	35,53	12,52	41,20
Valéria II P1	15,46	28,18	12,76	33,16	11,47	101,03	17,26	31,47	14,25	37,02
Valéria II P2	14,66	52,02	14,91	111,36	24,10	217,05	7,60	26,96	7,73	57,71
V.Alegre	14,57	63,33	15,91	51,30	29,51	174,61	10,04	43,64	10,96	35,35
Fonseca	14,99	43,18	16,46	33,51	25,16	133,31	13,86	39,93	15,22	30,99
Egas	25,06	64,93	12,94	63,37	28,31	194,61	15,07	39,04	7,78	38,11
Abre Campo	17,44	59,09	10,83	62,64	21,57	171,57	11,63	39,39	7,22	41,76

Quadro 35 – Conteúdo de magnésio na manta orgânica e nos componentes da parte aérea de árvores de eucalipto em três idades diferentes (2, 5 e 7 anos), com a respectiva distribuição relativa

Sítio	FOLHA	CASCA	GALHO	LENHO	MANTA	TOTAL	FOLHA	CASCA	GALHO	LENHO
	kg/ha.....						%.....			
Dois anos										
Brucutu	8,09	5,04	1,86	2,79	4,92	22,71	45,50	28,31	10,48	15,71
Cururu	1,30	0,42	0,39	0,22	4,63	6,96	55,83	18,08	16,61	9,48
Valéria II P1	3,84	1,57	0,76	0,84	5,31	12,33	54,75	22,41	10,83	12,02
Valéria II P2	4,82	1,67	1,52	1,01	4,06	13,07	53,44	18,57	16,84	11,15
V.Alegre	4,21	1,70	0,50	1,32	2,32	10,05	54,44	21,97	6,51	17,08
Fonseca	1,84	0,55	0,36	0,63	2,68	6,05	54,50	16,35	10,55	18,60
Egas	2,89	1,72	0,78	1,88	2,40	9,67	39,68	23,70	10,78	25,84
Abre Campo	2,83	1,27	0,59	1,10	2,72	8,50	49,00	21,89	10,14	18,97
Cinco anos										
Brucutu	9,55	7,66	3,19	5,72	12,14	38,27	36,57	29,33	12,21	21,89
Cururu	4,93	5,81	1,46	4,22	18,94	35,37	30,04	35,38	8,89	25,69
Valéria II P1	6,48	6,67	2,16	3,82	18,96	38,08	33,87	34,85	11,30	19,98
Valéria II P2	6,39	17,05	2,63	6,22	23,27	55,56	19,80	52,80	8,15	19,26
V.Alegre	3,94	4,41	0,58	3,00	15,95	27,88	33,05	36,95	4,88	25,12
Fonseca	3,19	6,26	0,72	2,79	9,66	22,62	24,60	48,31	5,56	21,53
Egas	3,78	9,02	1,29	3,88	15,92	33,89	21,05	50,20	7,17	21,58
Abre Campo	5,51	8,61	1,35	3,75	8,63	27,85	28,67	44,79	7,04	19,51
Sete anos										
Brucutu	16,10	49,54	5,04	1,02	16,10	87,80	22,45	69,09	7,03	1,42
Cururu	5,07	7,39	2,80	4,11	16,81	36,18	26,18	38,17	14,44	21,21
Valéria II P1	8,97	8,02	3,33	3,47	16,12	39,90	37,71	33,72	13,99	14,57
Valéria II P2	7,65	16,01	3,03	5,06	25,29	57,04	24,09	50,44	9,55	15,92
V.Alegre	3,00	6,09	1,27	4,81	19,30	34,47	19,76	40,16	8,40	31,68
Fonseca	3,38	8,80	1,52	3,66	12,24	29,61	19,45	50,67	8,78	21,10
Egas	5,76	16,46	2,40	10,85	6,08	41,55	16,24	46,42	6,76	30,59
Abre Campo	4,81	13,69	1,55	5,62	10,22	35,88	18,74	53,32	6,05	21,88

Quadro 36 – Conteúdo de cálcio na manta orgânica e nos componentes da parte aérea de árvores de eucalipto em três idades diferentes (2, 5 e 7 anos), com a respectiva distribuição relativa

Sítio	FOLHA	CASCA	GALHO	LENHO	MANTA	TOTAL	FOLHA	CASCA	GALHO	LENHO
.....kg/ha.....						%.....				
Dois anos										
Brucutu	15,29	13,40	6,56	7,76	23,46	66,47	35,56	31,14	15,26	18,03
Cururu	2,88	1,28	1,39	0,81	12,24	18,60	45,34	20,10	21,89	12,67
Valéria II P1	10,75	7,35	4,44	3,38	20,56	46,47	41,49	28,35	17,14	13,03
Valéria II P2	13,52	7,50	7,05	3,52	19,91	51,50	42,79	23,75	22,33	11,13
V.Alegre	10,67	9,52	3,27	5,68	12,61	41,74	36,64	32,66	11,21	19,49
Fonseca	4,57	3,25	2,27	3,11	7,75	20,94	34,64	24,61	17,18	23,56
Egas	7,16	8,35	4,52	8,00	12,22	40,24	25,53	29,78	16,13	28,56
Abre Campo	6,22	6,38	3,77	5,28	11,33	32,99	28,72	29,48	17,43	24,37
Cinco anos										
Brucutu	22,44	23,62	11,45	28,29	60,21	146,01	26,15	27,53	13,34	32,97
Cururu	9,16	6,90	5,54	14,75	24,85	61,20	25,20	18,98	15,24	40,57
Valéria II P1	13,64	23,02	8,90	14,97	34,43	94,95	22,53	38,03	14,70	24,74
Valéria II P2	11,65	25,60	8,31	24,96	34,96	105,49	16,52	36,30	11,79	35,39
V.Alegre	12,52	21,30	4,76	20,09	40,60	99,27	21,34	36,31	8,11	34,24
Fonseca	6,82	16,83	3,37	10,26	60,17	97,45	18,30	45,15	9,04	27,51
Egas	7,64	26,06	6,03	14,80	76,25	130,79	14,02	47,78	11,06	27,14
Abre Campo	13,54	21,84	6,91	14,39	49,50	106,18	23,89	38,52	12,20	25,39
Sete anos										
Brucutu	24,97	50,84	18,59	33,16	64,05	191,61	19,57	39,86	14,57	25,99
Cururu	4,04	10,87	4,51	26,67	31,61	77,70	8,78	23,58	9,78	57,86
Valéria II P1	6,16	25,63	10,34	25,60	33,48	101,21	9,09	37,84	15,27	37,80
Valéria II P2	5,70	31,50	6,64	37,35	45,22	126,41	7,02	38,80	8,18	46,00
V.Alegre	5,27	25,08	5,84	23,43	48,24	107,86	8,84	42,06	9,80	39,30
Fonseca	6,53	21,24	7,40	12,63	87,04	134,84	13,66	44,43	15,48	26,43
Egas	10,78	34,87	10,47	30,20	67,26	153,58	12,49	40,40	12,13	34,98
Abre Campo	6,94	28,24	5,17	23,62	56,18	120,15	10,85	44,14	8,08	36,93

5.3. Correlação entre Potássio, Cálcio e Magnésio no Solo com Conteúdo na Planta e Produção

As correlações entre os teores de K, Ca e Mg, obtidos por diferentes métodos de extração, e a produção de matéria seca de madeira (MSM), matéria seca dos componentes da parte aérea (MSCPA = folha + galho + casca), matéria seca da biomassa da parte aérea (MSBPA = MSCPA + MSM) e

matéria seca da biomassa total ($MSBT = MSCPA + MSM + \text{manta orgânica}$) foram negativas (Quadros 37 a 45) o que pode ser resultado da redução dos teores no solo pela absorção. Como os solos dos sítios em estudo apresentaram baixa capacidade de reposição desses nutrientes, os teores tenderiam a reduzir com o aumento da biomassa.

Morais (1999) estudando formas de K para solos de Minas Gerais e sua disponibilidade para as plantas de milho encontrou correlações positivas entre os teores de K extraído por Mehlich-1 e K absorvido pelas plantas, evidenciando que o aumento da quantidade de K absorvido pelas plantas se deve à elevação do teor disponível do nutriente no solo. Seguindo essa linha de raciocínio pode-se dizer que para os solos dos sítios deste trabalho não está ocorrendo elevação do teor disponível do nutriente no solo com a absorção do mesmo pela planta. Como são verificadas correlações negativas nos demais anos (5 e 7 anos), a manutenção dos teores de nutrientes no solo ao longo das três avaliações teria pouca relação com a capacidade do solo em fornecer nutrientes adequadamente. Talvez a ciclagem de nutrientes no ambiente florestal já no início da queda de folhas e galhos (ciclagem interna na planta) e, posteriormente, com ciclagem devido a decomposição da manta orgânica, é que estaria mantendo os teores de K, Ca e Mg no solo. Isso reduz a dependência da disponibilização dos nutrientes pelo solo para que seja mantido o crescimento das plantas.

Considerando a produção de madeira, as correlações mais significativas foram obtidas quando a plantação se encontrava com 2 anos (Quadros 37 a 45) para os teores disponíveis de K e trocáveis de Ca e Mg.

Quadro 37 – Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de potássio no solo e a produção de matéria seca de madeira (MSM), matéria seca dos componentes da parte aérea (MSCPA = folha + galho + casca), matéria seca da biomassa da parte aérea (MSBPA = MSCPA + MSM) e matéria seca da biomassa total (MSBT = MSCPA + MSM + matéria orgânica) para a profundidade de 0-20 cm na floresta com dois, cinco e sete anos de idade

Nutriente	MSM			MSCPA			MSBPA			MSBT		
	Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
Kd2	-0,75*	-0,31	-0,45	-0,80*	-0,52 ^Δ	-0,79*	-0,77*	-0,36	-0,52 ^Δ	-0,80*	-0,25	-0,44
Knd2	0,08	0,66°	0,31	0,10	0,29	-0,01	0,08	0,65°	0,27	0,05	0,75*	0,25
KAN2	-0,51 ^Δ	0,08	-0,17	-0,54 ^Δ	-0,25	-0,58 ^Δ	-0,53 ^Δ	0,04	-0,25	-0,56 ^Δ	0,17	-0,20
KEs2	-0,51 ^Δ	0,06	-0,21	-0,49 ^Δ	-0,21	-0,54 ^Δ	-0,51 ^Δ	0,03	-0,27	-0,52 ^Δ	0,10	-0,27
Kd5	-0,65°	-0,60 ^Δ	-0,39	-0,68°	-0,26	-0,49 ^Δ	-0,67°	-0,59 ^Δ	-0,42	-0,71*	-0,42	-0,32
Knd5	-0,21	0,01	0,00	-0,21	-0,25	-0,09	-0,22	-0,02	-0,02	-0,12	-0,18	-0,06
KR5	-0,79*	-0,67°	-0,49 ^Δ	-0,81*	-0,40	-0,63°	-0,80*	-0,68°	-0,53 ^Δ	-0,82*	-0,57 ^Δ	-0,45
KAN5	-0,38	-0,14	-0,10	-0,38	-0,32	-0,21	-0,38	-0,17	-0,12	-0,30	-0,29	-0,14
KEs5	-0,46 ^Δ	0,10	-0,25	-0,40	-0,18	-0,52 ^Δ	-0,45	0,07	-0,30	-0,47 ^Δ	0,12	-0,31
Kd7	-0,90**	-0,74°	-0,63°	-0,92**	-0,52	-0,79*	-0,91**	-0,77*	-0,67 ^Δ	-0,92**	-0,64°	-0,56 ^Δ
Knd7	-0,55 ^Δ	-0,03	-0,21	-0,45	-0,03	-0,45	-0,53 ^Δ	-0,03	-0,26	-0,51 ^Δ	0,00	-0,29
KR7	-0,71*	-0,68°	-0,35	-0,82*	-0,40	-0,55 ^Δ	-0,75*	-0,69°	-0,39	-0,78*	-0,54 ^Δ	-0,27
KAN7	-0,76*	-0,27	-0,38	-0,68°	-0,19	-0,64°	-0,75*	-0,28	-0,44	-0,73*	-0,21	-0,43
KEs7	-0,40	0,07	-0,19	-0,38	-0,17	-0,47 ^Δ	-0,40	0,04	-0,24	-0,43	0,10	-0,25

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 38 – Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de potássio no solo e a produção de matéria seca de madeira (MSM), matéria seca dos componentes da parte aérea (MSCPA = folha + galho + casca), matéria seca da biomassa da parte aérea (MSBPA = MSCPA + MSM) e matéria seca da biomassa total (MSBT = MSCPA + MSM + matéria orgânica) para a profundidade de 20-60 cm na floresta com dois, cinco e sete anos de idade

Nutriente	MSM			MSCPA			MSBPA			MSBT		
	Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
Kd2	-0,83	-0,34	-0,35	-0,90**	-0,44	-0,79*	-0,86**	-0,38	-0,44	-0,86**	-0,26	-0,34
Knd2	-0,18	0,43	0,06	-0,07	0,27	-0,24	-0,15	0,44	0,01	-0,18	0,53 ^Δ	-0,04
KAN2	-0,55 ^Δ	0,11	-0,14	-0,52 ^Δ	-0,04	-0,57 ^Δ	-0,55 ^Δ	0,10	-0,22	-0,56 ^Δ	0,23	-0,20
KEs2	-0,53 ^Δ	0,07	-0,22	-0,53 ^Δ	-0,29	-0,56 ^Δ	-0,54 ^Δ	0,02	-0,28	-0,55 ^Δ	0,08	-0,26
Kd5	-0,87**	-0,65°	-0,48 ^Δ	-0,86**	-0,34	-0,67°	-0,87**	-0,66°	-0,53 ^Δ	-0,86**	-0,56 ^Δ	-0,45
Knd5	-0,73*	-0,29	-0,44	-0,69°	-0,37	-0,69°	-0,72*	-0,33	-0,49 ^Δ	-0,68°	-0,34	-0,49 ^Δ
KR5	-0,70°	-0,39	-0,38	-0,72*	-0,55 ^Δ	-0,56 ^Δ	-0,71*	-0,44	-0,42	-0,65°	-0,47 ^Δ	-0,37
KAN5	-0,78*	-0,36	-0,46 ^Δ	-0,75*	-0,38	-0,72**	-0,78*	-0,39	-0,52 ^Δ	-0,74*	-0,38	-0,51 ^Δ
KEs5	-0,34	0,12	-0,22	-0,28	-0,12	-0,43	-0,33	0,09	-0,26	-0,36	0,15	-0,28
Kd7	-0,88**	-0,50 ^Δ	-0,42	-0,93**	-0,45	-0,77*	-0,90**	-0,53 ^Δ	-0,49 ^Δ	-0,87**	-0,45	-0,40
Knd7	-0,71*	-0,21	-0,48 ^Δ	-0,55 ^Δ	-0,12	-0,64°	-0,68°	-0,21	-0,52 ^Δ	-0,65°	-0,18	-0,56 ^Δ
KR7	-0,86**	-0,51 ^Δ	-0,34	-0,90**	-0,21	-0,72*	-0,88**	-0,51	-0,41	-0,89**	-0,34	-0,33
KAN7	-0,74°	-0,24	-0,48 ^Δ	-0,60 ^Δ	-0,15	-0,67°	-0,71°	-0,24	-0,53 ^Δ	-0,68°	-0,20	-0,56 ^Δ
KEs7	-0,41	-0,02	-0,20	-0,41	-0,19	-0,45	-0,41	-0,05	-0,24	-0,44	0,00	-0,25

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 39 – Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de potássio no solo e a produção de matéria seca de madeira (MSM), matéria seca dos componentes da parte aérea (MSCPA = folha + galho + casca), matéria seca da biomassa da parte aérea (MSBPA = MSCPA + MSM) e matéria seca da biomassa total (MSBT = MSCPA + MSM + matéria orgânica) para a profundidade de 60-100 cm na floresta com dois, cinco e sete anos de idade

Nutriente	MSM			MSCPA			MSBPA			MSBT		
	Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
Kd2	-0,78*	-0,28	-0,43	-0,84**	-0,53 ^Δ	-0,84**	-0,80*	-0,34	-0,51 ^Δ	-0,81*	-0,23	-0,42
Knd2	-0,20	0,44	0,25	-0,24	0,06	-0,21	-0,21	0,43	0,18	-0,23	0,51 ^Δ	0,20
KAN2	-0,38	0,27	0,07	-0,44	-0,11	-0,41	-0,40	0,24	-0,01	-0,42	0,33	0,03
KEs2	-0,43	0,14	-0,14	-0,45	-0,27	-0,50 ^Δ	-0,44	0,09	-0,20	-0,46 ^Δ	0,16	-0,18
Kd5	-0,88**	-0,72	-0,57 ^Δ	-0,86**	-0,35	-0,71*	-0,88**	-0,73*	-0,61 ^Δ	-0,89**	-0,60 ^Δ	-0,54 ^Δ
Knd5	-0,69°	-0,25	-0,46	-0,60 ^Δ	-0,28	-0,66°	-0,67°	-0,27	-0,50 ^Δ	-0,63°	-0,30	-0,54 ^Δ
KR5	-0,81*	-0,41	-0,53 ^Δ	-0,74*	-0,43	-0,69°	-0,80*	-0,44	-0,57 ^Δ	-0,75*	-0,44	-0,55 ^Δ
KAN5	-0,73*	-0,30	-0,49 ^Δ	-0,65°	-0,30	-0,69 ^Δ	-0,72*	-0,32	-0,53 ^Δ	-0,68°	-0,34	-0,56 ^Δ
KEs5	-0,34	0,14	-0,21	-0,35	-0,32	-0,47 ^Δ	-0,35	0,09	-0,26	-0,37	0,12	-0,25
Kd7	-0,52 ^Δ	-0,33	0,05	-0,55 ^Δ	0,25	-0,28	-0,53 ^Δ	-0,28	-0,01	-0,54 ^Δ	-0,14	0,02
Knd7	-0,55 ^Δ	0,01	-0,33	-0,41	-0,09	-0,51 ^Δ	-0,52 ^Δ	-0,01	-0,37	-0,50 ^Δ	0,02	-0,41
KR7	-0,70°	-0,21	-0,22	-0,69°	-0,13	-0,59 ^Δ	-0,71°	-0,21	-0,29	-0,69°	-0,13	-0,27
KAN7	-0,58	-0,03	-0,31	-0,45	-0,06	-0,51 ^Δ	-0,55	-0,04	-0,35	-0,54	0,01	-0,38
KEs7	-0,42	-0,01	-0,37	-0,32	-0,15	-0,50 ^Δ	-0,40	-0,03	-0,40	-0,41	-0,02	-0,45

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 40 – Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de cálcio no solo e a produção de matéria seca de madeira (MSM), matéria seca dos componentes da parte aérea (MSCPA = folha + galho + casca), matéria seca da biomassa da parte aérea (MSBPA = MSCPA + MSM) e matéria seca da biomassa total (MSBT = MSCPA + MSM + matéria orgânica) para a profundidade de 0-20 cm na floresta com dois, cinco e sete anos de idade

Nutriente	MSM			MSCPA			MSBPA			MSBT		
	Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
Cat2	0,08	0,06	-0,35	0,22	-0,32	-0,03	0,11	0,01	-0,30	0,18	-0,23	-0,42
Cant2	0,02	0,38	0,04	-0,09	-0,37	-0,22	-0,01	0,31	0,00	-0,05	0,33	0,04
CaAN2	-0,01	0,33	-0,06	-0,09	-0,42	-0,26	-0,03	0,26	-0,10	-0,07	0,24	-0,07
Cat5	-0,43	-0,51 ^Δ	-0,26	-0,33	0,24	-0,22	-0,40	-0,44	-0,26	-0,44	-0,27	-0,23
Cant5	0,27	0,34	-0,02	0,41	-0,02	0,21	0,31	0,32	0,01	0,37	0,08	-0,13
CaR5	-0,58 ^Δ	-0,13	-0,42	-0,37	-0,01	-0,47 ^Δ	-0,53 ^Δ	-0,13	-0,44	-0,48 ^Δ	-0,12	-0,50 ^Δ
CaAN5	0,08	0,13	-0,18	0,31	0,12	0,13	0,14	0,14	-0,13	0,21	-0,05	-0,29
CaEs5	0,20	0,12	0,27	0,18	0,44	0,16	0,20	0,17	0,26	0,18	0,26	0,29
Cat7	-0,22	0,07	-0,52 ^Δ	-0,07	-0,30	-0,46	-0,18	0,03	-0,53 ^Δ	-0,18	0,02	-0,55 ^Δ
Cant7	0,40	0,54 ^Δ	0,41	0,37	0,38	0,21	0,40	0,56 ^Δ	0,38	0,39	0,58 ^Δ	0,37
CaR7	-0,55 ^Δ	-0,67°	-0,77*	-0,53 ^Δ	-0,50 ^Δ	-0,70°	-0,55 ^Δ	-0,70°	-0,78*	-0,57 ^Δ	-0,67°	-0,74*
CaAN7	0,27	0,48 ^Δ	0,16	0,29	0,22	0,02	0,27	0,48 ^Δ	0,14	0,26	0,49 ^Δ	0,12
CaEs7	0,78*	0,63°	0,87**	0,69°	0,64°	0,84**	0,77*	0,68°	0,89**	0,74*	0,72*	0,89**

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 41 – Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de cálcio no solo e a produção de matéria seca de madeira (MSM), matéria seca dos componentes da parte aérea (MSCPA = folha + galho + casca), matéria seca da biomassa da parte aérea (MSBPA = MSCPA + MSM) e matéria seca da biomassa total (MSBT = MSCPA + MSM + matéria orgânica) para a profundidade de 20-60 cm na floresta com dois, cinco e sete anos de idade

Nutriente	MSM			MSCPA			MSBPA			MSBT		
	Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
Cat2	0,65°	0,53 ^Δ	0,42	0,53 ^Δ	-0,26	0,57 ^Δ	0,63°	0,46	0,46	0,65°	0,26	0,44
Cant2	-0,43	-0,17	-0,22	-0,33	-0,13	-0,28	-0,41	-0,18	-0,24	-0,32	-0,29	-0,29
CaAN2	-0,50 ^Δ	-0,23	-0,27	-0,51 ^Δ	-0,47 ^Δ	-0,42	-0,51 ^Δ	-0,28	-0,30	-0,44	-0,39	-0,31
Cat5	-0,44	-0,54 ^Δ	-0,44	-0,48 ^Δ	-0,40	-0,40	-0,46	-0,56 ^Δ	-0,44	-0,51 ^Δ	-0,41	-0,33
Cant5	0,39	0,52 ^Δ	0,17	0,52 ^Δ	0,07	0,38	0,43	0,50 ^Δ	0,21	0,50 ^Δ	0,27	0,07
CaR5	-0,71°	-0,43	-0,35	-0,60 ^Δ	0,23	-0,59 ^Δ	-0,68°	-0,37	-0,40	-0,71*	-0,19	-0,40
CaAN5	0,30	0,48 ^Δ	0,10	0,44	0,02	0,30	0,34	0,45	0,13	0,41	0,24	0,00
CaEs5	-0,14	0,01	0,24	-0,30	-0,25	-0,02	-0,19	-0,02	0,20	-0,13	-0,05	0,28
Cat7	-0,39	-0,20	-0,31	-0,32	-0,24	-0,35	-0,37	-0,22	-0,33	-0,29	-0,37	-0,39
Cant7	0,12	0,56 ^Δ	0,27	0,05	0,05	-0,07	0,10	0,54 ^Δ	0,22	0,06	0,65°	0,28
CaR7	-0,71*	-0,29	-0,20	-0,85**	-0,36	-0,70°	-0,75*	-0,32	-0,30	-0,78*	-0,14	-0,15
CaAN7	0,02	0,55 ^Δ	0,20	-0,03	-0,01	-0,18	0,00	0,52 ^Δ	0,14	-0,02	0,60 ^Δ	0,19
CaEs7	-0,31	-0,17	-0,01	-0,44	-0,49 ^Δ	-0,17	-0,35	-0,22	-0,03	-0,28	-0,29	0,04

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 42 – Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de cálcio no solo e a produção de matéria seca de madeira (MSM), matéria seca dos componentes da parte aérea (MSCPA = folha + galho + casca), matéria seca da biomassa da parte aérea (MSBPA = MSCPA + MSM) e matéria seca da biomassa total (MSBT = MSCPA + MSM + matéria orgânica) para a profundidade de 60-100 cm na floresta com dois, cinco e sete anos de idade

Nutriente	MSM			MSCPA			MSBPA			MSBT		
	Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
Cat2	0,74*	0,50 ^Δ	0,50 ^Δ	0,64°	-0,10	0,73*	0,72*	0,46	0,55 ^Δ	0,74*	0,29	0,53 ^Δ
Cant2	-0,69°	-0,62°	-0,48 ^Δ	-0,67°	-0,03	-0,66°	-0,69°	-0,59 ^Δ	-0,52 ^Δ	-0,76*	-0,36	-0,45
CaAN2	0,25	0,32	0,17	0,28	-0,09	0,29	0,26	0,28	0,19	0,32	0,07	0,09
Cat5	-0,55 ^Δ	-0,78*	-0,74*	-0,49 ^Δ	-0,31	-0,62 ^Δ	-0,54 ^Δ	-0,77*	-0,74*	-0,58 ^Δ	-0,70°	-0,72*
Cant5	0,73*	0,61 ^Δ	0,47 ^Δ	0,73*	0,03	0,73°	0,74*	0,58 ^Δ	0,53 ^Δ	0,80*	0,36	0,45
CaR5	-0,56 ^Δ	-0,39	-0,09	-0,60 ^Δ	-0,11	-0,32	-0,57 ^Δ	-0,38	-0,13	-0,53 ^Δ	-0,36	-0,11
CaAN5	0,71*	0,51 ^Δ	0,35	0,72*	-0,05	0,69°	0,72*	0,47 ^Δ	0,42	0,78*	0,23	0,33
CaEs5	-0,21	-0,35	-0,17	-0,35	-0,65°	-0,12	-0,25	-0,41	-0,17	-0,24	-0,42	-0,05
Cat7	-0,75*	-0,86**	-0,56 ^Δ	-0,76*	-0,17	-0,69°	-0,76*	-0,83*	-0,60 ^Δ	-0,79*	-0,67°	-0,52 ^Δ
Cant7	0,46 ^Δ	0,69°	0,31	0,43	-0,26	0,34	0,46	0,62 ^Δ	0,32	0,52 ^Δ	0,41	0,28
CaR7	-0,58 ^Δ	0,00	-0,02	-0,67°	-0,22	-0,56 ^Δ	-0,61 ^Δ	-0,03	-0,11	-0,60 ^Δ	0,09	-0,02
CaAN7	0,37	0,62 ^Δ	0,23	0,33	-0,36	0,24	0,36	0,53 ^Δ	0,24	0,42	0,33	0,20
CaEs7	0,26	0,10	0,02	0,18	-0,55 ^Δ	0,27	0,24	0,02	0,07	0,28	-0,14	0,10

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 43 – Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de magnésio no solo e a produção de matéria seca de madeira (MSM), matéria seca dos componentes da parte aérea (MSCPA = folha + galho + casca), matéria seca da biomassa da parte aérea (MSBPA = MSCPA + MSM) e matéria seca da biomassa total (MSBT = MSCPA + MSM + matéria orgânica) para a profundidade de 0-20 cm na floresta com dois, cinco e sete anos de idade

Nutriente	MSM			MSCPA			MSBPA			MSBT		
	Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
Mgt2	-0,59*	-0,60 ^Δ	-0,50 ^Δ	-0,46	0,23	-0,54 ^Δ	-0,56 ^Δ	-0,53 ^Δ	-0,52 ^Δ	-0,61 ^Δ	-0,34	-0,52 ^Δ
Mgnt2	0,06	0,23	0,35	-0,03	0,25	0,07	0,04	0,25	0,31	-0,03	0,37	0,33
MgAN2	-0,16	-0,02	0,11	-0,20	0,30	-0,14	-0,17	0,02	0,07	-0,25	0,19	0,09
MgEs2	-0,27	-0,06	-0,01	-0,22	0,21	-0,14	-0,26	-0,03	-0,03	-0,30	0,08	-0,06
Mgt5	-0,66°	-0,77*	-0,70°	-0,53 ^Δ	-0,22	-0,52 ^Δ	-0,63°	-0,76*	-0,69°	-0,65°	-0,67°	-0,67°
Mgnt5	-0,61 ^Δ	-0,59 ^Δ	-0,23	-0,61 ^Δ	-0,05	-0,35	-0,62 ^Δ	-0,56 ^Δ	-0,26	-0,60 ^Δ	-0,51 ^Δ	-0,24
MgR5	-0,72*	-0,68°	-0,57 ^Δ	-0,62°	-0,27	-0,50 ^Δ	-0,70°	-0,67°	-0,57 ^Δ	-0,68°	-0,63°	-0,56 ^Δ
MgAN5	-0,66°	-0,67°	-0,33	-0,64°	-0,09	-0,41	-0,66°	-0,64°	-0,36	-0,65°	-0,58 ^Δ	-0,34
MgEs5	0,24	0,21	0,35	0,24	0,52 ^Δ	0,27	0,24	0,27	0,35	0,17	0,36	0,30
Mgt7	-0,42	-0,25	-0,40	-0,32	-0,37	-0,31	-0,40	-0,29	-0,40	-0,32	-0,44	-0,46 ^Δ
Mgnt7	-0,12	-0,05	0,12	0,00	0,42	0,12	-0,09	0,01	0,12	-0,03	-0,05	0,01
MgR7	-0,84**	-0,79*	-0,85**	-0,71*	-0,33	-0,81*	-0,82*	-0,79*	-0,87**	-0,83*	-0,71*	-0,86**
MgAN7	-0,23	-0,12	-0,05	-0,10	0,19	-0,01	-0,20	-0,09	-0,04	-0,13	-0,18	-0,14
MgEs7	-0,15	-0,31	0,13	-0,15	0,38	0,10	-0,15	-0,23	0,12	-0,19	-0,12	0,12

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 44 – Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de magnésio no solo e a produção de matéria seca de madeira (MSM), matéria seca dos componentes da parte aérea (MSCPA = folha + galho + casca), matéria seca da biomassa da parte aérea (MSBPA = MSCPA + MSM) e matéria seca da biomassa total (MSBT = MSCPA + MSM + matéria orgânica) para a profundidade de 20-60 cm na floresta com dois, cinco e sete anos de idade

Nutriente	MSM			MSCPA			MSBPA			MSBT		
	Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
Mgt2	-0,34	-0,33	-0,14	-0,23	0,57 ^Δ	-0,26	-0,32	-0,23	-0,17	-0,37	-0,03	-0,19
Mgnt2	-0,21	0,09	0,32	-0,26	0,40	-0,06	-0,23	0,14	0,26	-0,27	0,29	0,27
MgAN2	-0,28	-0,04	0,21	-0,28	0,51 ^Δ	-0,13	-0,28	0,03	0,15	-0,33	0,22	0,16
MgEs2	-0,33	-0,01	-0,05	-0,27	0,16	-0,22	-0,32	0,01	-0,08	-0,36	0,12	-0,10
Mgt5	-0,69°	-0,65°	-0,71°	-0,54 ^Δ	-0,21	-0,58 ^Δ	-0,65°	-0,64°	-0,70°	-0,67°	-0,54 ^Δ	-0,69°
Mgnt5	-0,45	-0,40	-0,11	-0,44	0,03	-0,21	-0,45	-0,37	-0,13	-0,44	-0,34	-0,14
MgR5	-0,72*	-0,84**	-0,52 ^Δ	-0,64°	-0,07	-0,49 ^Δ	-0,70°	-0,80*	-0,53 ^Δ	-0,68°	-0,72*	-0,50 ^Δ
MgAN5	-0,52 ^Δ	-0,47 ^Δ	-0,21	-0,49 ^Δ	0,00	-0,29	-0,52 ^Δ	-0,44	-0,23	-0,51 ^Δ	-0,40	-0,23
MgEs5	0,43	0,56 ^Δ	0,29	0,30	-0,28	0,23	0,40	0,49 ^Δ	0,29	0,37	0,42	0,30
Mgt7	-0,24	0,10	-0,18	-0,20	-0,43	-0,23	-0,23	0,03	-0,19	-0,15	-0,14	-0,24
Mgnt7	-0,22	-0,16	0,11	-0,12	0,49 ^Δ	0,07	-0,19	-0,09	0,11	-0,20	0,00	0,07
MgR7	-0,95**	-0,78*	-0,72*	-0,92**	-0,40	-0,89**	-0,95**	-0,78*	-0,77*	-0,96**	-0,68 ^Δ	-0,72*
MgAN7	-0,29	-0,11	0,04	-0,19	0,28	-0,03	-0,27	-0,07	0,03	-0,24	-0,05	-0,03
MgEs7	0,04	-0,06	-0,07	0,00	-0,10	0,02	0,03	-0,07	-0,06	-0,06	0,06	0,00

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 45 – Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de magnésio no solo e a produção de matéria seca de madeira (MSM), matéria seca dos componentes da parte aérea (MSCPA = folha + galho + casca), matéria seca da biomassa da parte aérea (MSBPA = MSCPA + MSM) e matéria seca da biomassa total (MSBT = MSCPA + MSM + matéria orgânica) para a profundidade de 60-100 cm na floresta com dois, cinco e sete anos de idade

Nutriente	MSM			MSCPA			MSBPA			MSBT		
	Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
Mgt2	0,07	0,13	0,04	0,24	0,70 ^Δ	0,05	0,11	0,21	0,04	0,07	0,36	-0,02
Mgnt2	-0,25	-0,16	0,25	-0,33	0,31	-0,03	-0,27	-0,10	0,21	-0,31	0,03	0,24
MgAN2	-0,24	-0,13	0,21	-0,27	0,35	-0,02	-0,25	-0,07	0,18	-0,28	0,06	0,19
MgEs2	-0,24	0,05	0,09	-0,21	0,25	-0,13	-0,23	0,08	0,05	-0,28	0,20	0,04
Mgt5	-0,55 ^Δ	-0,77*	-0,66°	-0,57 ^Δ	-0,47 ^Δ	-0,56 ^Δ	-0,56 ^Δ	-0,79*	-0,66°	-0,61 ^Δ	-0,69°	-0,59 ^Δ
Mgnt5	-0,24	-0,38	0,05	-0,26	0,19	0,01	-0,25	-0,33	0,04	-0,24	-0,30	0,02
MgR5	-0,52 ^Δ	-0,62 ^Δ	-0,37	-0,45	-0,11	-0,27	-0,51 ^Δ	-0,59 ^Δ	-0,36	-0,50 ^Δ	-0,56 ^Δ	-0,36
MgAN5	-0,27	-0,42	0,01	-0,29	0,16	-0,02	-0,28	-0,37	0,00	-0,28	-0,34	-0,01
MgEs5	0,29	0,36	0,12	0,18	-0,42	0,14	0,26	0,28	0,13	0,24	0,19	0,14
Mgt7	-0,19	0,03	-0,08	-0,23	-0,45	-0,16	-0,20	-0,04	-0,10	-0,14	-0,20	-0,12
Mgnt7	-0,12	-0,06	0,16	-0,02	0,57 ^Δ	0,12	-0,09	0,02	0,15	-0,12	0,14	0,11
MgR7	-0,88**	-0,64°	-0,69°	-0,76*	-0,31	-0,77*	-0,86	-0,64°	-0,72*	-0,83*	-0,62 ^Δ	-0,73*
MgAN7	-0,18	-0,05	0,13	-0,09	0,44	0,07	-0,15	0,01	0,13	-0,16	0,09	0,07
MgEs7	0,09	0,02	-0,12	0,00	-0,36	-0,10	0,07	-0,03	-0,12	0,01	-0,04	-0,10

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Foram observadas correlações positivas entre o conteúdo do nutriente na planta e KAN, KEs, CaAN aos 5 anos (Quadros 46 a 51). As correlações entre os teores de K, Ca e Mg no solo e o conteúdo desses nutrientes na planta foram positivas para Cat aos 2 anos indicando talvez um pequeno aumento de Ca no solo (Quadros 49 a 51). Este fato pode estar indicando que nesta avaliação o eucalipto está extraíndo quantidades superiores às detectadas pelos métodos de rotina (teores disponíveis e trocáveis, para K e Ca respectivamente), mostrando que, ao longo do cultivo, outras formas de K e de Mg, não-trocáveis ou de reserva, estão sendo liberadas e absorvidas pelas plantas. O mesmo não foi observado para Mg. Correlação positiva para Mg foi observada aos 7 anos entre MgAN, MgEs e conteúdo de Mg na planta. (Quadros 52 a 54).

Quadro 46 – Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de potássio no solo e o conteúdo desse nutriente na madeira (CKM), nos componentes da parte aérea (CKCPA = folha + galho + casca), na biomassa da parte aérea (CKBPA = CKM + CKCPA) e conteúdo de potássio na biomassa total (CKBT = CKM + CKCPA + matéria orgânica na profundidade de 0-20 cm na floresta com dois, cinco e sete anos de idade

Nutriente	CKM			CKCPA			CKBPA			CKBT		
	Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
Kd2	-0,51 ^Δ	0,48 ^Δ	0,08	-0,07	0,28	-0,41	-0,24	0,46	-0,14	-0,09	0,54 ^Δ	
Knd2	0,37	0,75*	0,71*	0,63°	0,57 ^Δ	0,54 ^Δ	0,57 ^Δ	0,79*	0,79*	0,53 ^Δ	0,71*	0,84**
KAN2	-0,20	0,70°	0,39	0,24	0,47 ^Δ	-0,04	0,08	0,70°	0,27	0,17	0,72*	0,49 ^Δ
KEs2	-0,23	0,71*	0,43	0,15	0,43	-0,09	0,01	0,68°	0,28	0,08	0,69°	0,46
Kd5	-0,60 ^Δ	0,32	0,11	-0,33	0,27	-0,37	-0,45	0,35	-0,10	-0,49 ^Δ	0,51 ^Δ	0,11
Knd5	-0,37	-0,01	-0,04	-0,58 ^Δ	-0,20	-0,16	-0,53 ^Δ	-0,11	-0,11	-0,42	-0,16	0,01
KR5	-0,69°	0,26	-0,02	-0,41	0,23	-0,54 ^Δ	-0,54 ^Δ	0,29	-0,28	-0,48 ^Δ	0,45	-0,03
KAN5	-0,52 ^Δ	0,07	-0,01	-0,67°	-0,13	-0,25	-0,64°	-0,03	-0,13	-0,55 ^Δ	-0,03	0,03
KEs5	-0,16	0,75*	0,47 ^Δ	0,25	0,41	-0,08	0,11	0,70°	0,31	0,15	0,69°	0,45
Kd7	-0,90**	0,26	-0,02	-0,58 ^Δ	0,10	-0,69°	-0,73*	0,22	-0,36	-0,59 ^Δ	0,31	-0,10
Knd7	-0,36	0,72*	0,59 ^Δ	-0,07	0,46 ^Δ	-0,15	-0,18	0,71*	0,37	-0,12	0,69°	0,52 ^Δ
KR7	-0,67°	0,06	-0,18	-0,46 ^Δ	0,20	-0,47 ^Δ	-0,57 ^Δ	0,15	-0,37	-0,49 ^Δ	0,33	-0,08
KAN7	-0,60	0,69°	0,49 ^Δ	-0,25	0,42	-0,35	-0,39	0,67°	0,19	-0,30	0,69°	0,41
KEs7	-0,07	0,58 ^Δ	0,30	0,32	0,41	-0,06	0,19	0,59 ^Δ	0,20	0,25	0,62°	0,34

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 47 – Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de potássio no solo e o conteúdo desse nutriente na madeira (CKM), nos componentes da parte aérea (CKCPA = folha + galho + casca), na biomassa da parte aérea (CKBPA = CKM + CKCPA) e conteúdo de potássio na biomassa total (CKBT = CKM + CKCPA + matéria orgânica na profundidade de 20-60 cm na floresta com dois, cinco e sete anos de idade

Nutriente	CKM			CKCPA			CKBPA			CKBT		
	Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
Kd2	-0,64°	0,41	0,11	-0,27	0,36	-0,42	-0,42	0,45	-0,13	-0,18	0,51 ^Δ	0,19
Knd2	0,15	0,88**	0,82*	0,52 ^Δ	0,63°	0,27	0,40	0,90**	0,75*	0,41	0,81*	0,79*
KAN2	-0,23	0,80*	0,62 ^Δ	0,21	0,61 ^Δ	-0,04	0,06	0,84**	0,44	0,19	0,81*	0,64°
KEs2	-0,28	0,68°	0,38	0,09	0,37	-0,10	-0,04	0,64°	0,23	0,04	0,64°	0,44
Kd5	-0,86**	0,33	0,14	-0,62 ^Δ	0,23	-0,58 ^Δ	-0,74*	0,33	-0,18	-0,62°	0,43	0,08
Knd5	-0,56 ^Δ	0,40	0,16	-0,28	0,21	-0,49 ^Δ	-0,40	0,37	-0,13	-0,18	0,37	0,07
KR5	-0,81*	0,22	-0,01	-0,76*	-0,09	-0,49 ^Δ	-0,82*	0,09	-0,25	-0,69°	0,11	0,00
KAN5	-0,64°	0,41	0,17	-0,34	0,22	-0,53 ^Δ	-0,47 ^Δ	0,38	-0,14	-0,26	0,40	0,08
KEs5	0,00	0,65°	0,39	0,41	0,40	-0,03	0,27	0,63°	0,27	0,29	0,64°	0,36
Kd7	-0,82*	0,30	0,07	-0,55 ^Δ	0,23	-0,55 ^Δ	-0,68°	0,32	-0,22	-0,45	0,37	0,09
Knd7	-0,54 ^Δ	0,78*	0,62°	-0,15	0,38	-0,39	-0,31	0,70°	0,27	-0,21	0,66°	0,40
KR7	-0,67°	0,40	0,21	-0,30	0,52 ^Δ	-0,44	-0,46	0,53 ^Δ	-0,06	-0,25	0,63°	0,24
KAN7	-0,57 ^Δ	0,76*	0,59 ^Δ	-0,19	0,38	-0,41	-0,35	0,69°	0,24	-0,23	0,65°	0,38
KEs7	-0,09	0,44	0,17	0,27	0,38	-0,12	0,15	0,49 ^Δ	0,07	0,23	0,55 ^Δ	0,21

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 48 – Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de potássio no solo e o conteúdo desse nutriente na madeira (CKM), nos componentes da parte aérea (CKCPA = folha + galho + casca), na biomassa da parte aérea (CKBPA = CKM + CKCPA) e conteúdo de potássio na biomassa total (CKBT = CKM + CKCPA + matéria orgânica na profundidade de 60-100 cm na floresta com dois, cinco e sete anos de idade

Nutriente	CKM			CKCPA			CKBPA			CKBT		
	Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
Kd2	-0,54 ^Δ	0,42	0,05	-0,10	0,27	-0,44	-0,27	0,41	-0,18	-0,03	0,45	0,10
Knd2	0,08	0,63 [°]	0,51 ^Δ	0,30	0,56 ^Δ	0,33	0,23	0,70 [°]	0,54 ^Δ	0,30	0,68 [°]	0,73 [*]
KAN2	-0,10	0,62 ^Δ	0,41	0,21	0,52 ^Δ	0,13	0,10	0,68 [°]	0,37	0,23	0,67 [°]	0,60 ^Δ
KEs2	-0,14	0,60 ^Δ	0,30	0,22	0,37	-0,03	0,09	0,58 ^Δ	0,21	0,18	0,59 ^Δ	0,40
Kd5	-0,78 [*]	0,35	0,11	-0,44	0,28	-0,61	-0,59 ^Δ	0,38	-0,22	-0,51 ^Δ	0,51 ^Δ	0,02
Knd5	-0,53 ^Δ	0,48 ^Δ	0,29	-0,23	0,23	-0,47 ^Δ	-0,35	0,43	-0,02	-0,16	0,41	0,13
KR5	-0,85 ^{**}	0,51 ^Δ	0,30	-0,64 [°]	0,06	-0,56 ^Δ	-0,75 [*]	0,36	-0,05	-0,62 [°]	0,34	0,16
KAN5	-0,57 ^Δ	0,49 ^Δ	0,28	-0,26	0,24	-0,50 ^Δ	-0,39	0,44	-0,04	-0,20	0,43	0,12
KEs5	-0,05	0,51 ^Δ	0,18	0,31	0,24	-0,06	0,19	0,46	0,10	0,27	0,46	0,23
Kd7	-0,30	0,20	0,26	-0,11	0,71 [*]	-0,13	-0,19	0,51 ^Δ	0,13	-0,05	0,64 [°]	0,35
Knd7	-0,37	0,86 ^{**}	0,68 [°]	-0,02	0,38	-0,17	-0,15	0,75 [*]	0,42	-0,13	0,70 [°]	0,54 ^Δ
KR7	-0,48 ^Δ	0,54 ^Δ	0,38	-0,17	0,52 ^Δ	-0,27	-0,29	0,62 [°]	0,15	-0,13	0,66 [°]	0,40
KAN7	-0,38	0,83 [*]	0,67 [°]	-0,03	0,44	-0,17	-0,16	0,77 [*]	0,41	-0,13	0,73 [*]	0,54 ^Δ
KEs7	-0,11	0,61 ^Δ	0,36	0,31	0,32	-0,20	0,16	0,56 ^Δ	0,16	0,22	0,55 ^Δ	0,22

^Δ, [°], ^{*}, ^{**} significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 49 – Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de cálcio no solo e o conteúdo desse nutriente na madeira (CCaM), nos componentes da parte aérea (CCaCPA = folha + galho + casca), na biomassa da parte aérea (CCaBPA = CCaM + CCaCPA) e conteúdo de cálcio na biomassa total (CCaBT = CCaM + CCaCPA + matéria orgânica na profundidade de 0-20 cm na floresta com dois, cinco e sete anos de idade

Nutriente	CCaM			CCaCPA			CCaBPA			CCaBT		
	Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
Cat2	-0,01	0,55 ^Δ	0,35	0,62 ^Δ	0,54 ^Δ	0,35	0,52 ^Δ	0,58 ^Δ	0,39	0,66°	0,11	0,05
Cant2	0,07	0,13	-0,17	0,06	-0,14	-0,25	0,06	-0,05	-0,26	-0,03	-0,20	-0,30
CaAN2	0,03	0,18	-0,11	0,14	-0,06	-0,23	0,12	0,03	-0,22	0,06	-0,20	-0,32
Cat5	-0,29	-0,41	-0,08	-0,40	-0,37	-0,33	-0,40	-0,41	-0,30	-0,42	-0,14	-0,04
Cant5	0,23	0,75*	0,63°	0,77*	0,68°	0,54 ^Δ	0,70°	0,75*	0,63°	0,82*	0,32	0,23
CaR5	-0,50 ^Δ	0,36	0,61 ^Δ	0,09	-0,03	-0,23	-0,03	0,11	-0,02	0,11	-0,33	-0,30
CaAN5	0,12	0,69*	0,73*	0,73*	0,63°	0,48 ^Δ	0,64°	0,69°	0,61 ^Δ	0,78°	0,32	0,26
CaEs5	0,17	-0,17	-0,11	-0,12	0,14	0,04	-0,07	0,03	0,00	-0,12	0,13	0,08
Cat7	-0,28	0,30	-0,01	0,23	0,19	-0,21	0,14	0,24	-0,18	0,15	-0,21	-0,26
Cant7	0,42	0,23	0,14	0,28	0,42	0,18	0,33	0,38	0,19	0,26	0,24	0,05
CaR7	-0,45	-0,54 ^Δ	-0,52 ^Δ	-0,31	-0,28	-0,61 ^Δ	-0,36	-0,39	-0,66°	-0,33	-0,54 ^Δ	-0,66°
CaAN7	0,26	0,29	0,11	0,31	0,42	0,08	0,32	0,40	0,10	0,27	0,13	-0,04
CaEs7	0,74*	0,19	0,10	0,22	0,31	0,60 ^Δ	0,35	0,29	0,53 ^Δ	0,20	0,70°	0,74*

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 50 – Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de cálcio no solo e o conteúdo desse nutriente na madeira (CCaM), nos componentes da parte aérea (CCaCPA = folha + galho + casca), na biomassa da parte aérea (CCaBPA = CCaM + CCaCPA) e conteúdo de cálcio na biomassa total (CCaBT = CCaM + CCaCPA + matéria orgânica na profundidade de 20-60 cm na floresta com dois, cinco e sete anos de idade

Nutriente	CCaM			CCaCPA			CCaBPA			CCaBT		
	Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
Cat2	0,42	0,43	-0,02	0,41	0,30	0,60 ^Δ	0,43	0,37	0,50 ^Δ	0,42	0,40	0,49 ^Δ
Cant2	-0,48 ^Δ	0,28	0,57 ^Δ	0,00	-0,01	-0,06	-0,11	0,10	0,11	0,11	-0,36	-0,31
CaAN2	-0,54 ^Δ	0,08	0,26	-0,18	-0,28	-0,27	-0,27	-0,16	-0,15	-0,09	-0,55 ^Δ	-0,51 ^Δ
Cat5	-0,45	-0,59 ^Δ	-0,65 [°]	-0,60 ^Δ	-0,67 [°]	-0,54 ^Δ	-0,60 ^Δ	-0,69 [°]	-0,64 [°]	-0,67 [°]	-0,38	-0,21
Cant5	0,30	0,89 [°]	0,73 [*]	0,80 [*]	0,69 [°]	0,68 [°]	0,74 [*]	0,81 [*]	0,77 [*]	0,85 [°]	0,43	0,42
CaR5	-0,38	-0,30	0,22	-0,33	-0,36	-0,62 ^Δ	-0,36	-0,36	-0,46	-0,34	-0,43	-0,55 ^Δ
CaAN5	0,22	0,89 ^{**}	0,74 [*]	0,77 [*]	0,62 ^Δ	0,61 ^Δ	0,70 [°]	0,76 [*]	0,72 [*]	0,81 [*]	0,38	0,38
CaEs5	-0,38	-0,10	-0,06	-0,48 ^Δ	-0,42	-0,13	-0,49 ^Δ	-0,33	-0,12	-0,40	-0,38	-0,19
Cat7	-0,38	0,20	0,43	0,08	0,08	-0,11	-0,01	0,13	0,03	0,19	-0,37	-0,45
Cant7	0,08	0,22	-0,02	0,00	-0,04	-0,16	0,02	0,05	-0,14	-0,09	-0,07	-0,10
CaR7	-0,63 [°]	-0,52 ^Δ	-0,33	-0,80 [*]	-0,87 ^{**}	-0,89 ^{**}	-0,82 [*]	-0,79 [*]	-0,84 ^{**}	-0,83 [*]	-0,84 ^{**}	-0,81 [*]
CaAN7	-0,02	0,29	0,10	0,02	-0,02	-0,20	0,01	0,09	-0,14	-0,05	-0,18	-0,24
CaEs7	-0,55 ^Δ	-0,09	-0,07	-0,48 ^Δ	-0,50 ^Δ	-0,20	-0,53 ^Δ	-0,38	-0,18	-0,40	-0,50 ^Δ	-0,27

^Δ, [°], ^{*}, ^{**} significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 51 – Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de cálcio no solo e o conteúdo desse nutriente na madeira (CCaM), nos componentes da parte aérea (CCaCPA = folha + galho + casca), na biomassa da parte aérea (CCaBPA = CCaM + CCaCPA) e conteúdo de cálcio na biomassa total (CCaBT = CCaM + CCaCPA + matéria orgânica na profundidade de 60-100 cm na floresta com dois, cinco e sete anos de idade

Nutriente	CCaM			CCaCPA			CCaBPA			CCaBT		
	Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
Cat2	0,52 ^Δ	0,40	-0,01	0,42	0,32	0,72*	0,47 ^Δ	0,37	0,60 ^Δ	0,43	0,57 ^Δ	0,70°
Cant2	-0,41	-0,67°	-0,33	-0,57 ^Δ	-0,58 ^Δ	-0,79*	-0,57 ^Δ	-0,66°	-0,76*	-0,62°	-0,52 ^Δ	-0,61 ^Δ
CaAN2	0,21	0,59 ^Δ	0,54 ^Δ	0,53 ^Δ	0,38	0,48 ^Δ	0,49 ^Δ	0,48 ^Δ	0,55 ^Δ	0,60 ^Δ	0,25	0,24
Cat5	-0,38	-0,63°	-0,49 ^Δ	-0,32	-0,28	-0,58 ^Δ	-0,36	-0,43	-0,62 ^Δ	-0,35	-0,42	-0,54 ^Δ
Cant5	0,48 ^Δ	0,70°	0,34	0,64°	0,59 ^Δ	0,86**	0,65°	0,67°	0,81*	0,68°	0,62°	0,73*
CaR5	-0,45	-0,24	0,23	-0,44	-0,50 ^Δ	-0,37	-0,47 ^Δ	-0,43	-0,25	-0,35	-0,49 ^Δ	-0,44
CaAN5	0,46 ^Δ	0,65°	0,26	0,66°	0,61 ^Δ	0,85**	0,66°	0,67°	0,78*	0,70°	0,61 ^Δ	0,71*
CaEs5	-0,47 ^Δ	-0,39	-0,61 ^Δ	-0,58 ^Δ	-0,65°	-0,24	-0,59 ^Δ	-0,59 ^Δ	-0,37	-0,58 ^Δ	-0,36	-0,06
Cat7	-0,56 ^Δ	-0,86**	-0,47 ^Δ	-0,73*	-0,62°	-0,80*	-0,74*	-0,76*	-0,80*	-0,72*	-0,65°	-0,71*
Cant7	0,22	0,76*	0,32	0,54 ^Δ	0,40	0,51 ^Δ	0,50 ^Δ	0,56 ^Δ	0,52 ^Δ	0,54 ^Δ	0,25	0,31
CaR7	-0,55 ^Δ	-0,13	0,07	-0,55 ^Δ	-0,61 ^Δ	-0,65°	-0,59 ^Δ	-0,47 ^Δ	-0,53 ^Δ	-0,54 ^Δ	-0,72°	-0,69°
CaAN7	0,13	0,70°	0,27	0,46	0,32	0,41	0,42	0,48 ^Δ	0,42	0,47 ^Δ	0,13	0,19
CaEs7	-0,10	0,20	-0,26	0,04	-0,06	0,33	0,01	0,03	0,20	0,05	0,08	0,36

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 52 – Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de magnésio no solo e o conteúdo desse nutriente na madeira (CMgM), nos componentes da parte aérea (CMgCPA = folha + galho + casca), na biomassa da parte aérea (CMgBPA = CMgM + CMgCPA) e conteúdo de magnésio na biomassa total (CMgBT = CMgM + CMgCPA + matéria orgânica na profundidade de 0-20 cm na floresta com dois, cinco e sete anos de idade

Nutriente	CMgM			CMgCPA			CMgBPA			CMgBT		
	Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
Mgt2	-0,54 ^Δ	-0,18	0,61 ^Δ	-0,59 ^Δ	0,07	-0,68°	-0,59 ^Δ	0,03	-0,62°	-0,60 ^Δ	0,19	-0,61 ^Δ
Mgnt2	0,12	-0,30	0,77*	-0,20	-0,36	-0,35	-0,15	-0,35	-0,26	-0,27	-0,10	-0,31
MgAN2	-0,09	-0,32	0,88**	-0,38	-0,27	-0,55 ^Δ	-0,34	-0,29	-0,45	-0,44	-0,02	-0,48 ^Δ
MgEs2	-0,09	0,10	0,69°	-0,21	0,09	-0,31	-0,19	0,09	-0,22	-0,23	0,39	-0,17
Mgt5	-0,60 ^Δ	-0,07	0,21	-0,50 ^Δ	0,09	-0,48 ^Δ	-0,53 ^Δ	0,06	-0,47 ^Δ	-0,47 ^Δ	0,23	-0,41
Mgnt5	-0,46	0,00	0,42	-0,50 ^Δ	-0,07	-0,33	-0,50 ^Δ	-0,06	-0,28	-0,39	0,24	-0,31
MgR5	-0,61 ^Δ	0,20	0,04	-0,43	0,22	-0,27	-0,47 ^Δ	0,22	-0,28	-0,35	0,40	-0,19
MgAN5	-0,52 ^Δ	-0,02	0,41	-0,53 ^Δ	-0,04	-0,38	-0,54 ^Δ	-0,04	-0,34	-0,43	0,26	-0,35
MgEs5	0,34	-0,13	0,80*	0,03	-0,09	-0,15	0,08	-0,10	-0,03	-0,04	0,06	-0,11
Mgt7	-0,19	0,47 ^Δ	-0,31	0,15	0,32	0,17	0,09	0,35	0,13	0,28	0,63°	0,30
Mgnt7	0,17	0,59 ^Δ	0,33	0,21	0,51 ^Δ	0,30	0,21	0,53 ^Δ	0,36	0,31	0,70°	0,36
MgR7	-0,76*	-0,18	0,20	-0,58 ^Δ	-0,03	-0,70°	-0,62°	-0,06	-0,70°	-0,53 ^Δ	0,26	-0,58 ^Δ
MgAN7	0,06	0,60 ^Δ	0,14	0,21	0,49 ^Δ	0,28	0,19	0,51 ^Δ	0,31	0,33	0,73*	0,37
MgEs7	-0,04	-0,07	0,78*	-0,32	-0,04	-0,22	-0,28	-0,04	-0,11	-0,31	0,11	-0,23

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 53 – Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de magnésio no solo e o conteúdo desse nutriente na madeira (CMgM), nos componentes da parte aérea (CMgCPA = folha + galho + casca), na biomassa da parte aérea (CMgBPA = CMgM + CMgCPA) e conteúdo de magnésio na biomassa total (CMgBT = CMgM + CMgCPA + matéria orgânica na profundidade de 20-60 cm na floresta com dois, cinco e sete anos de idade

Nutriente	CMgM			CMgCPA			CMgBPA			CMgBT		
	Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
Mgt2	-0,28	-0,06	0,77*	-0,44	0,18	-0,49 ^Δ	-0,42	0,14	-0,40	-0,47 ^Δ	0,21	-0,46
Mgnt2	-0,07	0,02	0,85**	-0,32	-0,06	-0,32	-0,28	-0,04	-0,21	-0,33	0,22	-0,25
MgAN2	-0,15	0,00	0,93**	-0,40	0,01	-0,42	-0,36	0,01	-0,30	-0,42	0,24	-0,35
MgEs2	-0,14	0,15	0,64°	-0,20	0,12	-0,33	-0,19	0,13	-0,25	-0,22	0,45	-0,16
Mgt5	-0,62	0,04	0,16	-0,46	0,20	-0,48 ^Δ	-0,50	0,17	-0,48 ^Δ	-0,45	0,34	-0,36
Mgnt5	-0,26	0,06	0,51 ^Δ	-0,33	-0,02	-0,23	-0,32	-0,01	-0,17	-0,24	0,32	-0,18
MgR5	-0,67°	0,02	0,16	-0,59 ^Δ	0,11	-0,36	-0,62 ^Δ	0,10	-0,35	-0,48 ^Δ	0,19	-0,37
MgAN5	-0,33	0,07	0,50 ^Δ	-0,37	0,01	-0,29	-0,37	0,02	-0,23	-0,29	0,35	-0,22
MgEs5	0,38	-0,29	-0,11 ^Δ	0,30	-0,43	0,06	0,32	-0,41	0,04	0,21	-0,32	0,09
Mgt7	-0,04	0,41	-0,40	0,28	0,17	0,22	0,23	0,21	0,17	0,38	0,48 ^Δ	0,36
Mgnt7	-0,02	0,40	0,64°	-0,12	0,40	0,01	-0,11	0,41	0,10	-0,09	0,53 ^Δ	0,07
MgR7	-0,89**	-0,27	0,24	-0,76*	-0,22	-0,79*	-0,80*	-0,23	-0,80*	-0,69°	0,14	-0,70°
MgAN7	-0,03	0,53 ^Δ	0,42	0,00	0,44	0,09	-0,01	0,46	0,16	0,06	0,68°	0,20
MgEs7	-0,07	-0,38	0,29	-0,25	-0,27	-0,34	-0,22	-0,30	-0,32	-0,37	-0,29	-0,33

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

Quadro 54 – Coeficientes de correlação linear simples entre os teores de magnésio no solo e o conteúdo desse nutriente na madeira (CMgM), nos componentes da parte aérea (CMgCPA = folha + galho + casca), na biomassa da parte aérea (CMgBPA = CMgM + CMgCPA) e conteúdo de magnésio na biomassa total (CMgBT = CMgM + CMgCPA + matéria orgânica na profundidade de 60-100 cm na floresta com dois, cinco e sete anos de idade

Nutriente	CMgM			CMgCPA			CMgBPA			CMgBT		
	Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)			Idade (anos)		
	2	5	7	2	5	7	2	5	7	2	5	7
Mgt2	0,10	0,26	0,44	0,05	0,51 ^Δ	-0,08	0,06	0,47 ^Δ	-0,01	-0,04	0,32	-0,02
Mgnt2	-0,13	-0,10	0,82*	-0,42	-0,18	-0,32	-0,38	-0,17	-0,22	-0,40	0,08	-0,31
MgAN2	-0,09	-0,02	0,84**	-0,35	-0,07	-0,29	-0,31	-0,06	-0,18	-0,34	0,20	-0,25
MgEs2	-0,06	0,07	0,74*	-0,20	0,03	-0,33	-0,18	0,03	-0,23	-0,23	0,35	-0,19
Mgt5	-0,64°	-0,66°	0,19	-0,68°	-0,51 ^Δ	-0,75*	-0,69°	-0,54 ^Δ	-0,76*	-0,69°	-0,34	-0,75*
Mgnt5	-0,08	-0,01	0,58 ^Δ	-0,26	-0,06	-0,12	-0,23	-0,05	-0,04	-0,17	0,19	-0,14
MgR5	-0,39	0,10	0,29	-0,36	0,11	-0,22	-0,37	0,11	-0,19	-0,29	0,32	-0,17
MgAN5	-0,12	-0,05	0,58 ^Δ	-0,30	-0,09	-0,17	-0,27	-0,09	-0,09	-0,21	0,17	-0,18
MgEs5	0,28	-0,27	-0,13	0,24	-0,42	0,03	0,25	-0,40	0,01	0,18	-0,24	0,07
Mgt7	-0,03	0,16	-0,28	0,15	-0,10	0,14	0,13	-0,05	0,10	0,26	0,24	0,21
Mgnt7	0,06	0,34	0,73*	-0,09	0,39	-0,04	-0,07	0,38	0,06	-0,11	0,49 ^Δ	0,03
MgR7	-0,70°	0,15	0,10	-0,44	0,15	-0,46 ^Δ	-0,50 ^Δ	0,15	-0,47 ^Δ	-0,34	0,52 ^Δ	-0,31
MgAN7	0,05	0,39	0,65°	-0,05	0,36	0,00	-0,03	0,37	0,09	-0,03	0,56 ^Δ	0,09
MgEs7	0,03	-0,60 ^Δ	0,10	-0,07	-0,60 ^Δ	-0,35	-0,06	-0,60 ^Δ	-0,36	-0,13	-0,39	-0,33

^Δ, °, *, ** significativo a 25, 10, 5 e 1 % respectivamente.

6. BALANÇO NUTRICIONAL EM POTÁSSIO, CÁLCIO E MAGNÉSIO

O balanço de K, Ca e Mg no sistema solo – planta – manta orgânica (Quadros 55 a 60) para floresta com 2 anos de idade, indicou que mais de 50 % do conteúdo desses nutrientes está presente no solo (0-100 cm), atingindo valores superiores a 80 % no caso do Mg. Esse balanço foi invertido quando a floresta atingiu a idade de 7 anos, em função da extração dos nutrientes do solo para suprir a necessidade da floresta. Resultados neste sentido foram obtidos por Leite (1996) para povoamentos com 31 meses, em que a maior quantidade de P, K e Ca estava imobilizada na planta.

O conteúdo de K disponível nos solos variou de sítio para sítio, em decorrência, principalmente da constituição mineralógica desses solos. Ao longo das três avaliações (2, 5 e 7 anos), nota-se que o K do solo decresceu de 2 para 7 anos enquanto o conteúdo na planta aumentou (Figura 10). O patrimônio edáfico tende a ser exaurido pelos ciclos sucessivos de produção devido a perdas de solo, que podem ocorrer durante o preparo e colheita, e pela exportação de nutrientes com a biomassa. Assim, para um adequado manejo florestal há necessidade de se conhecer seu balanço de entrada e saída de nutrientes (Barros et. al., 2000). O decréscimo do nutriente disponível no solo com o crescimento da planta é esperado para solos com baixa reposição dos nutrientes como é o caso dos solos deste trabalho.

O sítio Cururu foi o que apresentou maior conteúdo de K aos 2 anos, seguido pelos sítios Vargem Alegre e Valéria II P2. A figura 10 ilustra o comportamento do K disponível ao longo das três avaliações. O conteúdo de K no solo aos dois anos parece ter sido suficiente para a planta aos 5 anos para esses sítios, contudo nota-se um declínio mais acentuado do nutriente no solo da primeira (2 anos) para a segunda avaliação (5 anos).

Observando o conteúdo de K no solo aos 2 anos (Quadro 55) e o que a planta extraiu aos 5 anos (Quadro 57) percebe-se que o que continha no solo aos 2 anos parece ter sido suficiente para a absorção da planta com exceção do sítio Brucutu que continha 65,3 kg/ha no solo aos 2 anos e aos 5 a planta

absorveu 69,1 kg/ha. Isso mostra que ocorreu contribuição de outras formas de K entre 2 e 5 anos. Contudo, somente essas outras formas não foram responsáveis pelo sítio Brucutu apresentar maior produção de matéria seca, pois a reserva do nutriente é baixa, como já visto neste trabalho. Sendo assim o que explica essa observação é o fato do Brucutu ser resultado de regeneração como mostrado no item 5.0 deste estudo. O quadro 61 contém a contribuição do K disponível e K não-disponível (sendo aqui definido como aquele K que não está prontamente disponível para as plantas e que é liberado à medida que ocorre redução do K disponível) para o crescimento do eucalipto entre 2 e 5 anos. Observa-se que ocorreu grande contribuição do K não-disponível para o solo do sítio Brucutu comprovando a insuficiência do conteúdo de K disponível deste solo para o crescimento do eucalipto. Essa contribuição também foi observada para outros sítios que não apresentaram o mesmo comportamento do sítio Brucutu. Foram os sítios Valéria II P2, Fonseca e Egas. Eles possuíam, aos 2 anos, conteúdos de K no solo suficientes para o eucalipto aos 5 anos, mas mesmo assim houve contribuição do K não-disponível, por isso as correlações significativas entre a produção de matéria seca da biomassa total e o KAN (Quadros 37 a 39).

Seguindo o mesmo raciocínio anterior para as avaliações realizadas entre 5 (Quadro 57) e 7 anos (Quadro 59), nota-se que o conteúdo de K no solo aos 5 anos foi menor do que o conteúdo absorvido pela planta (considerando manta orgânica) até os 7 anos nos sítios Brucutu, Cururu, Valéria II P2, Vargem Alegre, Egas e Abre Campo. Neste intervalo (entre 5 e 7 anos) observou-se contribuição do K não-disponível para as plantas nos sítios Brucutu, Cururu, Vargem Alegre e Abre Campo (Quadro 62). Para os sítios Egas e Valéria II P2 essa contribuição ocorreu entre 2 e 5 anos.

Com o conhecimento da contribuição do K disponível e não-disponível notam-se diferenças por sítio. Enquanto no intervalo de 2 a 5 anos os sítios Cururu e Abre Campo não tiveram contribuição do K não-disponível, no intervalo entre 5 e 7 anos essa contribuição já foi verificada. Nessas diferenças de comportamento entre sítios ao longo de um ciclo da cultura de eucalipto pode estar a chave para a sustentabilidade da qualidade do solo que é o

manejo específico de cada sítio. Entender os processos e propriedades de um solo específico que afetam e potencialmente limitam a produtividade e identificar os solos que são mais suscetíveis a mudanças induzidas pelo manejo permitirá o desenvolvimento de regimes de manejo adequado para cada solo (Fox, 2000). Contudo, essas diferenças devem ser analisadas com cuidado uma vez que elas podem ser decorrentes de variações apresentadas pelas análises.

Ao verificar a contribuição entre o início e o final do ciclo (2 e 7 anos) (Quadro 63), a primeira idéia é que para os sítios onde não houve contribuição do K não-disponível, o conteúdo desse nutriente no solo seria suficiente para outros ciclos, não comprometendo assim a sustentabilidade. Pode-se pensar também que os sítios com 100 % de contribuição do K disponível seriam aqueles em que num longo prazo apresentariam maior sustentabilidade. Contudo o termo sustentabilidade vai mais além. De acordo com Kimmins (1994) citado por Bizon (2005), sustentar a produtividade de um sítio florestal ao longo do tempo requer o entendimento de como funcionam os ecossistemas florestais e os processos que determinam a produção orgânica total das florestas e a alocação desta produção como mercadoria valorada pela sociedade.

Neste trabalho a tentativa de mostrar dentre os oito sítios estudados qual apresentará uma maior ou menor sustentabilidade ao longo dos anos será feita no item 7.

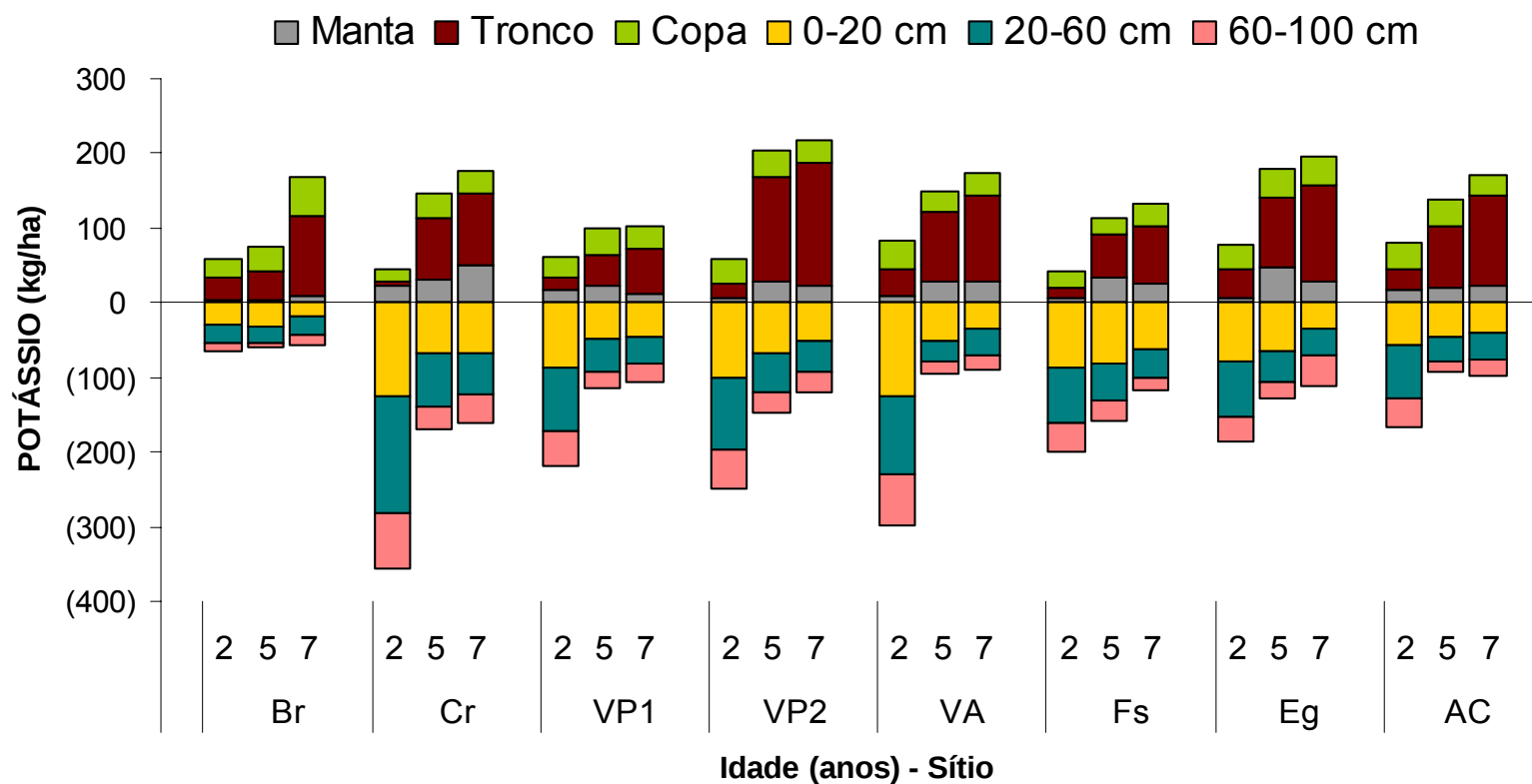


Figura 10. Conteúdo de potássio na manta, tronco e copa e o potássio extraído por Mehlich-1 nas profundidades de 0-20, 20-60 e 60-100 cm nos sítios Brucutu (Br), Cururu (Cr), Valéria II P1 (VP1), Valéria II P2 (VP2), Fonseca (Fs), Egas (Eg) e Abre Campo (AC) em florestas de eucalipto com dois, cinco e sete anos de idade.

Quadro 55 – Conteúdo de nutrientes nos sistema solo (0-100 cm) (conteúdo disponível para potássio e trocável para cálcio e magnésio)-planta-manta orgânica em povoamentos de eucalipto aos dois anos de idade

Solo	Sítio	K				Ca				Mg			
		Solo	Planta	M.O.	Total	Solo	Planta	M.O.	Total	Solo	Planta	M.O.	Total
		kg/ha.....											
LVj	Brucutu	65,3	55,3	3,2	123,8	192,0	43,0	23,5	258,5	42,1	17,8	4,9	64,9
CX3	Cururu	356,6	23,6	22,4	402,6	101,6	6,4	12,2	120,2	57,5	2,3	4,6	64,5
CX2	Valéria II P1	217,6	42,4	17,8	277,9	120,0	25,9	20,6	166,5	80,9	7,0	5,3	93,2
LVAd1	Valéria II P2	247,9	51,0	6,7	305,7	81,6	31,6	19,9	133,1	104,2	9,0	4,1	117,3
CX1	V. Alegre	299,8	73,6	9,5	382,9	139,7	29,1	12,6	181,4	67,8	7,7	2,3	77,8
CXL	Fonseca	199,5	36,2	5,6	241,3	117,1	13,2	7,8	138,0	71,0	3,4	2,7	77,0
LVAd2	Egas	186,9	71,7	5,7	264,4	105,9	28,0	12,2	146,1	97,1	7,3	2,4	106,7
LVd	Abre Campo	166,8	63,8	16,7	247,3	63,6	21,7	11,3	96,6	100,3	5,8	2,7	108,8

Quadro 56 – Distribuição percentual de nutrientes no sistema solo (0-100 cm)-planta-manta orgânica em povoamentos de eucalipto aos dois anos de idade

Solo	Sítio	K			Ca			Mg		
		Solo	Planta	M.O.	Solo	Planta	M.O.	Solo	Planta	M.O.
.....kg/ha.....										
LVj	Brucutu	52,7	44,7	2,6	74,3	16,6	9,1	65,0	27,4	7,6
CX3	Cururu	88,6	5,9	5,6	84,5	5,3	10,2	89,2	3,6	7,2
CX2	Valéria II P1	78,3	15,3	6,4	72,1	15,6	12,3	86,8	7,5	5,7
LVAd1	Valéria II P2	81,1	16,7	2,2	61,3	23,7	15,0	88,9	7,7	3,5
CX1	V. Alegre	78,3	19,2	2,5	77,0	16,1	6,9	87,1	9,9	3,0
CXL	Fonseca	82,7	15,0	2,3	84,8	9,6	5,6	92,1	4,4	3,5
LVAd2	Egas	70,7	27,1	2,2	72,5	19,2	8,4	90,9	6,8	2,2
LVd	Abre Campo	67,5	25,8	6,7	65,9	22,4	11,7	92,2	5,3	2,5

Quadro 57 – Conteúdo de nutrientes nos sistema solo (0-100 cm) (conteúdo disponível para potássio e trocável para cálcio e magnésio)-planta-manta orgânica em povoamentos de eucalipto aos cinco anos de idade

Solo	Sítio	K				Ca				Mg			
		Solo	Planta	M.O.	Total	Solo	Planta	M.O.	Total	Solo	Planta	M.O.	Total
		kg/ha.....											
LVj	Brucutu	60	69,1	4,8	133,5	13,0	85,8	60,2	159,0	15,6	26,1	12,1	53,9
CX3	Cururu	170	116,1	30,8	316,8	31,5	36,4	24,9	92,8	34,8	16,4	18,9	70,2
CX2	Valéria II P1	115	77,3	21,9	214,1	34,7	60,5	34,4	129,6	42,5	19,1	19,0	80,6
LVAd1	Valéria II P2	148	175,8	28,4	352,2	42,0	70,5	35,0	147,4	50,7	32,3	23,3	106,3
CX1	V. Alegre	95	122,5	27,5	245,4	26,6	58,7	40,6	125,9	27,5	11,9	16,0	55,4
CXL	Fonseca	159	80,7	32,4	271,9	55,2	37,3	60,2	152,7	53,0	13,0	9,7	75,6
LVAd2	Egas	130	131,8	47,0	308,4	37,1	54,5	76,3	167,8	36,1	18,0	15,9	69,9
LVd	Abre Campo	93	116,4	21,3	230,9	33,0	56,7	49,5	139,2	25,4	19,2	8,6	53,3

Quadro 58 – Distribuição percentual de nutrientes no sistema solo (0-100 cm)-planta-manta orgânica em povoamentos de eucalipto aos cinco anos de idade

Solo	Sítio	K			Ca			Mg		
		Solo	Planta	M.O.	Solo	Planta	M.O.	Solo	Planta	M.O.
.....kg/ha.....										
LVj	Brucutu	44,6	51,8	3,6	8,2	54,0	37,9	28,9	48,5	22,5
CX3	Cururu	53,7	36,6	9,7	34,0	39,2	26,8	49,6	23,4	27,0
CX2	Valéria II P1	53,7	36,1	10,2	26,7	46,7	26,6	52,7	23,7	23,5
LVAd1	Valéria II P2	42,0	49,9	8,1	28,5	47,8	23,7	47,7	30,4	21,9
CX1	V. Alegre	38,9	49,9	11,2	21,1	46,6	32,3	49,6	21,6	28,8
CXL	Fonseca	58,4	29,7	11,9	36,2	24,4	39,4	70,1	17,1	12,8
LVAd2	Egas	42,0	42,7	15,2	22,1	32,5	45,4	51,5	25,7	22,8
LVd	Abre Campo	40,4	50,4	9,2	23,7	40,7	35,6	47,7	36,1	16,2

Quadro 59 – Conteúdo de nutrientes nos sistema solo (0-100 cm) (conteúdo disponível para potássio e trocável para cálcio e magnésio)-planta-manta orgânica em povoamentos de eucalipto aos sete anos de idade

Solo	Sítio	K				Ca				Mg			
		Solo	Planta	M.O.	Total	Solo	Planta	M.O.	Total	Solo	Planta	M.O.	Total
		kg/ha.....											
LVj	Brucutu	56	157,9	10,3	224,0	149,5	127,6	64,0	341,2	83,1	71,7	16,1	170,9
CX3	Cururu	162	125,9	50,4	338,3	204,3	46,1	31,6	282,0	105,5	19,4	16,8	141,7
CX2	Valéria II P1	107	89,6	11,5	207,6	225,7	67,7	33,5	326,9	90,2	23,8	16,1	130,2
LVAAd1	Valéria II P2	120	193,0	24,1	337,3	198,3	84,2	45,2	327,7	73,2	31,7	25,3	130,2
CX1	V. Alegre	89	145,1	29,5	263,9	187,0	59,6	48,2	294,8	73,2	15,2	19,3	107,7
CXL	Fonseca	118	108,1	25,2	251,8	173,2	47,8	87,0	308,0	41,3	17,4	12,2	70,9
LVAAd2	Egas	111	166,3	28,3	305,4	163,5	86,3	67,3	317,1	52,1	35,5	6,1	93,7
LVd	Abre Campo	97	150,0	21,6	268,5	188,9	64,0	56,2	309,0	22,5	25,7	10,2	58,4

Quadro 60 – Distribuição percentual de nutrientes no sistema solo (0-100 cm)-planta-manta orgânica em povoamentos de eucalipto aos sete anos de idade

Solo	Sítio	K			Ca			Mg		
		Solo	Planta	M.O.	Solo	Planta	M.O.	Solo	Planta	M.O.
.....kg/ha.....										
LVj	Brucutu	24,9	70,5	4,6	43,8	37,4	18,8	48,6	42,0	9,4
CX3	Cururu	47,9	37,2	14,9	72,4	16,3	11,2	74,5	13,7	11,9
CX2	Valéria II P1	51,3	43,1	5,5	69,0	20,7	10,2	69,3	18,3	12,4
LVAAd1	Valéria II P2	35,7	57,2	7,1	60,5	25,7	13,8	56,2	24,4	19,4
CX1	V. Alegre	33,8	55,0	11,2	63,4	20,2	16,4	68,0	14,1	17,9
CXL	Fonseca	47,1	42,9	10,0	56,2	15,5	28,3	58,2	24,5	17,3
LVAAd2	Egas	36,3	54,5	9,3	51,6	27,2	21,2	55,6	37,9	6,5
LVd	Abre Campo	36,1	55,9	8,0	61,1	20,7	18,2	38,5	44,0	17,5

Quadro 61 – Contribuição do potássio disponível (Kd) e não-disponível (Knd) entre os anos de 1998 e 2001 quando a floresta de eucalipto se encontrava com 2 e 5 anos de idade, respectivamente

Solo	Sítio	Contribuição	
		Knd	Kd
		%.....	
LVj	Brucutu	63	37
CX3	Cururu	0	100
CX2	Valéria II P1	0	100
LVAAd1	Valéria II P2	32	68
CX1	Vargem Alegre	0	100
CXL	Fonseca	43	57
LVAAd2	Egas	43	57
LVd	Abre Campo	0	100

Quadro 62 – Contribuição do potássio disponível (Kd) e não-disponível (Knd) entre os anos de 2001 e 2003 quando a floresta de eucalipto se encontrava com 5 e 7 anos de idade, respectivamente

Solo	Sítio	Contribuição	
		Knd	Kd
		%.....	
LVj	Brucutu	96	4
CX3	Cururu	73	27
CX2	Valéria II P1	0	100
LVAAd1	Valéria II P2	0	100
CX1	Vargem Alegre	75	25
CXL	Fonseca	0	100
LVAAd2	Egas	0	100
LVd	Abre Campo	88	12

Quadro 63 – Contribuição do potássio disponível (Kd) e não-disponível (Knd) entre os anos de 1998 e 2003 quando a floresta de eucalipto se encontrava com 2 e 7 anos de idade, respectivamente

Solo	Sítio	Contribuição	
		Knd	Kd
		%.....	
LVj	Brucutu	91	9
CX3	Cururu	0	100
CX2	Valéria II P1	0	100
LVAAd1	Valéria II P2	20	80
CX1	Vargem Alegre	0	100
CXL	Fonseca	11	89
LVAAd2	Egas	35	65
LVd	Abre Campo	23	77

Analisando agora o conteúdo de Ca no solo aos 2 anos (Quadro 55), verifica-se que foi suficiente para suprir a demanda da planta aos 5 anos (Quadro 57). Mesmo assim, observa-se contribuição do Ca não-trocável nos sítios Valéria II P2, Fonseca, Egas e Abre Campo (Quadro 64)

Quadro 64 – Contribuição do cálcio trocável (Cat) e não-trocável (Cant) entre os anos de 1998 e 2001 quando a floresta de eucalipto se encontrava com 2 e 5 anos de idade, respectivamente

Solo	Sítio	Contribuição	
		Cant	Cat
		%.....	
LVj	Brucutu	0	100
CX3	Cururu	0	100
CX2	Valéria II P1	0	100
LVAAd1	Valéria II P2	26	74
CX1	Vargem Alegre	0	100
CXL	Fonseca	19	81
LVAAd2	Egas	24	76
LVd	Abre Campo	58	42

Os dados de contribuição encontrados para o intervalo entre 5 e 7 anos deixam dúvidas (Quadro 65). Como discutido no item 4.2.3 e como pode ser

observado na figura 11 ocorre um considerável aumento no teor de Ca no solo da segunda (5 anos) para a terceira avaliação (7 anos) (aumento observado também nos quadros 57 e 59). Essa tendência foi observada para todos os sítios e quando da utilização de outros extratores também ocorreu tal aumento. O fator período de chuvas foi discutido como possível causa. Pelo histórico das aéreas foi constatado que o solo não recebeu calagem entre 5 e 7 anos o que poderia explicar tal aumento. A única explicação plausível seria a ocorrência de variações quando da realização das análises.

É importante esclarecer que em trabalhos como este os quais consideram mais de uma avaliação, o cuidado com as possíveis variações deve ser maior, pois envolve análises em diferentes épocas, com diferentes laboratoristas. As coletas de solo e planta realizadas no mesmo local, mas em diferentes anos dificultam a reprodutibilidade e repetibilidade, que são fundamentais para qualquer pesquisa.

Quadro 65 – Contribuição do cálcio trocável (Cat) e não-trocável (Cant) entre os anos de 2001 e 2003 quando a floresta de eucalipto se encontrava com 5 e 7 anos de idade, respectivamente

Solo	Sítio	Contribuição	
		Cant	Cat
		%.....	
LVj	Brucutu	0	100
CX3	Cururu	0	100
CX2	Valéria II P1	0	100
LVAAd1	Valéria II P2	0	100
CX1	Vargem Alegre	0	100
CXL	Fonseca	0	100
LVAAd2	Egas	0	100
LVd	Abre Campo	0	100

Considerando somente as avaliações aos 2 e 7 anos, apesar da pobreza química dos solos dos sítios estudados, o conteúdo de Ca trocável nos solos aos 2 anos manteria a floresta durante o ciclo, com exceção do sítio Valéria II P2, quando não considerado a manta orgânica. Somando-se o conteúdo de manta ao de planta, somente os sítios Abre Campo e novamente o Valéria II P2

não manteriam. Contudo não se observa contribuição do Ca não-trocável para os solos desses sítios entre 2 e 7 anos (Quadro 66) e sim entre 2 e 5 anos (Quadro 64).

Quadro 66 – Contribuição do cálcio trocável (Cat) e não-trocável (Cant) entre os anos de 1998 e 2003 quando a floresta de eucalipto se encontrava com 2 e 7 anos de idade, respectivamente

Solo	Sítio	Contribuição	
		Cant	Cat
		%.....	
LVj	Brucutu	66	34
CX3	Cururu	0	100
CX2	Valéria II P1	0	100
LVAAd1	Valéria II P2	0	100
CX1	Vargem Alegre	28	72
CXL	Fonseca	51	49
LVAAd2	Egas	49	51
LVd	Abre Campo	0	100

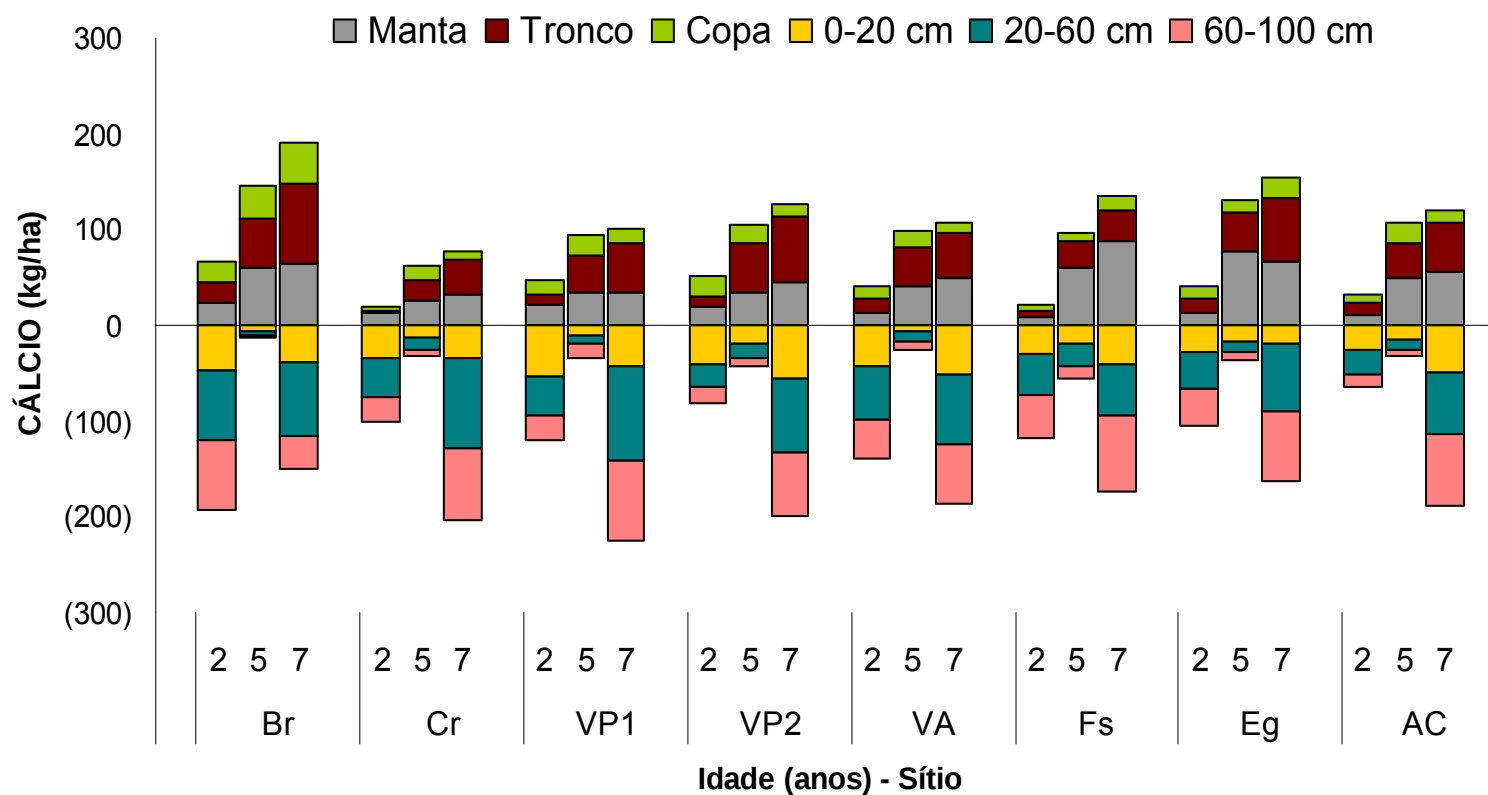


Figura 11. Conteúdo de cálcio na manta, tronco e copa e o cálcio extraído com KCl 1 mol/L nas profundidades de 0-20, 20-60 e 60-100 cm nos sítios Brucutu (Br), Cururu (Cr), Valéria II P1 (VP1), Valéria II P2 (VP2), Fonseca (Fs), Egas (Eg) e Abre Campo (AC) em florestas de eucalipto com dois, cinco e sete anos de idade.

O conteúdo de Mg trocável no solo diminuiu ao longo do ciclo, somente nos sítios Fonseca e Abre Campo (Figura 12). Para os outros sítios, surge o mesmo problema encontrado para Ca, aumento do conteúdo de Mg no solo de 5 para 7 anos. Este trabalho considerará somente o intervalo entre 2 e 7 anos para explicação do balanço de Mg. De acordo com os quadros 55 e 59, o único sítio que apresentaria restrições ao crescimento da floresta com relação ao conteúdo de Mg trocável no solo seria o Brucutu que recebeu contribuição de formas não-trocáveis de Mg como mostrado no quadro 67. Contudo os sítios Valéria II P1, Valéria II P2 e Vargem Alegre, apresentaram contribuição do Mg não-trocável mesmo com conteúdos de Mg no solo capazes de manter o crescimento da floresta com relação ao nutriente. A falta de correlação entre a produção de matéria seca total e o teor de Mg extraído por HNO_3 2 mol/L mostra que não ocorreu participação de outras formas de Mg (Quadros 43 a 45). O que pode ter ocorrido seria a reposição de Mg para solução do solo para a manutenção do equilíbrio do mesmo.

Quadro 67 – Contribuição do magnésio trocável (Mgt) e não-trocável (Mgnt) entre os anos de 1998 e 2003 quando a floresta de eucalipto se encontrava com 2 e 7 anos de idade, respectivamente

Solo	Sítio	Contribuição	
		Mgnt	Mgt
		%.....	
LVj	Brucutu	37	63
CX3	Cururu	0	100
CX2	Valéria II P1	66	34
LVAAd1	Valéria II P2	29	71
CX1	Vargem Alegre	78	22
CXL	Fonseca	0	100
LVAAd2	Egas	0	100
LVd	Abre Campo	0	100

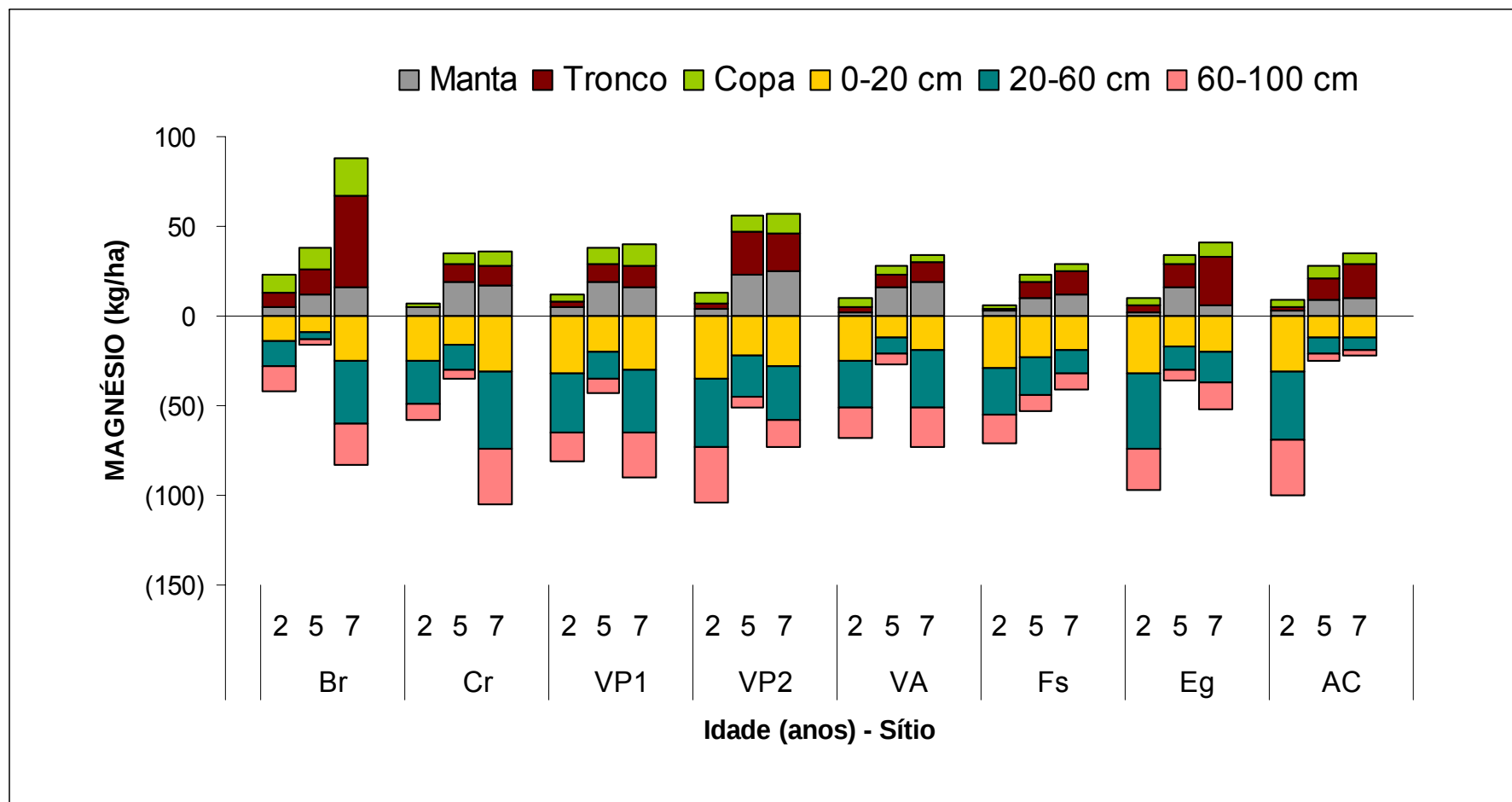


Figura 12. Conteúdo de magnésio na manta, tronco e copa e o magnésio extraído por KCl 1 mol/L nas profundidades de 0-20, 20-60 e 60-100cm nos sítios Brucutu (Br), Cururu (Cr), Valéria II P1 (VP1), Valéria II P2 (VP2), Fonseca (Fs), Egas (Eg) e Abre Campo (AC) em florestas de eucalipto com dois, cinco e sete anos de idade.

7. TENTATIVA PARA AVALIAR A SUSTENTABILIDADE DOS SÍTIOS

7.1. Coeficiente de Utilização Biológica - CUB

O Coeficiente de utilização biológica (CUB) (Quadro 68) decresceu na seguinte ordem Mg>Ca>K sendo que esta não foi a mesma tendência observada por Santana (2002), que ao estudar a eficiência de utilização de nutrientes em povoamentos de eucalipto no estado de São Paulo verificou que o K possuía maior CUB que o Ca.

Dos três nutrientes avaliados, o Mg apresentou os maiores valores de CUB (Quadro 68), concordando com resultados obtidos por Bellote et al. (1980), Bernardo (1995), Leite (1996) e Oliveira Neto (1996). Estes maiores valores de CUB's para Mg devem-se ao conteúdo na planta como reflexo dos baixos teores encontrados no solo.

Os CUB's aumentaram com a idade do povoamento indicando a diminuição dos teores dos nutrientes no solo.

Analisando os CUB's aos 7 anos de idade da floresta, observa-se que as árvores no sítio Brucutu apresentaram maior CUB para K e menores para Ca e Mg evidenciando os baixos teores de K apresentados por esse sítio. A sustentabilidade da produção florestal estará comprometida em futuros ciclos, caso fertilizações para o suprimento de K não sejam feitas.

Por terem apresentado maior teor de K no solo, pensava-se que os sítios Cururu e Vargem Alegre seriam aqueles sítios onde a sustentabilidade para futuras rotações não estivesse comprometida. Contudo as árvores nesses sítios apresentaram os maiores CUB's de Ca e Mg decorrentes dos baixos teores no solo e estes nutrientes poderão limitar a produtividade nesses sítios futuramente. Santana (2002) estudando a Eficiência de Utilização Nutricional (EUN) de K para produção de matéria seca do tronco das árvores pelo método proposto por Barros et al. (1986), ou seja, pela razão entre a produção de matéria seca do tronco e o conteúdo de K acumulado no tronco, constatou que uma EUN extremamente alta ao final de um ciclo em relação à EUN crítica

indica que o nutriente avaliado pode ter limitado o crescimento na rotação corrente e limitará o crescimento do sítio sub-sequente, a menos que o nutriente seja suprido via fertilizante.

Não se pode dizer que aquele sítio onde foi observado menor CUB seria o com capacidade de manter outro ciclo, pois um CUB satisfatório de um determinado nutriente ao final de um ciclo não necessariamente indica que este nutriente não limitará o próximo ciclo, uma vez que para o adequado crescimento da nova rotação é necessário que o solo tenha o nutriente e que este nutriente esteja disponível para a planta (Santana, 2002).

Os sítios Cururu e Vargem Alegre seriam boas escolhas desde que fosse feita calagem, pois os teores de Ca e Mg nos solos desses sítios são baixos e as plantas apresentaram maiores CUB para Ca e Mg.

Quadro 68 – Coeficiente de utilização biológica de potássio, cálcio e magnésio pelo eucalipto com dois, cinco e sete anos de idade

Solo	Sítio	K			Ca			Mg		
		2 anos	5 anos	7 anos	2 anos	5 anos	7 anos	2 anos	5 anos	7 anos
.....kg /kg										
LVj	Brucutu	665	1490	997	856	1201	1234	2069	3943	2195
CX3	Cururu	216	586	806	802	1870	2202	2189	4139	5241
CX2	Valéria II P1	311	706	719	509	902	951	1880	2854	2708
LVAd1	Valéria II P2	255	461	428	411	1148	981	1442	2508	2602
CX1	V.Alegre	281	755	776	711	1577	1888	2676	7752	7422
CXL	Fonseca	439	724	806	1206	1566	1824	4709	4507	5021
LVAd2	Egas	343	647	940	878	1564	1812	3383	4747	4410
LVd	Abre Campo	326	708	810	960	1454	1899	3600	4285	4734
Média		355	760	785	792	1410	1599	2743	4342	4292

CUB = massa de matéria seca total da parte aérea (kg) / conteúdo total do nutriente absorvido (kg)

7.2. Estimativa do Número Potencial de Cortes (NPC) por Sítio

Neste trabalho, a estimativa do número potencial de cortes (NPC) previsto por sítio (Quadro 69) será utilizada para identificar qual dos sítios estudados apresentará maior ou menor sustentabilidade, ou seja, maior capacidade de sustentação de futuros ciclos.

A sustentabilidade de um sítio florestal não pode ser baseada somente nos maiores estoques de nutrientes no solo. Espera-se que sítios mais produtivos estejam sobre solos mais férteis, com maiores estoques dos nutrientes de forma que seriam mais sustentáveis. Contudo, pode se esperar também que os sítios mais produtivos sejam menos sustentáveis, pois as árvores extraem maiores quantidades de nutrientes a cada rotação. Na verdade, nota-se que a resposta é dependente do balanço de entrada-saída e do estoque do sistema.

Foram encontrados valores muito baixos de número potencial de cortes (NPC) quando o nutriente do solo é disponível ou trocável. Para K, esses valores não chegam à unidade, como o observado para o sítio Valéria II P2 (Quadro 69). Este sítio foi o mesmo que apresentou estabilização na produção de matéria seca de 5 para 7 anos. No manejo desse sítio deve ser levado em consideração o conteúdo de água em suas camadas, conforme discutido anteriormente. Verifica-se que com relação à estimativa do NPC utilizando o conteúdo de K extraído por Mehlich-1 (Kd), que todos os sítios apresentaram baixa capacidade de manutenção de produção no próximo ciclo.

Os valores de NPC para Ca e Mg foram maiores. Para o sítio Cururu foi observado um NPC igual á 5,7 para Ca e 9,9 para Mg. O valor de NPC encontrado para Mg se assemelha aos encontrados por Santana (2002). Já para Ca o mesmo autor encontrou valores menores do que os apresentados neste trabalho.

Os números de ciclos de corte encontrados, quando da utilização do conteúdo dos nutrientes do solo extraídos com HNO_3 2 mol/L, mostram que o K, no sítio Brucutu, apresentou um baixo NPC, indicando menor sustentabilidade da produção neste sítio para o próximo ciclo. O solo do sítio

Vargem Alegre foi o que apresentou maior teor de Kd e KAN no solo e a quarta produção de matéria seca. Contudo, o valor do seu NPC para Kd se iguala a 1. Este sítio mais produtivo estava sobre um solo com maior estoque de nutriente o que leva a pensar que ele seria o mais sustentável. O valor de NPC mostrou o contrário. Em locais ou florestas mais produtivas há maior absorção de nutrientes e também maior exportação levando à menor sustentabilidade da produção.

Para que todos os sítios apresentassem maior sustentabilidade futuramente, todos precisariam ser manejados com fertilizações uma vez que a reserva e a capacidade de reposição tanto de K quanto de Ca e Mg é baixa. Contudo, existem sítios em que esta sustentabilidade está mais comprometida.

O sítio Cururu apresentou números consideráveis de NPC para K e Ca e maiores do que os encontrados por Santana (2002). Esses valores de NPC para esse sítio levam a pensar que para o próximo ciclo os conteúdos desses nutrientes no solo manteriam a produção ao longo do ciclo, entretanto esse sítio apresentou os maiores teores de nutrientes no solo e não apresentou maior produção de matéria seca, provavelmente devido às suas características físicas. Segundo Amaral (2000) os solos desse sítio apresentaram menores profundidades de solum (horizonte A + B), podendo esse fato, de certa forma, ter limitado o crescimento do eucalipto, pois, o horizonte C é muito mais siltoso o que leva a uma menor retenção de umidade. Como essas características não podem ser modificadas por práticas de manejo é de se esperar que a produção futura desse sítio não seja elevada. A esse problema se alia o fato dos solos desse sítio serem susceptíveis à erosão sugerindo a mínima exposição por práticas de manejo.

Observação quanto ao manejo dos sítios Valéria II P1, Valéria II P2, Vargem Alegre e Egas no que diz respeito ao nutriente Ca, deve ser priorizada.

Quadro 69 – Número potencial de cortes, em função da quantidade de potássio disponível (Kd), cálcio e magnésio trocáveis e potássio, cálcio e magnésio extraídos com ácido nítrico 2 mol/L (KAN, CaAN e MgAN) no solo para oito sítios florestais cultivados com *Eucalyptus grandis* aos 7 anos

Sítio	Kd	Cat	Mgt		KAN	CaAN	MgAN
	(Nutriente no solo* + copa/Nutriente no tronco)						
Brucutu	1,0	2,3	2,1		2,8	6,9	5,6
Cururu	2,0	5,7	9,9		8,0	12,3	29,7
Valéria II P1	2,2	4,7	8,9		8,5	6,9	25,9
Valéria II P2	0,9	3,1	4,0		5,6	6,5	18,2
Vargem Alegre	1,0	4,1	7,1		4,7	12,5	19,2
Fonseca	2,0	5,5	3,8		4,1	9,4	18,4
Egas	1,2	2,8	2,2		3,8	4,7	14,6
Abre Campo	1,0	3,9	1,5		2,3	10,0	9,5

* Conteúdo de nutriente no solo considerando a camada de 0-100 cm de profundidade.

8. RESUMO E CONCLUSÕES

Avaliaram-se a capacidade de suprimento, a dinâmica de liberação e as modificações nas formas de K, Ca e Mg dos solos de oito sítios florestais da região de Santa Bárbara, MG e as suas relações com a produção de matéria seca e eficiência nutricional de *Eucalyptus grandis* aos 2, 5 e 7 anos.

A tentativa de avaliar qual dos sítios estudados apresentariam maior ou menor capacidade de manter a produção florestal em rotações futuras foi baseada no coeficiente de utilização biológica e na estimativa dos números potenciais de cortes (NPC).

Os resultados apresentados e discutidos permitem estabelecer as seguintes conclusões:

- Extrações sucessivas com resina de troca catiônica são eficientes em extrair apenas formas disponíveis de K e trocáveis de Ca e Mg;
- Os solos que apresentam minerais potássicos nas frações areia fina, silte e argila são os que apresentam maiores teores de K;
- Ocorrem modificações nas formas de K, Ca e Mg no período de 2 a 7 anos de crescimento do eucalipto;
- Todos os sítios estudados apresentam solos com baixa capacidade de suprimento de K, Ca e Mg;
- Os sítios que apresentam maior produção de matéria seca não são os que necessariamente apresentam maiores teores de K, Ca e Mg no solo;
- O Mg é o nutriente com menor demanda pelo eucalipto e que apresenta os menores teores nos solos;
- Os sítios apresentam comportamentos diferentes com relação aos conteúdos de K, Ca e Mg devendo, portanto, serem manejados de acordo com a característica de cada um;
- As características físicas dos sítios Cururu e Valéria II P2 podem ser uma barreira para as produções futuras;
- O Ca é o nutriente que mais poderá comprometer a sustentabilidade dos sítios Valéria II P1, Valéria II P2, Vargem Alegre e Egas;

- O balanço de nutrientes mostrou que fertilizações deverão ser realizadas em todos os sítios visando maior produção no próximo ciclo.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, G. **Características químicas e físicas de diferentes classes de solos da zona metalurgia e produtividade de eucalipto**. 2000. 196 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BARNES, B. V.; ZAK, D. R.; DENTON S. R. & SPURR, S. H. Site quality and ecosystem evaluation. In: John Wiley & Sons. **Forest Ecology**. 1997. p. 298-329.
- BARROS, N. F. **Contribuição ao relacionamento de características pedológicas e topográficas com a altura de *Eucalyptus alba*, na Região de Santa Bárbara, MG**. 1974. 89 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BARROS, N.F. Classificação nutricional de sítios florestais – Descrição de uma metodologia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 10, n. 2, p. 112-120, 1986.
- BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. & NOVAIS, R.F. Recomendação de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. 427p.
- BARROS, N. F. & COMERFORD, N. B. Sustentabilidade da Produção de Florestas Plantadas na Região Tropical. In: ALVAREZ V.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V. & COSTA L. M. (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. v. 2. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. p. 487-592.
- BELLOTE, A.G.J.; AROUGE, J.R.; HAAG. H.P. & OLIVEIRA, G.D. Extração e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* em função da idade. I – Macronutrientes. **IPEF**, p. 1-23, 1980.
- BERNARDO, A.L. **Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp. sob diferentes espaçamentos na região de Cerrado de Minas Gerais**. 1995. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

- BIZON, J.M.C. **Avaliação da sustentabilidade nutricional de plantios de *Pinus taeda* L. usando um balanço de entrada-saída de nutrientes.** 2005. 95 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- BULL, L.T. **Formas de potássio e suas relações com parâmetros vegetais em alguns solos da região de Botucatu.** 1983. 101 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- CARMEAN, W. H. Forest site quality evaluation in the United States. **Adv. Agron.**, v.27, p.209-269. 1975.
- CARTER, M.R.; GREGORICH, E.G.; ANDERSON, D.W.; DORAN, J.W.; JANZEN, H.H. & PIERCE, F.J. Concepts of soil quality and their significance. In: GREGORICH, E.E. & CARTER, M.R. (Ed.). **Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health.** v. 25. Amsterdam: Developments in Soil Science, 1997. p. 1-19.
- CASTILHOS, R. M. V. & MEURER, E. J. Cinética de liberação de potássio em Planossolo do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Rio Grande do Sul, v.31, n.6, p. 979-983, 2001.
- CHRISTENSON, D. R. & DOLL, E. C. Release of magnesium from soil clay and silt fractions during cropping. **Soil Science**, v.116, n.1, p. 59-63, 1973.
- CFSEMG. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Ribeiro, A. C., P.T.G. Guimarães, V.H.Alvarez Venegas (Ed.), Viçosa, 1999. 359 p.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FISHER, R. R. & BINKLEY, D. **Ecololy and management of forest soils.** New York: John Wiley, 2000. 489p.

FONSECA, S. **Síntese das contribuições do projeto microbacia**: integração e extrapolação de resultados e alterações significativas no manejo do eucalipto. Aracruz: Arcel, 2004. (Workshop sobre Microbacias).

FOX, T.R. Sustained productivity in intensively managed forest plantations. **Forest ecology and Management**, v. 138, p. 187-202, 2000.

GAGGERO, M. R. **Relação entre características edáficas e a produtividade de eucalipto na região central do Uruguai**. 2002. 156 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GASPARINI, J. L. G. **Dinâmica do potássio em alguns solos da região do Alto Paraíba, estado de São Paulo**. 1994. 183 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GOEDERT, W. J. & SYERS, J. KR. B. Relações Quantidade-Intensidade de potássio em solos do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Série Agronômica, 10: 31-35, 1975.

GHOSH, B. N. & SINGH, R. D. Potassium release characteristics of some soils of Uttar Pradesh hills varying in altitude and their relationship with forms of soil K and clay mineralogy. **Geoderma**, v. 104, n.1-2, 2001/11, p. 135-144, 2001.

GONÇALVES, J. L. M. **Interações genótipo - ambiente e relações entre a produtividade de sítios florestais de Eucalyptus grandis e Eucalyptus saligna com as propriedades de alguns solos de textura arenosa e média no Estado de São Paulo**. 1990. 135 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, Piracicaba.

HALVIN, J. L. & WESTFALL, D. G. Potassium realese kinetics and plant response in calcareous soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 49, p. 366-370, 1985.

- HARRIS, W. G.; HOLLIEN, K. A.; YUAN, T. L.; BATES, S. R. & ACRRE, W. A. Nonexchangeable potassium associated with hidroxy-interlayered vermiculite from coastal plain soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 52, p. 1486-1492, 1988.
- HENRI, C. J. Soil-site productivity of *Gamelina arborea*, *Eucalyptus urophylla* and *Eucalyptus grandis* forest plantations in western Venezuela. **Forest Ecology Management**, v. 144, p. 255-264, 2001.
- HOSSEINPOUR, A. & KALBASI, M. Kinetics of nonexchangeable potassium release from soils and soil separates in some central region soils of Iran. In: 17th WCSS, 2002, Thailand. **Symposium nº 54**, Paper nº 231. p. 231.1 - 231.11.
- JONES, R.K. Site classification: its role in predicting forest land responses to management practices. In: DYCK, W.J., COLE, D.W., COMERFORD, N.B. (Ed.). **Impacts of Forest Harvesting on Long-term Site Productivity**. London: Chapman & Hall, 1994. p. 187-218.
- LANA, M. C. & NEVES, J. C.L. Capacidade de suprimento de potássio em solos sob reflorestamento com eucalipto do estado de São Paulo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 18, n. 2, p. 115-122, 1994.
- LEITE, F.P. **Crescimento, relações hídricas, nutricionais e lumínicas em povoamentos de *Eucaliptus grandis* em diferentes densidades populacionais**. 1996. 90 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- LEITE, F.P. **Relações nutricionais e alterações de características químicas de solos da região do Vale do Rio Doce pelo cultivo do eucalipto**. 2001. 82f.. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- LEPSCH, I. F.; ROTTA, C. L. & VALADARES, J. M. A. S. Mineralogia, classificação e formas de potássio em solos da estação experimental de Pindorama, SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 2, p. 63-68, 1978.

LOUW, J. H. **Site classification and evaluation for commercial forestry in the Crocodile river catchment, Eastern Transvaal.** 1995. 331 p. Unpublished M.Sc. Thesis (Faculty of Forestry) - University of Stellenbosch, Stellenbosch.

LOUW, J. H. & SCHOLES, M. Forest site classification and evaluation: a South African perspective. **Forest Ecology Management**, v. 171, p. 153-168, 2002.

MAJUMDAR, K.; SANYAL, S. K. & DATTA, S. Potassium release and fixation of mineralogically different soils of India. In: 17th WCSS, 2002, Thailand. **Symposium nº 28**, Paper nº 983. p. 983.1 - 983.10.

MARKEWITZ, D. & RICHTER, D. D. Long-term soil potassium availability from a Kanhapludult to an aggrading loblolly pine ecosystem. **Forest Ecology Management**, v. 130, n.1-3, 2000/5/1, p. 109-129, 2000.

MCKENNEY, D. W. & PEDLAR, J. H. Spatial models of site index based on climate and soil properties for two boreal tree species in Ontário, Canadá. **Forest Ecology Management**, v. 175, p. 497-507, 2003.

MELO, V. F. **Relação entre a reserva mineral de solos e a produção e nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus saligna* Smith, no Rio Grande do Sul.** 1994. 145 f. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MELO, V. F. **Potássio e magnésio em minerais de solos e relação entre propriedades da caulinita com formas não-trocáveis destes nutrientes.** 1998. 205 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MELO, V. F.; BARROS, N. F.; COSTA, L. M.; NOVAIS, R. F. & FONTES, M. P. F. Formas de potássio e de magnésio em solos do Rio Grande do Sul, e sua relação com o conteúdo na planta e com a produção em plantios de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 19, p. 165-171, 1995a.

- MELO, V. F.; COSTA, L. M.; BARROS, N. F.; FONTES, M. P. F. & NOVAIS, R. F. Reserva mineral e caracterização mineralógica de alguns solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, p. 159-164, 1995b.
- MELO, V. F.; SINGH, B.; SCHAEFER, C. E. G. R.; NOVAIS, R. F. & FONTES, M. P. F. Chemical and mineralogical properties of Kaolinite-rich Brazilian soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 65, p. 1324-1333, 2001.
- MIELNICZUK, J. & SELBACH, P. A. Capacidade de suprimento de potássio de seis solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 2, p. 115-120, 1978.
- MIELNICZUK, J. Avaliação da resposta das culturas ao potássio em ensaios de longa duração: experiências brasileiras. In: YAMADA, T. (Ed.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba. SP: Instituto Internacional da Potassa/Fundação, 1982, p. 289-303.
- MIELNICZUCK, J. **O potássio no solo**. Piracicaba: POTAFOS. 1984. 79 p. (Boletim técnico 2).
- MORAIS, E.R.C. **Formas de potássio em solos do Estado de Minas Gerais e sua disponibilidade para plantas de milho**. 1999. 85 p. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- NACHTIGALL, G. R. & VAHL, L. C. Formas de potássio em solos da região sul do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, p. 7-12, 1989.
- NACHTIGALL, G. R. & VAHL, L. C. Capacidade de suprimento de potássio em solos da região Sul do rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, p. 37-42, 1991a.

NACHTIGAL, G. R. & VAHL, L. C. Dinâmica de liberação de potássio dos solos da região Sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, p. 43-47, 1991b.

NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F. & NEVES, J.C.L. Interpretação de análise química do solo para o crescimento de *Euclyptus* spp. – níveis críticos de implantação e de manutenção. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 10, n. 1, p. 105-111, 1986.

NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F. & NEVES, J. C. L. Nutrição mineral do eucalipto. In: N. F. BARROS & R. F. NOVAIS (Ed.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p. 25-98.

OLIVEIRA NETO, S.N. **Biomassa, nutrientes e relações hídricas em *Eucalyptus camaldulensis* Dhn, em resposta à adubação e ao espaçamento**. 1996. 131p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RAHMATULLAH & MENGEL, K. Potassium release from mineral structures by H⁺ ion resin. **Geoderma**, v. 96, n. 4, 2000/7, p. 291-305, 2000.

RICCI, M. S. F. **Capacidade de suprimento de potássio das diferentes frações granulométricas de alguns solos do estado de Minas Gerais**. 1987. 130 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RICCI, M. S. F.; DEFELIPO, B. V.; COSTA, L. M. & REZENDE, S. B. As frações granulométricas do solo como reserva de potássio para as plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 13, p. 181-186, 1989.

RICE, H. B. & KAMPRATH, E. J. Availability of exchangeable and nonexchangeable Mg in sandy Coastal Plain Soils. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, v. 32, p. 386-388, 1968.

RITCHEY, K. D. **O potássio nos Oxissolos e Ultissolos dos Trópicos Úmidos**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato (EUA) e Instituto Internacional da Potassa (Suíça), 1982. 69 p. (Boletim Técnico, 7).

SANTANA, J. A. S. **Efeitos de propriedades dos solos na produtividade de duas espécies de eucalipto na Região do Médio Rio Doce - MG**. 1986. 117 p. Dissertação (Mestrado em solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SANTANA, R.C. **Predição de biomassa e alocação de nutrientes em povoamentos de eucalipto no Brasil**. 2000. 69 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SANTANA, R.C.; BARROS, N.F. & NEVES, J.C.L. Eficiência de utilização de nutrientes e sustentabilidade da produção em procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em sítios florestais do Estado de São Paulo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 447-457, 2002.

SANTOS, A.R. **Caracterização mineralógica e avaliação da reserva de alguns nutrientes, em solos sob eucalipto, da região do Vale do Rio doce**. 1993. 97 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SCHÖNAU, A. P. G. Problems in using vegetation or soil classification in determining site quality. **South Afr. For. J.**, v. 141, p. 13-18, 1987.

SCHÖNAU, A. P. G. & ALDWORTH, W. J. K. Site evaluation in Black Wattle with special reference to soil factors. **South Afr. For. J.**, n. 156, p. 35-43, 1991.

SGARBI, F. **Produtividade do *Euclyptus* sp. em função do estado nutricional dos solos em diferentes regiões do Estado de São Paulo**. 2002. 101 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

- SIMARD, R. R.; KIMPE, C. R. & ZIZKA, J. Release of potassium and magnesium from soil fractions and its kinetics. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 56, p. 1421-1428, 1992.
- SIMONIS, A. D. Available potassium reserves and release rate of non-exchangeable potassium in Greek soils. In: 17th WCSS, 2002, Thailand.
- SKOGLEY, E. O. & DOBERMANN, A. Synthetic ion-exchange resins: soil and environmental studies. **J. Environ. Qual.**, v. 25, n. 1, p. 13-24, 1996.
- SMETHURST, P. J. Soil solution and other soil analyses as indicator of nutrient supply: a review. **Forest Ecology Management**, v. 138, p. 397-411, 2000.
- SONG, S. K. & HUANG, P. M. Dynamics of potassium release from potassium-bearing minerals as influenced by oxalic and citric acids. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 52, p. 383-390, 1988.
- SPURR, S. H. & BARNES, B. V. **Forest ecology**. New York: John Wiley, 1980. 687 p.
- STENDAHL, J.; SNÄLL, S.; OLSSON, M. T. & HOLMGREN, P. Influence of soil mineralogy and chemistry on site quality within geological regions in Sweden. **Forest Ecology Management**, v. 170, p. 75-88, 2002.
- TEDESCO, M. J.; GIANCELO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS. 1995. 174 p. (Boletim Técnico n.5)
- TEIXEIRA, J. L. **Conteúdo de nutrientes e produção de Eucalipto em diferentes ambientes do Rio Doce - MG**. 1987. 70 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. & BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers**. New York: Macmillan Publishing. 1985.

TRIBUTH, H.; BOGUSLAWSKI, E. V. & LIERES, A. V. Effect of potassium removal by crops on transformation of illitic clay minerals. **Soil Science**, v. 143, n. 6, p. 404-409, 1987.

VILLA, M. R.; FERNÁNDEZ, L. A.; FAQUIN, V. Formas de potássio em solos de várzea e sua disponibilidade para o feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 649-658, jul./ago. 2004.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Quadro 1A - Análise de variância dos teores de potássio extraídos por Mechlich-1, HNO₃ 2 mol/L e ataque total

Fonte de Variação	GL	QM		
		K - MEHLICH-1	K - HNO ₃ 2 mol/L	K - TOTAL
SÍTIO	7	824,4***	11200,4***	1,7E+08***
IDADE	2	3257,0***	7454,7***	3,9E+07***
SÍTIO x IDADE	14	183,2**	1290,1**	7,4E+06***
PROFUNDIDADE	2	11023,9***	13145,5***	1,2E+06**
SÍTIO x PROFUNDIDADE	14	125,1**	209,4 ^{ns}	1,1E+06**
IDADE x PROFUNDIDADE	4	382,7***	479,2°	1,0E+06**
SÍTIO x IDADE x PROFUNDIDADE	28	34,7*	226,1 ^{ns}	8,3E+05**
Resíduo ¹	92	6,0	90,2	6,6E+04
CV(SÍTIO) %		18,05	21,8	7,5
CV(IDADE) %		13,11	11,9	5,9
CV(SÍTIO x IDADE) %		16,27	18,5	6,6
CV(PROFUNDIDADE) %		12,07	7,5	7,1
CV(SÍTIO x PROFUNDIDADE, IDADE x PROFUNDIDADE, SÍTIO x IDADE x PROFUNDIDADE)%		13,98	18,7	8,0

^{ns}, °, *, **, *** não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1 % respectivamente.

Quadro 2A - Análise de variância dos teores de potássio extraídos por resina¹

Fonte de Variação	GL	QM
		K- RESINA
SÍTIO	7	382,9***
IDADE	1	11,5°
SÍTIO x IDADE	7	23,9 ^{ns}
PROFUNDIDADE	2	2771,9***
SÍTIO x PROFUNDIDADE	14	52,7*
IDADE x PROFUNDIDADE	2	6,8 ^{ns}
SÍTIO x IDADE x PROFUNDIDADE	14	10,4 ^{ns}
Resíduo	60	6,1
CV(SÍTIO) %		19,3
CV(IDADE) %		12,4
CV(SÍTIO x IDADE) %		19,6
CV(PROFUNDIDADE) %		20,0
CV(SÍTIO x PROFUNDIDADE, IDADE x PROFUNDIDADE, SÍTIO x IDADE x PROFUNDIDADE)%		17,0

^{ns}, °, *, **, *** não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1 % respectivamente.

¹ – Não foi realizada extração de K com resina no ano de 1998.

Quadro3A - Análise de variância dos teores de magnésio extraídos por KCl 1 mol/L, HNO₃ 2 mol/L e ataque total

Fonte de Variação	GL	QM		
		Mg - KCl 1 mol/L	Mg - HNO ₃ 2 mol/L	Mg - TOTAL
SÍTIO	7	39,5***	1740,0***	499511,0***
IDADE	2	384,6***	2546,3***	1628502,0***
SÍTIO x IDADE	14	50,7***	223,8*	257799,7***
PROFUNDIDADE	2	1083,1***	4797,9***	25830,3***
SÍTIO x PROFUNDIDADE	14	9,2*	29,2 ^{ns}	16868,1**
IDADE x PROFUNDIDADE	4	11,4**	116,9**	14320,1**
SÍTIO x IDADE x PROFUNDIDADE	28	2,2 ^{ns}	51,7*	8771,8*
Resíduo	92	0,86	8,8	1045
CV(SÍTIO) %		16,02	14,2	11,6
CV(IDADE) %		23,16	20,4	17,6
CV(SÍTIO x IDADE) %		16,15	19,8	10,9
CV(PROFUNDIDADE) %		9,11	10,7	9,0
CV(SÍTIO x PROFUNDIDADE, IDADE x PROFUNDIDADE, SÍTIO x IDADE x PROFUNDIDADE)%		13,47	12,2	9,9

^{ns}, ^o, *, **, *** não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1 % respectivamente.

Quadro 4A - Análise de variância dos teores de magnésio extraídos por resina²

Fonte de Variação	GL	QM
		Mg - RESINA
SÍTIO	7	16,9***
IDADE	1	12,9***
SÍTIO x IDADE	7	2,7 ^o
PROFUNDIDADE	2	246,3***
SÍTIO x PROFUNDIDADE	14	2,7*
IDADE x PROFUNDIDADE	2	1,7 ^{ns}
SÍTIO x IDADE x PROFUNDIDADE	14	0,9 ^{ns}
Resíduo	60	0,503
CV(SÍTIO) %		14,6
CV(IDADE) %		9,5
CV(SÍTIO x IDADE) %		14,8
CV(PROFUNDIDADE) %		11,5
CV(SÍTIO x PROFUNDIDADE, IDADE x PROFUNDIDADE, SÍTIO x IDADE x PROFUNDIDADE)%		13,8

^{ns}, ^o, *, **, *** não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1 % respectivamente.

² – Não foi realizada extração de Mg com resina no ano de 1998.

Quadro 5A - Análise de variância dos teores de cálcio extraídos por KCl 1 mol/L, HNO₃ 2 mol/L

Fonte de Variação	GL	QM	
		Ca KCl 1 mol/L	Ca - HNO ₃ 2 mol/L
SÍTIO	7	31,6*	1068,9**
IDADE	2	4095,3***	22128,1***
SÍTIO x IDADE	14	86,2***	508,6*
PROFUNDIDADE	2	701,2***	5698,1***
SÍTIO x PROFUNDIDADE	14	32,2*	322,6*
IDADE x PROFUNDIDADE	4	100,8***	429,3*
SÍTIO x IDADE x PROFUNDIDADE	28	32,5**	334,2*
Resíduo	92	3,76	54,2
CV(SÍTIO) %		20,01	29,8
CV(IDADE) %		29,12	29,1
CV(SÍTIO x IDADE) %		13,50	34,5
CV(PROFUNDIDADE) %		19,93	26,8
CV(SÍTIO x PROFUNDIDADE, IDADE x PROFUNDIDADE, SÍTIO x IDADE x PROFUNDIDADE)%		16,31	30,8

ns, o, *, **, *** não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1 % respectivamente.

Quadro 6A - Análise de variância dos teores de cálcio extraídos por resina³ e por ataque ácido total³

Fonte de Variação	GL	QM	
		Ca- RESINA	Ca - TOTAL
SÍTIO	7	61,2 ^{ns}	1546598,2***
IDADE	1	4020,2***	6573090,4***
SÍTIO x IDADE	7	37,6 ^{ns}	539823,3***
PROFUNDIDADE	2	305,7*	676421,9**
SÍTIO x PROFUNDIDADE	14	20,3 ^{ns}	857541,2***
IDADE x PROFUNDIDADE	2	33,1 ^{ns}	300284,5***
SÍTIO x IDADE x PROFUNDIDADE	14	31,5 ^{ns}	316896,6***
Resíduo	60	20,48	10567,39411
CV(SÍTIO) %		35,8	15,9
CV(IDADE) %		54,6	8,3
CV(SÍTIO x IDADE) %		41,8	13,3
CV(PROFUNDIDADE) %		47,7	34,1
CV(SÍTIO x PROFUNDIDADE, IDADE x PROFUNDIDADE, SÍTIO x IDADE x PROFUNDIDADE)%		37,6	17,2

ns, o, *, **, *** não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1 % respectivamente.

³ – Não foi realizada extração de Ca com resina e ataque ácido total em 1998.

Quadro 7A – Análise de variância dos teores de potássio, cálcio e magnésio nos componentes da parte aérea de plantas de eucalipto cultivadas em diferentes sítios e em três idades distintas (2, 5 e 7 anos)

Fonte de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO								
		FOLHA			CASCA			GALHO		
		K	Ca	Mg	K	Ca	Mg	K	Ca	Mg
SÍTIO	7	0,21**	0,061**	0,042**	0,170**	0,115***	0,027***	0,064*	0,012*	0,003**
IDADE	2	0,24***	0,02*	0,142***	0,115*	0,224***	0,014**	0,049*	0,0025 ^{ns}	0,039**
SÍTIO x IDADE	14	0,03°	0,02*	0,011*	0,014°	0,024*	0,006*	0,024°	0,003 ^{ns}	0,00026 ^{ns}
Resíduo	72	0,00943	0,00368	0,001888	0,01130	0,004279	0,000806	0,00704	0,002456	0,000249
CV%		24,2	29,8	50,3	32,5	47,1	57,4	33,7	31	49,4

Continua...

Quadro 7A, Cont.

Fonte de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO					
		LENHO			MANTA		
		K	Ca	Mg	K	Ca	Mg
SÍTIO	7	0,0111**	0,001*	0,000037 ^{ns}	0,051***	0,18***	0,010**
IDADE	2	0,038***	0,001*	0,00017*	0,48***	0,45***	0,009**
SÍTIO x IDADE	14	0,0014 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,042***	0,032***	0,004*
Resíduo	72	0,000710	0,000128	0,000023	0,000673	0,00072	0,000481
CV%		56,8	47,4	67,9	74,6	50,4	48

^{ns}, °, *, **, *** não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1 % respectivamente.

Quadro 8A – Análise de variância dos conteúdos de potássio, cálcio e magnésio nos componentes da parte aérea de plantas de eucalipto cultivadas em diferentes sítios e em três idades distintas (2, 5 e 7 anos)

Fonte de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO								
		FOLHA			CASCA			GALHO		
		K	Ca	Mg	K	Ca	Mg	K	Ca	Mg
SÍTIO	7	109,32**	274,74***	87,22***	1134,6**	542,44**	370,00***	22,70ns	89,52**	9,054**
IDADE	2	94,97**	118,84***	77,94***	14442,3***	3750,34***	1573,21***	373,27***	162,16***	25,194***
SÍTIO x IDADE	14	93,48**	41,93**	9,74*	289,9°	101,10°	254,373***	50,34°	18,25°	0,830 ^{ns}
Resíduo	72	7,82	2,586	1,628	92,8	22,09	9,569	12,23	4,165	0,4313
CV%		27,4	55,8	61,3	67,2	65,4	119,8	44,1	60,7	74,9

Continua...

Quadro 8A, Cont.

Fonte de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO					
		LENHO			MANTA		
		K	Ca	Mg	K	Ca	Mg
SÍTIO	7	2757,5***	362,37**	12,14*	790,55***	1961,23***	147,84**
IDADE	2	15149,78***	3196,62***	117,79***	2408,62***	12702,27***	1465,85***
SÍTIO x IDADE	14	917,73*	102,11°	13,89*	300,03**	791,5***	48,16***
Resíduo	72	101,0	29,30	1,699	19,02	25,6	12,17
CV%		73,8	73,9	76,4	61,8	61,7	66,6

^{ns}, ^o, ^{*}, ^{**}, ^{***} não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1 % respectivamente.