

**ANA PAULA MENDES TEIXEIRA**

**PRODUTIVIDADE DO EUCALIPTO SOB DISTINTOS MANEJOS DE RESÍDUOS  
DA COLHEITA E FERTILIZAÇÃO MINERAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientador: Haroldo Nogueira de Paiva

Coorientadores: Ivo Ribeiro da Silva  
Leonardus Vergütz  
Samuel V. Valadares  
Helio Garcia Leite

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

Teixeira, Ana Paula Mendes, 1988-  
T266p            Produtividade do eucalipto sob distintos manejos de  
2021            resíduos da colheita e fertilização mineral / Ana Paula Mendes  
                  Teixeira. – Viçosa, MG, 2021.  
                  1 tese eletrônica (283 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Haroldo Nogueira de Paiva.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Engenharia Florestal, 2021.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.037>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Eucalipto - Crescimento. 2. Florestas - Manejo. 3. Ciclo de nutrientes. 4. Nutrição mineral. 5. Solos florestais. 6. Raízes (Botânica). I. Paiva, Haroldo Nogueira de, 1956-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal. III. Título.

CDO adapt. CDD 634.91614

Bibliotecário(a) responsável: Renata de Fátima Alves CRB6/2578

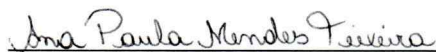
**ANA PAULA MENDES TEIXEIRA**

**PRODUTIVIDADE DO EUCALIPTO SOB DISTINTOS MANEJOS DE RESÍDUOS  
DA COLHEITA E FERTILIZAÇÃO MINERAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 19 de novembro de 2021.

Assentimento:



---

Ana Paula Mendes Teixeira  
Autora



---

Haroldo Nogueira de Paiva  
Orientador

*Aos meus pais **Rosângela** e **Geraldo** e aos meus irmãos **Joseane** e **Rafael**.  
Às minhas saudosas avós, **Cândida Marotta Mendes** e **Amélia Carneiro Teixeira**.  
Ao meu avô **José Romano Teixeira**.  
**Dedico.***

## **AGRADECIMENTOS**

Quando iniciei o doutorado não imaginava o quanto de aprendizado obteria durante esta caminhada, nem tão pouco que ao final desta etapa iríamos passar por uma pandemia. O doutorado foi certamente o maior desafio que vivenciei nos últimos anos.

Agradeço aos professores Leonardus Vergütz e Ivo Ribeiro da Silva pela confiança ao me concederem esta oportunidade, pelos ensinamentos, conselhos e conversas ao longo desta jornada.

O auxílio financeiro da parceria entre o Nutree e a Klabin foram fundamentais para que este trabalho fosse realizado e concluído. Agradeço ao James Stahl e a toda equipe de pesquisa da Klabin, em especial ao Nassier, Aleandro, Alessandro, Oliveira, Rivair, Tiago, Willian e Valdemir, pelo acolhimento, orientações e compartilhamento de conhecimentos na execução das atividades em campo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao professor Haroldo Nogueira de Paiva, por ter sido o meu mentor, pelas horas de conversas, por seus conselhos, ensinamentos, pela paciência e disponibilidade em corrigir e ajudar a aprimorar o meu trabalho todas as vezes que foram necessárias. É muito difícil encontrar palavras para expressar tamanha gratidão.

Ao professor Samuel Vasconcelos Valadares com o qual tive um maior contato na metade do experimento e cujos conselhos e ensinamentos foram fundamentais para que o trabalho fosse elaborado.

Ao professor Helio Garcia Leite, por não medir esforços para me orientar, ensinar e aconselhar sobre a melhor forma de conduzir o meu trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa e aos Departamentos de Engenharia Florestal e Solos pelo acesso ao ensino de qualidade e a oferta da estrutura necessária para a realização e desenvolvimento de minha pesquisa.

Ao Pedro Paulo de Carvalho Teixeira, pela parceria, companheirismo, pelos ensinamentos, sendo que sua presença e apoio foram fundamentais para a conclusão desse trabalho.

Aos estagiários, Danilo Henrique, Letícia Freitas, Vanderlayne Costa, Pedro Batista, Natal Roberto e Luisa Cotta, pela colaboração no desenvolver das atividades de laboratório. Cabe destacar um agradecimento especial ao Danilo que retornou para Viçosa durante a pandemia e me ajudou a superar os momentos em que o desânimo batia e o coração apertava.

Aos meus amigos de laboratório Ricardo Fialho, Rafael Teixeira, Gustavo Mayrink, Ivan Souza, Luis Fernando Almeida, Bernardo Amorim, Maria Cardoso, Jônatas Pedro, Raphael Melo, Helen Amorim, Rodrigo Sousa, Rafael Santos, Luís Colucho e Fabrício Gebrim, pelas boas conversas, pelas trocas de conhecimentos e momentos de descontração vivenciados nas dependências do laboratório de isótopos estáveis (LIE).

Aos amigos, Carla Américo, Letícia Lima, Bruna Moraes, Claudine Teixeira, Thiago Viana, Daniel Almeida e Bruno Dias, que mesmo distantes, sempre se fizeram presentes.

As minhas colegas de profissão e companheiras de república, Daniela Costa, Indira Comini e Monique Sabioni, que se tornaram minha família afetiva e compartilharam comigo tantos sonhos, momentos de estudos, descontração e reclamações, mas muita alegria e aprendizado.

Ao João Milagres e o Humberto, cujas presenças e atividades são imprescindíveis para o funcionamento do LIE.

Aos meus pais, Rosângela e Geraldo, pelo incentivo e apoio durante todos esses anos e por me motivarem e darem o suporte necessário para que eu possa ir em busca dos meus sonhos e alcançar meus objetivos.

Aos meus irmãos, Joseane e Rafael, pela amizade, incentivo, companheirismo, por estarem sempre presentes, me escutando, aconselhando e por compartilharem muitas memórias e tantos sorrisos no decorrer de nossas vidas.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação, durante o período da minha graduação, do mestrado e do doutorado.

Por fim, agradeço a Deus por me guiar, proteger e colocar pessoas tão boas no meu caminho.

**MUITO OBRIGADA!**

*“Você é o único meio de chegar até os seus sonhos”.*  
(Kau Bonnett)

## RESUMO

TEIXEIRA, Ana Paula Mendes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2021. **Produtividade do eucalipto sob distintos manejos de resíduos da colheita e fertilização mineral.** Orientador: Haroldo Nogueira de Paiva. Coorientadores: Ivo Ribeiro da Silva, Leonardus Vergütz, Samuel Vasconcelos Valadares e Helio Garcia Leite.

As práticas de manejo de resíduos da colheita e as fertilizações podem influenciar o crescimento, a produção e o estado nutricional do eucalipto na rotação seguinte. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo conhecer como os resíduos provenientes de distintos métodos da colheita associados com a fertilização mineral influenciam a densidade, a superfície e o comprimento radicular e a relação destes parâmetros com as características químicas e a densidade do solo (capítulo 1), a massa e área foliar, os teores e a redistribuição de nutrientes nos períodos de verão e inverno (capítulo 2), a massa de matéria seca das árvores, o coeficiente de utilização biológica (CUB), o índice de eficiência nutricional (EU), a fertilidade do solo e o crescimento e produção de plantios comerciais de eucalipto (capítulo 3). Este estudo foi realizado na região de Telêmaco Borba-PR-Brasil, sendo que no momento da colheita da rotação anterior a área foi dividida em duas partes: uma colhida com sistema Harvester+Forwarder (Área HF) e outra com sistema Feller+Skidder (Área FS), as quais foram avaliadas de forma independente. O material genético utilizado foi *E. urophylla* x *E. grandis* (clone I144), plantado no espaçamento de 3,30 x 1,82 m. Para a avaliação da densidade, da superfície e do comprimento radicular e a relação destes parâmetros com as características químicas e a densidade do solo (capítulo 1), foi instalado um experimento em blocos casualizados, com quatro repetições. Na área FS, os tratamentos consistiram de: remoção completa da serapilheira (-SR) ou presença da serapilheira (+SR). Já na área HF, os tratamentos foram: remoção completa do resíduo da colheita e serapilheira (-R) ou presença do resíduo da colheita e serapilheira (+R). Já para a avaliação de massa e área foliar, teores e redistribuição de nutrientes (capítulo 2), massa de matéria seca e conteúdo de nutrientes nas árvores, coeficiente de utilização biológica (CUB), eficiência de uso de nutrientes (EU), crescimento e produção florestal e fertilidade do solo (capítulo 3), o experimento foi instalado em faixas, com quatro repetições. Na área FS, os tratamentos consistiram de: sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0), sem

resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira (R2), combinados com níveis de fertilização: baixa fertilização (A0), média fertilização (A1) e alta fertilização (A2). Na área HF, os tratamentos foram os mesmos da área FS, com exceção do tratamento com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira (R2). A manutenção de resíduo da colheita e serapilheira promove o aumento da densidade de raízes na camada 10-20 cm de profundidade e o maior comprimento e superfície das raízes médias nos primeiros 10 cm de profundidade do solo. A presença de serapilheira proporciona o aumento da densidade de raízes, da superfície e do comprimento das raízes finas nas camadas de 20-40 e 40-60 cm de profundidade e o maior comprimento e superfície das raízes médias nas camadas nas camadas de 0-10 e 40-60 cm de profundidade. Em ambas as áreas HF e FS, a densidade, a superfície e o comprimento radicular diminuem com o aumento da profundidade do solo e oitenta por cento das raízes se concentram nos primeiros 20 cm de profundidade do solo. Os tratamentos envolvendo as fertilizações proporcionam maior massa e área foliar para as plantas de ambas áreas (FS e HF). Os teores e a redistribuição de nutrientes variam entre os períodos de coleta e o nutriente considerado. Em ambas as áreas, a massa de matéria seca e o conteúdo de nutrientes nas árvores, o coeficiente de utilização biológica (CUB), o índice de eficiência nutricional (EU), a fertilidade do solo e o crescimento e produção são influenciados positivamente pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e serapilheira e as fertilizações. A manutenção de resíduos da colheita potencializa o efeito positivo das fertilizações e vice-versa. Os resultados obtidos no presente estudo são aplicáveis para o clone I144 (*E.urophylla* x *E.grandis*) para as condições fisiográficas da região de Telêmaco Borba-PR. Recomenda-se que estudos sejam desenvolvidos em outras regiões com outros clones para verificar se as respostas em relação a manutenção dos resíduos da colheita e serapilheira e as fertilizações serão similares, uma vez que o ganho é genótipo dependente.

Palavras-chave: Crescimento e produção florestal. Ciclagem de nutrientes. Nutrição florestal. Solos florestais. Raízes finas.

## ABSTRACT

TEIXEIRA, Ana Paula Mendes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2021. **Eucalyptus productivity under different management of harvest residues and mineral fertilization.** Adviser: Haroldo Nogueira de Paiva. Co-advisers: Ivo Ribeiro da Silva, Leonardus Vergütz, Samuel Vasconcelos Valadares and Helio Garcia Leite.

Forest harvest residue management practices and fertilization can influence the growth, production and nutritional status of eucalyptus in the following rotation. This work aimed at understanding how residues from different harvesting methods associated with mineral fertilization influence density, surface and root length and its relationships with chemical properties and soil density (chapter 1), leaf mass and area, nutrient content and redistribution in summer and winter periods (chapter 2), tree dry matter mass, coefficient of biological use (CUB), nutrient use efficiency (EU), soil fertility and the growth and production of commercial eucalyptus plantations (chapter 3). This study was carried out in Telêmaco Borba-PR-Brazil, and at the time of harvesting the previous rotation the area was divided into two sites: one harvested with the Harvester+Forwarder system (HF site) and the other with the Feller+Skidder system (FS site), which were independently evaluated. The genetic material used was *E. urophylla* x *E. grandis* (clone I144), planted in the spacing of 3.30 x 1.82 m. For the evaluation of density, surface and root length and the relationship of these parameters with chemical properties and soil density (chapter 1), a randomized block experiment with four replications was installed. In the FS site, treatments consisted of: without litter layer (-SR) and with litter layer (+SR). In the HF site, the treatments were: without forest harvest residue (leaf, twig, bark and tip) and litter layer (-R) and with forest harvest residue (leaf, twig, bark and tip) and litter layer (+R). For the evaluation of leaf mass and area, nutrient content and redistribution (chapter 2), dry matter mass and nutrient content in trees, coefficient of biological use (CUB), nutrient use efficiency (EU), growth and forest production and soil fertility (chapter 3), the experiment was installed in strips-plot experimental design, with four replications. In the FS site, the treatments consisted of: without forest harvest residue and litter layer (R0), without forest harvest residue and with litter layer (R1), with forest harvest residue (leaf, twig and tip) and with litter layer (R2), low fertilization (A0), medium fertilization (A1) and high fertilization (A2). In the HF site, the treatments were the

same as in the FS site, except for the treatment with forest harvest residue (leaf, twig, bark and tip) and with litter layer (R2). The maintenance of harvest residue and litter layer promotes increased roots density in the 10-20 cm layer and greater length and surface of medium roots in the first 10 cm of soil depth. The presence of litter layer provides an increase in roots density, surface and length of fine roots in layers 20-40 and 40-60 cm and greater length and the surface of medium roots in layers 0-10 and 40 -60 cm. In both sites HF and FS, density, surface and root length decreased with increasing soil depth and eighty percent of the roots are concentrated in the first 20 cm of soil depth. Fertilization provided greater mass and leaf area for plants in both sites (FS and HF). Nutrient content and redistribution varied between sampled periods and the nutrient considered. In both sites, the dry matter mass and nutrient content in the trees, the coefficient of biological use (CUB), the nutrient use efficiency (EU), soil fertility, growth and production are positively influenced by the treatments involving harvest residues and litter layer and fertilization. The maintenance of harvest residues enhances the positive effect of fertilization and vice-versa. The results obtained in the present study are applicable for clone I144 (*E.urophylla* x *E.grandis*) for the physiographic conditions of the region of Telêmaco Borba-PR. It is recommended that studies be carried out in other regions with other clones to verify if the responses regarding the maintenance of harvest residues and litter and fertilizations will be similar, since the gain is genotype dependent.

Keywords: Forest growth and production. Nutrient cycling. Forest nutrition. Forest soils. Fine Roots.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	15
CAPÍTULO 1.....	20
MANEJO DE RESÍDUOS DA COLHEITA E SERAPILHEIRA E SEU EFEITO SOBRE RAÍZES EM PLANTIOS COMERCIAIS DE EUCALIPTO.....	20
1. INTRODUÇÃO.....	22
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
2.1. Descrição da área de estudo e instalação do experimento.....	23
2.2. Coleta e análise das raízes.....	27
2.3. Análises dos materiais vegetais dos resíduos da colheita e serapilheira e ajuste das curvas de decomposição e liberação de nutrientes.....	28
2.4. Análise estatística.....	29
3. RESULTADOS.....	33
3.1 Área Harvester+Forwarder (HF).....	33
3.1.1 Densidade, superfície e comprimento radicular.....	33
3.1.2 Decomposição dos resíduos da colheita e serapilheira e taxa de liberação de nutrientes após 1,70 ano (Abril de 2019).....	46
3.1.3 Análise de correlação de Pearson.....	48
3.2 Área Feller+Skidder (FS).....	51
3.2.1 Densidade, superfície e comprimento radicular.....	51
3.2.2 Decomposição da serapilheira e taxa de liberação de nutrientes após 1,70 ano (Abril de 2019).....	64
3.2.3 Análise de correlação de Pearson.....	66
4. DISCUSSÃO.....	69
4.1 Densidade, superfície e comprimento radicular.....	69
4.2 Análise de correlação de Pearson.....	71
5. CONCLUSÕES.....	72
REFERÊNCIAS.....	72
CAPÍTULO 2.....	78
ESTADO NUTRICIONAL E REDISTRIBUIÇÃO DE NUTRIENTES DO EUCALIPTO EM FUNÇÃO DO MANEJO DE RESÍDUOS DA COLHEITA E DA FERTILIZAÇÃO MINERAL.....	78
1. INTRODUÇÃO.....	80
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	81
2.1 Descrição da área de estudo e instalação do experimento.....	81
2.2 Área foliar e teor de nutrientes.....	90

2.3 Redistribuição de nutrientes.....	90
2.4 Análise estatística .....	91
3. RESULTADOS.....	92
3.1 Área Feller+Skidder (FS) .....	92
Verão .....	92
3.1.1 Massa foliar, área foliar e diferença entre massa e área foliar de folhas completamente expandidas e senescentes .....	92
3.1.2 Teores de nutrientes em folhas completamente expandidas, em folhas senescentes e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e senescentes.....	94
3.1.3 Redistribuição de nutrientes .....	102
3.1.4 Análises de correlações .....	104
Inverno.....	105
3.1.5 Massa foliar, área foliar e diferença entre massa e área foliar de folhas completamente expandidas e senescentes .....	105
3.1.6 Teores de nutrientes em folhas completamente expandidas, em folhas senescentes e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e senescentes.....	107
3.1.7 Redistribuição de nutrientes .....	115
3.1.8 Análise de correlações .....	118
3.2 Área Harvester + Forwarder (HF).....	119
Verão .....	119
3.2.1 Massa foliar, área foliar e diferença entre massa e área foliar de folhas completamente expandidas e senescentes .....	119
3.2.2 Teores de nutrientes em folhas completamente expandidas, em folhas senescentes e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e senescentes.....	121
3.2.3 Redistribuição de nutrientes .....	129
3.2.4 Análise de correlações .....	132
Inverno.....	133
3.2.5 Massa foliar, área foliar e diferença entre massa e área foliar de folhas completamente expandidas e senescentes .....	133
3.2.6 Teores de nutrientes em folhas completamente expandidas, em folhas senescentes e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e senescentes.....	135
3.2.7 Redistribuição de nutrientes .....	142
3.2.8 Análise de correlações .....	145
3.3. Análise de componentes principais (PCA) .....	146

3.3.1 Teores de nutrientes em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes.....	146
3.3.2 Redistribuição de nutrientes .....	148
4. DISCUSSÃO .....	149
4.1 Massa e área foliar .....	149
4.2 Teores de nutrientes .....	149
4.3 Redistribuição de nutrientes.....	156
5. CONCLUSÕES.....	161
REFERÊNCIAS .....	161
CAPÍTULO 3.....	168
A INFLUÊNCIA DO MANEJO DE RESÍDUOS DA COLHEITA E DAS FERTILIZAÇÕES MINERAIS SOBRE O CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE PLANTIOS COMERCIAIS DE EUCALIPTO.....	168
1. INTRODUÇÃO.....	170
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	171
2.1. Descrição da área de estudo e instalação do experimento .....	171
2.2 Crescimento e produção florestal.....	180
2.3 Análise dos componentes da parte aérea das árvores e da serapilheira.....	181
2.4 Coeficiente de utilização biológica (CUB) e o índice de eficiência nutricional (EU).....	182
2.5 Decomposição dos materiais vegetais e taxa de liberação de nutrientes .....	182
2.6 Análise de solo.....	183
2.7 Análise estatística .....	183
3. RESULTADOS.....	185
3.1 Área Feller+Skidder (FS) .....	185
3.1.1 Massa da matéria seca dos componentes das árvores, conteúdo de nutrientes, coeficiente de utilização biológica (CUB) e eficiência de uso dos nutrientes (EU).....	185
3.1.2 Fertilidade do solo.....	206
3.1.3 Crescimento e produção florestal.....	220
3.2 Área Harvester+Forwarder (HF).....	226
3.2.1 Massa da matéria seca dos componentes das árvores, conteúdo de nutrientes, coeficiente de utilização biológica (CUB) e eficiência de uso dos nutrientes (EU).....	226
3.2.2 Fertilidade do solo.....	247
3.2.3 Crescimento e produção florestal.....	260

3.3 Decomposição dos resíduos da colheita e serapilheira após 1,70 ano (Abril de 2019) e taxa de liberação de nutrientes após 1,70 ano (Abril 2019) e 2,58 anos (Março de 2020) .....	265
4. DISCUSSÃO .....	268
4.1 Crescimento e curvas de produção florestal .....	268
4.2 Massa da matéria seca dos componentes das árvores, coeficiente de utilização biológica (CUB) e eficiência de uso dos nutrientes (EU) .....	270
4.3 Fertilidade do solo e conteúdo de nutrientes nas plantas .....	271
5. CONCLUSÕES .....	275
REFERÊNCIAS .....	275
CONCLUSÕES GERAIS.....	282

## INTRODUÇÃO GERAL

As estratégias que têm sido adotadas visando manter ou elevar a produtividade florestal bem como manter a sustentabilidade do sítio são: aplicação de fertilizantes, escolha de genótipos adaptados, emprego de técnicas corretas de conservação e preparo do solo, adoção de método da colheita florestal menos impactante, manutenção de resíduos da colheita e aplicação de resíduos industriais e urbanos (Gonçalves et al., 2000; Gonçalves et al. 2007).

A escolha de genótipos adaptados às condições climáticas e edáficas otimiza o uso dos recursos naturais, enquanto que as técnicas de manejo do solo que visam o menor revolvimento do solo e a manutenção de resíduos florestais trazem diversas vantagens como a menor exposição do solo à radiação solar, menor perda de água por evaporação e aumento da atividade biológica do solo (Gonçalves et al., 2000).

Quanto ao método da colheita florestal, esse pode influenciar o crescimento inicial das árvores na rotação posterior à colheita. Assim, a escolha dos equipamentos utilizados deve levar em consideração o tipo de solo, as máquinas, a declividade do terreno, a época do ano em que a colheita será realizada e se o sistema mantém os resíduos na área (Seixas & Oliveira Júnior, 2001; Dias Junior et al., 2003; Lopes et al., 2015; Martins et al., 2018). Os sistemas de colheita mecanizados que tem sido utilizados em povoamentos florestais são o Harvester+Forwarder o qual retira o lenho e mantém os resíduos da colheita (folha, galho, casca e ponteira) na área e o Feller-Buncher+Skidder o qual retira a árvore inteira da área e deposita os resíduos da colheita na borda do talhão (Gonçalves et al., 2008).

Nos últimos anos as empresas de base florestal têm utilizado os resíduos da colheita para a geração de energia (Vidal & Hora, 2011; Santiago & Rezende, 2014). No entanto, nem todo resíduo deve ser retirado da área colhida pois estes trazem diversos benefícios, tais como a manutenção ou aumento da matéria orgânica do solo (MOS), aumento da capacidade de retenção de água e redução da exportação de nutrientes, contribuindo para a fertilidade do solo (Mendham et al., 2003; Dedecek et al., 2007; Bellote et al., 2008; Santana et al., 2008; Laclau et al., 2010; Vidal & Hora, 2011; Paes et al., 2013; Demolinari et al., 2017).

Apesar dos benefícios da manutenção dos resíduos na área, em muitas situações, a quantidade de nutrientes demandada pelas plantas, não é suprida

somente com essa prática sendo necessária a complementação com a fertilização mineral. A demanda de nutrientes pelas árvores irá variar em função da sua taxa de crescimento e da eficiência com que esta converte em biomassa os nutrientes absorvidos (Barros et al., 2000). Assim, o emprego de fertilizantes minerais associado à manutenção dos resíduos contribui para elevar os teores de nutrientes no solo (Bellote et al., 2008; Paes et al., 2013).

Para recomendar fertilizantes, avaliações nutricionais devem ser feitas, o que pode incluir análise de planta e análise de solo (Bellote & Silva, 2000; Fontes, 2001). Por meio da diagnose foliar pode-se inferir se as plantas estão ou não com carência nutricional (Fontes, 2001).

Ao utilizar a diagnose foliar deve-se atentar à mobilidade dos nutrientes, a qual é variável com o nutriente e às vezes, entre as espécies, sendo a redistribuição dependente da mobilidade desses no floema (Dell et al., 1995).

De modo geral, a ciclagem de nutrientes é fundamental para a sustentabilidade dos ecossistemas florestais, principalmente, em solos de baixa fertilidade natural como por exemplo os de regiões tropicais (Reis & Barros, 1990; Andrade et al. 1999; Poggiani & Schumacher, 2000; Correia & Andrade, 2008).

Diante disso, o entendimento dos ciclos de nutrientes (geoquímico, bioquímico e biogeoquímico) pode auxiliar na tomada de decisão quanto ao manejo florestal a ser empregado no sítio (Gonçalves et al., 2000).

Outros fatores relevantes são as características do sistema radicular devido à importância das raízes finas na nutrição das árvores (Gonçalves & Melo, 2000). O conhecimento de características como densidade, superfície e comprimento radicular auxilia no manejo da fertilização (Gonçalves & Melo, 2000; Freitas et al., 2008).

Diante do exposto, esta tese está dividida em três capítulos, nos quais busca-se conhecer como os resíduos provenientes de distintos métodos da colheita associados com a fertilização mineral influenciam a densidade, a superfície e o comprimento radicular e a relação destes parâmetros com as características químicas e a densidade do solo (capítulo 1), a massa e área foliar, os teores e a redistribuição de nutrientes nos períodos de verão e inverno (capítulo 2), a massa de matéria seca das árvores, o coeficiente de utilização biológica (CUB), o índice de

eficiência nutricional (EU), a fertilidade do solo e o crescimento e produção de plantios comerciais de eucalipto (capítulo 3).

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, A.G.; CABALLERO, S.S.U.; FARIA, S.M. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 1999. 22p. (Embrapa Solos. Documentos ; n.13).

BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F. Recomendações de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. In: GONÇALVES, J. L. de M., BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização de florestas**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), cap.9, p. 269-286, 2000.

BELLOTE, A.F.J.; DEDECEK, R.A.; SILVA, H.D. da. Nutrientes minerais, biomassa e deposição de serapilheira em plantio de *Eucalyptus* com diferentes sistemas de manejo de resíduos florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**. v. 56, p.31–41, 2008.

BELLOTE, A.F.J.; SILVA, H.S. da. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: **Nutrição e fertilização de florestas**. Piracicaba: IPEF, cap.4, p. 106-129, 2000.

CORREA, M.E.F., ANDRADE, A.G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. de A. S., SILVA, L. S., CANELLAS, L.P., CAMARGO, F.A. DE O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. Porto Alegre: Metropole. p.137-158, 2008.

DEDECEK, R.A.; BELLOTE, A.F.J.; MENEGOL O. Influence of residue management and soil tillage on second rotation *Eucalyptus* growth. **Scientia Forestalis**. v.74, p.09-17, 2007.

DELL, B.; MALAJCZUK, N.; GROVES, T.S. Nutrient Disorders in Plantation *Eucalyptus*. **ACIAR Monograph**, v.31. p.3-4p. 1995.

DEMOLINARI, M. DE S.M.; DE SOUSA, R.N.; DA SILVA, I.R.; TEIXEIRA, R. DA S.; NEVES, J.C.L.; MENDES, G. DE O. Effect of mineral nitrogen on transfer of <sup>13</sup>C-carbon from *Eucalyptus* harvest residue components to soil organic matter fractions. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.41, p.1–12, 2017.

DIAS JUNIOR, M. DE S.; LEITE, F.P.; WINTER, M.E.; PIRES, J.V.G. Avaliação quantitativa da sustentabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com eucalipto na região de Peçanha-MG. **Revista Árvore**. V.27, p.343–349, 2003.

FREITAS, T.A.S.F.; BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J.G.A. Dinâmica de raízes de espécies arbóreas: visão da literatura. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 133-142, 2008.

FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: UFV, 122p, 2001.

GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S.L.M. O sistema radicular das árvores. In:GONÇALVES, J. L. de M., BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização de florestas**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), cap.8, p. 221-262, 2000.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J.L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V.A.G.; GAVA, J.L. Reflexo do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In:GONÇALVES, J. L. de M., BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização de florestas**. Piracicaba:IPEF, cap.1, p. 1-56, 2000.

GONÇALVES, J.L.M.; WICHERT, M.C.P.; GAVA, J.L.; MASETTO, A.V.; ARTHUR JUNIOR, J.C.; SERRANO, M.I.P.; MELLO, S.L.M. Soil fertility and growth of *Eucalyptus grandis* in Brazil under different residue management practices. **Southern Hemisphere Forestry Journal**, v.69, nº2, p.95–102, 2007.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; LACLAU, J.P.; BOUILLET, J.P.; RANGER, J. Assessing the effects of early silvicultural management on long-term site productivity of fast-growing eucalypt plantations: the Brazilian experience. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, vol.70, núm. 2, p.105-118, 2008.

LACLAU, J.P.; LEVILLAINA, J.; DELEPORTEA, P.; NZILA, J.D.; BOUILLET, J.P.; ANDRÉA, S.A.; VERSINI, A.; MARESCHALA, L.; NOUVELLON, Y.; M'BOUB, A.T.; RANGER, J. Organic residue mass at planting is an excellent predictor of tree growth in *Eucalyptus* plantations established on a sandy tropical soil. **Forest Ecology and Management**, v.260, p.2148–2159, 2010.

LOPES, E.S.; OLIVEIRA, D, DE.; RODRIGUES, C.K.; DRINKO, C.H. Compactação de um Solo Submetido ao Tráfego do Harvester e do Forwarder na Colheita de Madeira. **Floresta e Ambiente**. v.22, p.223–230, 2015.

MARTINS, P.C.C.; JUNIOR, M. DE S.D.; AJAYI, A.E.; TAKAHASHI, E.N.; TASSINARI, D. Soil compaction during harvest operations in five tropical soils with different textures under *Eucalyptus* forests. **Ciência e Agrotecnologia**, v.42, p.58–68, 2018.

MENDHAM, D.S.; O'CONNELL, A.M.; GROVE, T.S; RANCE, S.J. Residue management effects on soil carbon and nutrient contents and growth of second rotation eucalypts. **Forest Ecology and Management**, v.181, p.357–372, 2003.

PAES, F.; LIMA, A.; VALENTE, S.; MIGUEL, A.; LIMA, N.; EIJI, R. Impacto do manejo dos resíduos da colheita, do preparo do solo e da adubação na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37,p.1081–1090, 2013.

POGGIANI, F., SCHUMACHER, M.V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In:GONÇALVES, J. L. de M., BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), p.287-308, 2000.

REIS, M.G.F. BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N.F. & NOVAIS, R.F., eds. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG, Folha de Viçosa, p.265-302, 1990.

SANTANA, R.C; BARROS, N.F; NOVAIS, R.F, LEITE, H.G; COMERFORD, N.B. Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2723-2733, 2008, Número Especial.

SANTIAGO, F.L.S.; REZENDE, M.A. Aproveitamento de resíduos florestais de *Eucalyptus* spp na indústria de fabricação de celulose para geração de energia térmica e elétrica. **Revista Energia na Agricultura**, vol. 29, n.4, p.241-253, 2014.

SEIXAS F.; OLIVEIRA JÚNIOR E.D DE. Compactação do solo devido ao tráfego de máquinas da colheita de madeira. **Scientia Forestalis**, p.73–87, 2001.

VIDAL, ANDRÉ CARVALHO FOSTER; HORA, ANDRÉ BARROS DA. Perspectivas do setor de biomassa de madeira para a geração de energia. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 33 , p. 261-314, mar. 2011.

## CAPÍTULO 1

### MANEJO DE RESÍDUOS DA COLHEITA E SERAPILHEIRA E SEU EFEITO SOBRE RAÍZES EM PLANTIOS COMERCIAIS DE EUCALIPTO

#### RESUMO

A forma de manejar os resíduos da colheita pode influenciar a produtividade e a sustentabilidade dos plantios de eucalipto no Brasil, por afetar a disponibilidade e a aquisição dos recursos de crescimento. Nesse sentido, os efeitos proporcionados pela manutenção dos resíduos da colheita e da serapilheira sobre o sistema radicular, responsável pela absorção de água e de nutrientes, precisam ser melhor conhecidos. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência dos resíduos da colheita e serapilheira na densidade, superfície e comprimento radicular e a relação destes parâmetros com as características químicas e a densidade do solo em plantios comerciais de eucalipto. Este estudo foi realizado em uma área de plantações comerciais de eucalipto na região de Telêmaco Borba-PR-Brasil. A área foi dividida em duas partes, uma denominada Área Harvester+Forwarder (HF), enquanto a outra foi chamada de Área Feller+Skidder (FS). Os experimentos foram instalados em blocos, com quatro repetições. Em março de 2017, foi realizado o plantio manual das mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (clone I144), no espaçamento de 3,30 x 1,82 m. Na área FS, os tratamentos consistiram de: remoção completa da serapilheira (-SR) ou presença da serapilheira (+SR). Já na área HF, os tratamentos foram: remoção completa do resíduo da colheita e serapilheira (-R) ou presença do resíduo da colheita e serapilheira (+R). Aos 13 meses após o plantio, foi realizado o inventário florestal de ambas as áreas, medindo-se o diâmetro com casca a 1,3 metro de altura (*dap*) e a altura (H) de todas as árvores da parcela útil. Após a determinação do *dap* dos indivíduos, quatro árvores de *dap* médio foram selecionadas e realizou-se em cada tratamento e repetição a coleta das raízes com um trado ( $\varnothing=5,3$  cm) nas camadas 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm, em sete pontos pré-definidos na linha de plantio (30, 60 e 90 cm de distância da planta) e entrelinha de plantio (30, 70, 110 e 150 cm de distância da planta). As raízes foram removidas do solo, separadas manualmente e digitalizadas, sendo as imagens processadas para obtenção dos parâmetros morfológicos radiculares. Foi determinada a dinâmica de decomposição dos

resíduos da colheita e da serapilheira, em ambas áreas. Os dados de densidade, superfície e comprimento radicular obtidos em ambas as áreas foram testados com a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste F. Para os resultados em que não foi possível assumir as premissas de normalidade, foi utilizado o teste não paramétrico de Wilcoxon. Correlações de Pearson a 5% de significância foram utilizadas para avaliar o relacionamento entre variáveis. A manutenção de resíduo da colheita e serapilheira promove o aumento da densidade de raízes na camada 10-20 cm de profundidade e o maior comprimento e superfície das raízes médias nos primeiros 10 cm de profundidade do solo. A presença de serapilheira proporciona o aumento da densidade de raízes, da superfície e do comprimento das raízes finas nas camadas de 20-40 e 40-60 cm de profundidade e o maior comprimento e superfície das raízes médias nas camadas nas camadas de 0-10 e 40-60 cm de profundidade. Em ambas as áreas HF e FS, a densidade, a superfície e o comprimento radicular diminuem com o aumento da profundidade do solo e oitenta por cento das raízes se concentram nos primeiros 20 cm de profundidade do solo.

Palavras-chave: *Eucalyptus* spp. Crescimento radicular. Resíduos florestais.

## 1. INTRODUÇÃO

Práticas de manejo florestal como a manutenção de resíduos da colheita e da serapilheira no sítio reduzem a exportação de nutrientes favorecendo a sustentabilidade dos plantios florestais (Bellote et al., 2008; Santana et al., 2008). Além disso, essas práticas estão associadas a outros efeitos positivos como o aumento do teor de água no solo (Dedecek et al., 2007), o aumento da produtividade florestal (Laclau et al., 2013; Paes et al., 2013) e a manutenção da matéria orgânica do solo (Demolinari et al., 2017).

Um aspecto ainda pouco entendido sobre a manutenção dos resíduos da colheita está relacionado a seus impactos sobre o sistema radicular. Diversos trabalhos reportam que a manutenção dos resíduos da colheita ocasionam aumento das raízes finas em espécies florestais (Hertel et al., 2003; Witschoreck et al., 2003; Valcarcel et al., 2007; Selle et al., 2010; Behling et al., 2014). Todavia, a quantidade dos resíduos da colheita mantidos na área são variáveis, e estão relacionadas, principalmente, com o tipo de equipamento utilizado na colheita da rotação anterior. Atualmente, destacam-se dois sistemas da colheita de eucalipto: o sistema Feller+Skidder (FS), onde a árvore é integralmente removida da área, permanecendo apenas a serapilheira, e o sistema Harvester+Forwarder (HF), onde as árvores são processadas na área e o resíduo da colheita é formado por folhas, galho, casca e serapilheira (Gonçalves et al., 2008).

Além do método de colheita empregado, outros fatores relacionados a composição química dos resíduos da colheita, taxa de decomposição e liberação de nutrientes, bem como as condições físicas e químicas do solo também influenciam o crescimento e desenvolvimento das plantas e especialmente das raízes e a ciclagem de nutrientes (Gaitán et al., 2005; Selle et al., 2010; Souza et al., 2016; Ferreira et al., 2016). De modo geral, estudos relacionados com a produção de raízes e a ciclagem de nutrientes são difíceis de serem realizados em qualquer ecossistema florestal (Vitousek & Sanford, 1986). Estas limitações estão associadas as metodologias empregadas na coleta de raízes em diferentes profundidades do solo, que é um fator que dificulta a comparação entre os resultados de diferentes estudos (Gonçalves & Melo, 2000; Behling et al., 2014; McComark et al., 2015).

Informações a respeito do crescimento das raízes auxiliam na melhor compreensão da atuação destas no desenvolvimento das plantas bem como nos

ciclos de carbono (C), água e nutrientes (Teixeira et al., 2002; Freitas et al., 2008; McCormak et al., 2015). O sistema radicular das árvores pode ser dividido em raízes finas (diâmetro menor do que 2 mm), médias (diâmetro entre 2 a 5 mm) e raízes grossas (diâmetro maior do que 5 mm) (Behling et al., 2014). As raízes finas e médias são responsáveis pela absorção de água e nutrientes, enquanto as raízes grossas têm como função o suporte estrutural das árvores (Gonçalves & Melo, 2000; Behling et al., 2014). Neste sentido, o entendimento de como a manutenção dos resíduos da colheita associados às condições edáficas influenciam no crescimento das raízes é fundamental para que manejo mais sustentável seja aplicado em plantios comerciais de eucalipto.

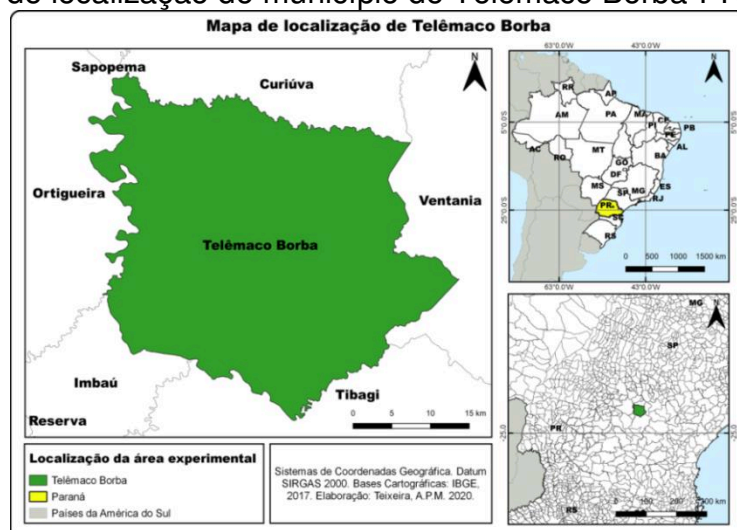
Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência dos resíduos da colheita e serapilheira na densidade, na superfície e no comprimento radicular e a relação destes parâmetros com as características químicas e a densidade do solo em plantios comerciais de eucalipto.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### *2.1. Descrição da área de estudo e instalação do experimento*

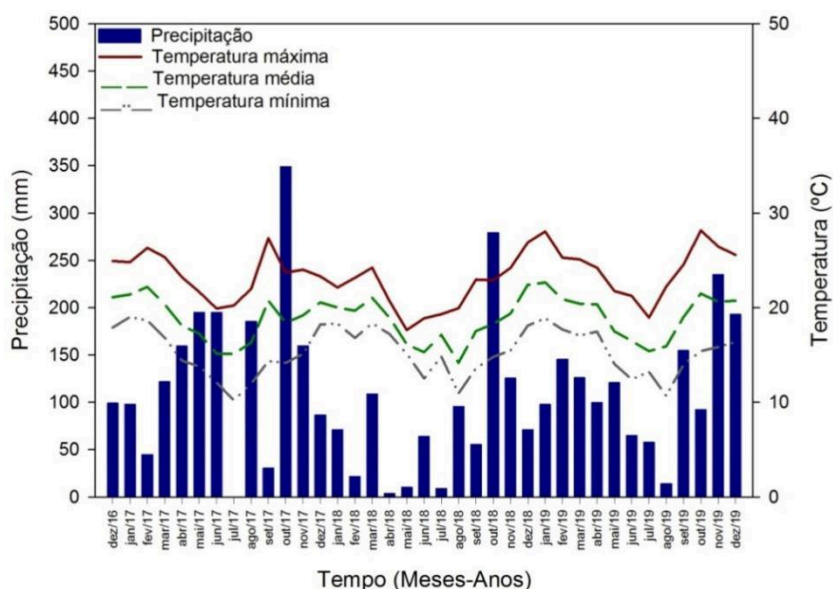
O estudo foi realizado em plantações comerciais de eucalipto localizadas na região de Telêmaco Borba, Paraná – Brasil (coordenadas geográficas 24°18'02,0"S e 50°27' 58,4"W e altitude média de 920 m) (Figura 1). O clima da região é classificado como clima oceânico, sem estação seca e com verão ameno, com temperatura média anual de 18°C e precipitação pluviométrica média de 1.600 mm (Cfb-Classificação de Köppen) (Alvares et al., 2013). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2006). A cobertura vegetal da região é classificada como floresta ombrófila mista, complementada por floresta estacional semidecidual, campos naturais e cerrado (Roderjan et al., 2002; Klabin, 2020). As informações sobre precipitações, temperaturas máximas, médias e mínimas das áreas experimentais durante o período de estudo estão apresentadas na Figura 2.

Figura 1– Mapa de localização do município de Telêmaco Borba-PR.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 2– Precipitações e temperaturas máximas, médias e mínimas para o município de Telêmaco Borba-PR no período de dezembro de 2016 a dezembro de 2019. Dados obtidos das estações meteorológicas da empresa Klabin S.A. durante a condução do estudo. As distâncias das estações meteorológicas da área experimental são de 11 e 13 km.

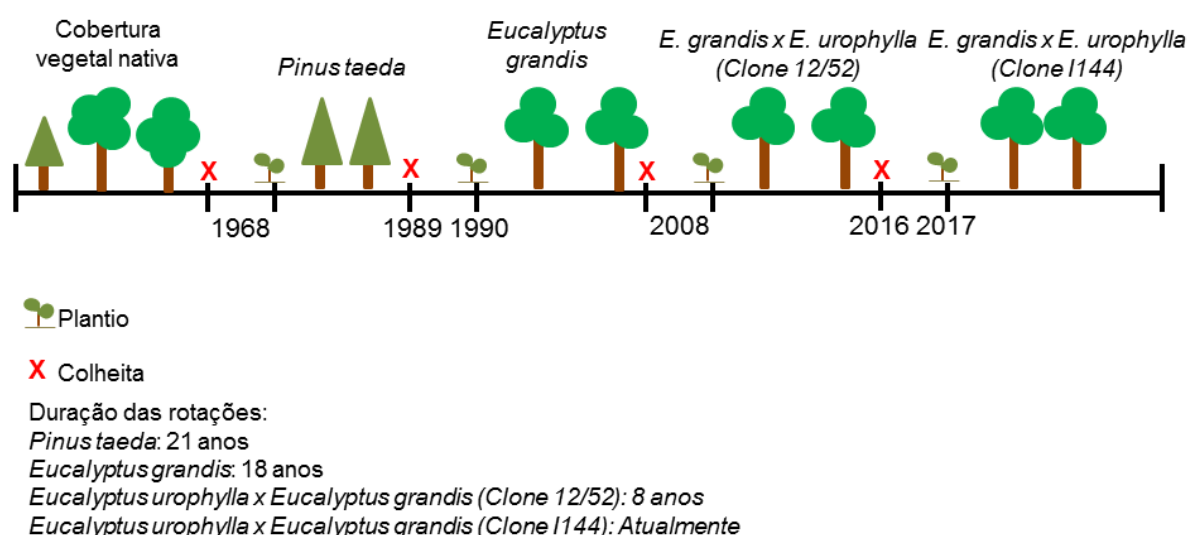


Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação ao histórico de uso da área experimental (Figura 3), em 1968 a cobertura vegetal nativa foi substituída por um plantio de *Pinus taeda* cuja colheita das árvores foi realizada em 1989. No ano de 1990, foi realizado o plantio de *Eucalyptus grandis* sendo a colheita realizada em 2008. Em 2008, foi realizado o plantio de *E. urophylla* x *E. grandis* (clone 12/52), cujo corte foi realizado no final de 2016. No momento da colheita do povoamento a área foi dividida em duas partes

sendo uma colhida com o sistema de colheita Harvester+Forwarder (Área HF) o qual processa as árvores no interior do talhão mantendo os resíduos da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e a serapilheira na área (Gonçalves et al., 2008). Enquanto na outra foi utilizado sistema de colheita com Feller+Skidder (Área FS) o qual retira as árvores inteiras (lenho e casca) e faz o processamento das mesmas nas bordas do talhão mantendo as cascas neste local (Gonçalves et al., 2008). Essas duas áreas constituíram o experimento, cujos dados foram analisados independentemente.

Figura 3– Histórico de uso da área experimental.



Fonte: Elaborado pela autora.

Em janeiro de 2017, antes da instalação do experimento, o resíduo proveniente da colheita anterior (resíduos da colheita) foi removido da área experimental com o auxílio de uma escavadeira hidráulica, de um trator de esteiras e, quando necessário, foi realizada a catação manual. No momento da limpeza, os resíduos da colheita foram depositados nas bordas das áreas experimentais para que posteriormente fossem distribuídos de acordo com os tratamentos. O preparo de solo foi realizado por meio de subsolagem até 50 cm de profundidade com subsolador de arrasto. Para o controle de formigas cortadeiras, na fase de implantação do povoamento, foi feita distribuição sistemática de iscas formicida (4 kg ha<sup>-1</sup>), e ao longo da rotação foram realizadas rondas periódicas.

Foram realizadas amostragens de solo nas áreas com o objetivo de caracterização química. As amostras foram coletadas dentro de cada parcela, nas quais quatro amostras simples foram utilizadas para constituição das amostras compostas nas camadas de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade. As amostras de solo foram secas ao ar e passadas em peneira de 2 mm (TFSA) para caracterização química (Embrapa, 2017) (Tabela 1). Foram coletadas 72 amostras de solo indeformadas por área utilizando amostradores Uhland em cilindros metálicos 0,05 x 0,05m para determinação da densidade do solo (Embrapa, 2017) (Tabela 1).

Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com quatro repetições. Para a área HF, os tratamentos consistiram de: ausência de resíduos da colheita e de serapilheira (-R) ou presença de resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e de serapilheira (+R) (Tabela 2). Para a área FS, os tratamentos consistiram de: ausência de serapilheira (-SR) ou presença de serapilheira (+SR) (Tabela 2).

As quantidades dos materiais vegetais (resíduos da colheita e serapilheira) mantidos nas áreas experimentais foram definidas por meio de amostragem, em 10 parcelas na área FS e 12 parcelas na área HF, ambas com 9 m<sup>2</sup>. As quantidades iniciais dos materiais vegetais (t ha<sup>-1</sup>) e os seus respectivos conteúdos de nutrientes (kg ha<sup>-1</sup>) no início do experimento estão descritos na Tabela 2. Os materiais vegetais que correspondem aos tratamentos +R e +SR, em ambas as áreas foram distribuídos uniformemente nas parcelas.

As quantidades de fertilizantes aplicadas foram calculadas de acordo com o software Nutreecalc ® (Barros et al., 1995) levando em consideração a produtividade obtida na rotação anterior (incremento médio anual aos 7 anos de idade (IMA7) igual a 65 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). Foi realizada a aplicação em área total de 1,5 tonelada por hectare (t ha<sup>-1</sup>) de calcário dolomítico (31% de CaO e 21% de MgO).

Em março de 2017, foi realizado o plantio manual das mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (clone I144), no espaçamento de 3,30 x 1,82 m. Cada unidade experimental possuía 100 plantas, e parcela útil composta pelas 36 plantas centrais.

Em ambas as áreas, na implantação dos experimentos, foram aplicados manualmente 250 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante NPK 04.42.06. Após 5 meses do plantio, em

agosto de 2017, foi realizada a fertilização de cobertura sendo aplicados manualmente  $250 \text{ kg ha}^{-1}$  de fertilizante NPK 10.05.30 com 0,5% de boro (B). Após 17 meses do plantio, em agosto de 2018, foram aplicados manualmente  $250 \text{ kg ha}^{-1}$  de fertilizante NPK 10.05.30 com 0,5% de boro (B) (Tabela 3).

Para avaliar a dinâmica de decomposição dos resíduos da colheita e serapilheira, em junho de 2017, foram instaladas 12 parcelas com 5,84 kg de resíduos da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira provenientes da área HF (+R); e 12 parcelas com 1,18 kg de somente serapilheira provenientes da área FS (+SR), parcelas essas com área de  $1 \text{ m}^2$  (Tabela 4). As avaliações da decomposição dos materiais vegetais foram realizadas em junho 2017, janeiro de 2018, setembro de 2018 e abril de 2019.

## 2.2. Coleta e análise das raízes

A avaliação das raízes ocorreu quando o plantio se encontrava com 13 meses de idade (abril de 2018). Nessa ocasião, foi realizado o inventário florestal de ambas as áreas (HF e FS), medindo-se o diâmetro com casca a 1,3 metro de altura (*dap*) e a altura (H) de todas as árvores da parcela útil. Após a determinação do *dap* dos indivíduos, quatro árvores de *dap* médio foram selecionadas e realizou-se em cada tratamento e repetição a coleta das raízes.

Para cada árvore, foram retiradas amostras de raízes com um trado de 5,3 cm de diâmetro, nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm, em sete pontos pré-definidos na linha de plantio (30, 60 e 90 cm de distância da planta) e na entrelinha de plantio (30, 70, 110 e 150 cm de distância da planta).

As raízes foram separadas manualmente com o auxílio de uma pinça em uma peneira (malha de 2 mm), lavadas em água corrente para retirada de solo e outras impurezas e armazenadas em álcool 30% em frascos de acrílico. Em seguida, foram lavadas e digitalizadas a uma resolução de 300 dpi e foram secas em estufa à  $65^\circ\text{C}$ , até massa constante para determinar a massa de matéria seca total (Ferreira et al., 2018).

O software Safira (Jorge & Rodrigues, 2008) foi utilizado para o processamento das imagens das raízes visando obter a superfície ( $\text{m}^2$ ) e o comprimento radicular (m). A densidade ( $\text{g dm}^{-3}$ ), a superfície ( $\text{m}^2 \text{ dm}^{-3}$ ) e o comprimento radicular ( $\text{m dm}^{-3}$ ) foram calculados dividindo-se a massa de matéria

seca das raízes (g), superfície (m<sup>2</sup>) e comprimento (m) pelo volume de solo amostrado (dm<sup>3</sup>), respectivamente. As raízes com diâmetro menor do que 2 mm foram consideradas como raízes finas enquanto as raízes com diâmetro entre 2 a 5 mm foram consideradas como raízes médias (Behling et al., 2014).

### *2.3. Análises dos materiais vegetais dos resíduos da colheita e serapilheira e ajuste das curvas de decomposição e liberação de nutrientes*

A massa de matéria fresca dos materiais vegetais presentes nas parcelas de decomposição foram pesadas e subamostras foram retiradas e pesadas em laboratório, onde foi seca em estufa de circulação forçada de ar à 65°C, até massa constante.

Os materiais vegetais presentes nas parcelas de decomposição foram moídos em moinho tipo Wiley com peneira de abertura de 1 mm e analisados quimicamente. Os teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn) e boro (B) foram determinados após digestão nitroperclórica (Sarruge & Haag, 1974) por espectrômetro de emissão ótica em plasma indutivamente acoplado (ICP OES). O teor de nitrogênio foi determinado pelo método Kjeldahl (Bataglia et al., 1983).

A partir dos dados de massa de matéria seca dos materiais vegetais das parcelas de decomposição de ambas as áreas HF e FS, ajustaram-se as curvas de decomposição e de liberação dos nutrientes em função do tempo. Para isto, o modelo exponencial de Olson (1963) foi utilizado:

$$X=X_0e^{-kt} + \varepsilon$$

Onde: X é a massa seca remanescente ou o conteúdo de determinado nutriente após um período de tempo t; X<sub>0</sub> é a massa seca inicial ou o conteúdo inicial de determinado nutriente e k é a constante de decomposição ou de liberação do nutriente. O tempo necessário para que 50% do material vegetal fosse decomposto ou nutrientes liberados foi calculado pela equação  $t_{0,5}(\text{anos}) = \ln(2)/k$ . De posse desse modelo foi então estimado a quantidade remanescente dos resíduos da colheita e da serapilheira e nutrientes liberados após 0,70 ano (Abril de 2018) e 1,70 ano (Abril de 2019) de decomposição.

#### 2.4. *Análise estatística*

Os valores de densidade, superfície e comprimento radicular, obtidos em ambas as áreas (HF e FS) foram submetidos a testes de normalidade (Teste de Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Teste de Bartlett) e, quando necessário, foram utilizadas as seguintes transformações: logarítmica e raiz quadrada dos dados. As diferenças entre os tratamentos em ambas áreas foram testadas com a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste F a 10% de significância. Para os resultados em que não foi possível assumir as premissas de normalidade, foi utilizado o teste não paramétrico de Wilcoxon a 10% de significância.

Equações de regressão foram ajustadas aos valores de densidade, superfície e comprimento radicular em função da profundidade do solo.

Correlações de Pearson a 5% de significância foram utilizadas para avaliar o relacionamento entre variáveis densidade, superfície e comprimento radicular e a caracterização química e densidade do solo. Todas as análises foram realizadas no software R versão 4.0.2 (R Core Team, 2020).

Tabela 1-Análise química e densidade do solo da área em que a colheita da rotação anterior foi realizada pelo método Harvester+Forwarder (HF) e pelo método Feller+Skidder (FS).

Área	Trat.	Prof.	MOS	pH	N	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	P-rem	S	B	Cu	Mn	Fe	Zn	Dens.
			dag kg <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O	dag kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	---	cmolc dm <sup>-3</sup>	---	mg L <sup>-1</sup>	---	mg dm <sup>-3</sup>	---	g dm <sup>-3</sup>					
HF	-R	0-10	3,85	4,34	0,14	1,05	45,50	1,03	0,32	1,33	9,35	15,10	27,15	0,52	2,71	13,75	47,30	0,42	0,99
		10-20	3,33	4,34	0,09	1,70	26,50	0,62	0,19	1,43	8,35	13,30	28,95	0,41	3,31	5,25	44,60	4,96	1,11
		20-40	2,68	4,37	0,07	1,45	3,50	0,27	0,09	1,33	7,45	11,70	29,80	0,35	3,28	3,10	33,30	3,32	1,08
		40-60	2,22	4,31	0,11	0,05	1,50	0,10	0,06	1,15	6,20	10,80	33,25	0,25	2,68	4,85	24,20	0,34	1,01
	+R	0-10	3,85	4,14	0,10	2,45	43,50	0,89	0,63	1,28	8,03	25,30	24,90	0,53	1,31	18,25	58,05	0,41	1,22
		10-20	2,38	4,20	0,07	1,50	19,50	0,20	0,18	1,45	6,60	18,30	26,08	0,39	1,40	6,43	41,48	0,29	1,34
		20-40	2,06	4,31	0,05	0,57	14,00	0,40	0,19	1,24	5,85	17,20	27,23	0,25	1,52	4,00	34,90	0,40	1,32
		40-60	1,70	4,46	0,05	0,28	5,50	0,18	0,09	1,19	5,10	13,80	27,70	0,19	1,38	4,93	26,15	0,20	1,25
FS	-SR	0-10	4,37	3,96	0,12	1,60	22,00	0,63	0,26	1,91	10,25	15,50	30,10	0,40	1,67	14,70	42,05	0,36	1,10
		10-20	3,07	4,06	0,08	0,50	7,00	0,23	0,11	1,72	8,25	11,70	32,90	0,31	2,02	3,90	39,70	0,18	1,15
		20-40	2,35	4,34	0,06	0,10	1,00	0,15	0,08	1,48	6,70	13,30	33,55	0,20	1,97	3,30	30,50	0,19	1,15
		40-60	1,96	4,39	0,05	0,05	0,50	0,16	0,07	1,14	5,65	9,10	33,75	0,14	1,65	3,90	19,30	0,12	1,09
	+SR	0-10	4,04	4,06	0,11	2,20	18,00	0,70	0,32	1,76	9,35	15,40	32,05	0,37	1,76	11,25	45,90	0,35	1,12
		10-20	3,00	4,24	0,08	1,00	9,50	0,50	0,17	1,57	7,85	14,10	32,30	0,36	1,86	3,95	35,30	0,24	1,03
		20-40	2,81	4,35	0,07	0,50	4,00	0,36	0,14	1,43	7,30	13,30	34,75	0,28	1,86	2,85	28,10	0,24	1,07
		40-60	2,09	4,34	0,06	0,50	0,50	0,20	0,08	1,29	6,15	11,10	30,75	0,18	1,70	4,00	22,00	0,16	1,05

Trat.: Tratamento: -R: ausência de resíduos da colheita e de serapilheira; +R: presença de resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e de serapilheira; -SR: ausência de serapilheira; +SR: presença de serapilheira; Prof.: Profundidade; pH em água: Relação 1:2,5; P, K, Fe, Zn, Mn, Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>: Extrator: KCl - 1 mol L<sup>-1</sup>; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> - pH 7,0; SB = Soma de Bases Trocáveis; t - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; T - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V= Índice de Saturação por Bases; m= Índice de Saturação por Alumínio; MOS (Matéria orgânica) = Carbono orgânico x 1,724 -Walkley-Black (Yeomans & Bremner, 1988); P-rem = Fósforo Remanescente; S: Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B - Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983); Densidade do solo (g dm<sup>-3</sup>).

Tabela 2-Quantidades iniciais dos materiais vegetais ( $t\ ha^{-1}$ ) e respectivos conteúdos de nutrientes ( $kg\ ha^{-1}$ ) no início do experimento nas áreas Harvester+Forwarder (HF) e Feller+Skidder (FS).

Área	Trat.	Quantidade inicial	Conteúdo ( $kg\ ha^{-1}$ )										
		( $t\ ha^{-1}$ )	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
FS	+SR	6,6200	43,1128	1,5557	2,7473	26,1987	5,9249	2,7804	0,0791	70,9477	0,0859	1,6688	0,061
HF	+R	46,9115	238,696	11,6927	57,2619	422,045	51,0989	15,8411	0,211	64,7224	0,3053	10,2641	0,5061

Trat.: +SR: presença de serapilheira; +R: presença de resíduo da colheita (folha galho, casca e ponteira) e serapilheira.

Tabela 3-Quantidades de fertilizantes aplicados nas áreas experimentais ( $kg\ ha^{-1}$ ).

Fertilizações	Data	Formulação NPK	Dose ( $kg\ ha^{-1}$ )	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	B
Implantação	mar/17	04.42.06	250,00	10,00	105,00	15,00	0,00
Cobertura	ago/17	10.05.30 + 0,5% de Boro	250,00	25,00	12,50	75,00	1,25
Manutenção	ago/18	10.05.30 + 0,5% de Boro	250,00	25,00	12,50	75,00	1,25

Tabela 4—Quantidades iniciais dos materiais vegetais das parcelas do experimento de decomposição ( $\text{kg m}^{-2}$ ) e respectivos conteúdos de nutrientes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) nas áreas Harvester+Forwarder (HF) e Feller+Skidder (FS).

Área	Trat.	Quantidade	Conteúdo ( $\text{kg ha}^{-1}$ )										
		inicial ( $\text{kg m}^{-2}$ )	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
FS	+SR	1,1842	33,702	1,8333	14,129	66,024	12,698	1,9356	0,0555	1,6881	0,0464	2,7922	0,0937
HF	+R	5,8371	243,74	19,434	173,59	574,31	92,989	11,191	0,2107	3,4097	0,1953	17,905	0,5692

Trat.: +SR: presença de serapilheira; +R: presença de resíduo da colheita (folha galho, casca e ponteira) e serapilheira.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Área Harvester+Forwarder (HF)

##### 3.1.1 Densidade, superfície e comprimento radicular

A densidade radicular na linha e entrelinha de plantio (Tabela 5) não foi afetada ( $p>0,1$ ) pela presença de resíduo da colheita e serapilheira (+R). Por outro lado, para a área total (linha + entrelinha) a presença de resíduo da colheita e serapilheira proporcionou maior densidade radicular na camada de 10-20 cm de profundidade ( $p<0,1$ ) quando comparada com a ausência de resíduo da colheita e serapilheira (Tabela 8). Aproximadamente 80% das raízes estão concentradas nos primeiros 20 cm de profundidade do solo (Tabelas 5 e 8).

Para as raízes finas, observou-se que a superfície ( $m^2 dm^{-3}$ ) (Tabela 6) e o comprimento radicular ( $m dm^{-3}$ ) (Tabela 7) têm o mesmo padrão de comportamento. Na linha de plantio, os tratamentos não diferiram entre si ( $p>0,1$ ) (Tabelas 6 e 7). No entanto, para os valores encontrados na entrelinha de plantio e na área total (Tabela 8) foi verificado que a ausência dos resíduos da colheita e serapilheira (-R) proporcionou maior superfície e comprimento radicular na camada de 0-10 cm de profundidade quando comparado ao tratamento envolvendo a presença de resíduo da colheita e serapilheira (+R) ( $p<0,1$ ) (Tabelas 6, 7 e 8). Aproximadamente 70% da superfície e comprimento das raízes finas encontravam-se na camada de 0-10 cm de profundidade do solo (Tabelas 6, 7 e 8).

Em relação as raízes médias, a presença de resíduo da colheita e serapilheira proporcionou maior superfície ( $m^2 dm^{-3}$ ) e comprimento ( $m dm^{-3}$ ) radicular na linha de plantio, nas camadas 0-10 e 10-20 cm de profundidade ( $p<0,1$ ). Resultado semelhante foi verificado para superfície ( $m^2 dm^{-3}$ ) e comprimento ( $m dm^{-3}$ ) radicular para a área total (linha+entrelinha) na camada 10-20 cm de profundidade ( $p<0,1$ ) (Tabela 11). Aproximadamente 80% da superfície e comprimento das raízes médias encontravam-se nos primeiros 20 cm de profundidade do solo (Tabelas 9, 10 e 11).

A densidade, a superfície e o comprimento radicular ao aplicar os tratamentos com ausência (-R) ou presença de resíduos da colheita e serapilheira (+R), decresceram com o aumento da profundidade (Figuras 4, 5, 6, 7 e 8). De modo geral, as menores taxas de decréscimo são observadas na presença de resíduo da colheita e serapilheira (+R).

Tabela 5– Valores médios de densidade de raízes ( $\text{g dm}^{-3}$ ) em diferentes distâncias da base da árvore (na linha e entrelinha de plantio) em função da profundidade 13 meses após o plantio para o tratamento com ausência de resíduo da colheita e serapilheira (-R) e com presença de resíduo da colheita e serapilheira (+R) na área onde foi adotado o sistema de colheita Harvester+Forwarder (HF).

Densidade radicular ( $\text{g dm}^{-3}$ )													
Trat.	Posição	Prof.	Distância				Média	%	p-valor				
			30 cm		60 cm					90 cm			
	Linha	0-10	0,5077	( $\pm 0,0432$ )	0,1955	( $\pm 0,0362$ )	0,2094	( $\pm 0,0250$ )	0,3042	58,32	<b>0,1681</b>		
		10-20	0,1803	( $\pm 0,0560$ )	0,1217	( $\pm 0,0633$ )	0,1062	( $\pm 0,0123$ )	0,1361	26,09	<b>0,2374</b>		
		20-40	0,0530	( $\pm 0,0132$ )	0,0593	( $\pm 0,0219$ )	0,0346	( $\pm 0,0087$ )	0,0490	9,39	<b>0,6916</b>		
		40-60	0,0356	( $\pm 0,0101$ )	0,0340	( $\pm 0,0100$ )	0,0274	( $\pm 0,0124$ )	0,0323	6,20	<b>0,1965</b>		
		Total							0,5216	100,00			
-R	Entrelinha	0-10	0,3576	( $\pm 0,0330$ )	0,2456	( $\pm 0,0619$ )	0,2002	( $\pm 0,0471$ )	0,2736	( $\pm 0,0678$ )	0,2692	56,75	<b>0,1275</b>
		10-20	0,1731	( $\pm 0,0663$ )	0,1601	( $\pm 0,0639$ )	0,0910	( $\pm 0,0211$ )	0,0772	( $\pm 0,0402$ )	0,1254	26,42	<b>0,1404</b>
		20-40	0,0424	( $\pm 0,0101$ )	0,0479	( $\pm 0,0145$ )	0,0284	( $\pm 0,0133$ )	0,1065	( $\pm 0,0825$ )	0,0563	11,86	<b>0,2729</b>
		40-60	0,0433	( $\pm 0,0224$ )	0,0177	( $\pm 0,0017$ )	0,0097	( $\pm 0,0050$ )	0,0236	( $\pm 0,0039$ )	0,0236	4,97	<b>0,9940</b>
		Total									0,4745	100,00	
	Linha	0-10	0,4132	( $\pm 0,0436$ )	0,3411	( $\pm 0,0828$ )	0,4067	( $\pm 0,0388$ )	0,3870	56,93	<b>0,1681</b>		
		10-20	0,1895	( $\pm 0,0522$ )	0,1474	( $\pm 0,0520$ )	0,3099	( $\pm 0,1628$ )	0,2156	31,72	<b>0,2374</b>		
		20-40	0,1128	( $\pm 0,0527$ )	0,0386	( $\pm 0,0138$ )	0,0221	( $\pm 0,0047$ )	0,0578	8,51	<b>0,6916</b>		
		40-60	0,0321	( $\pm 0,0187$ )	0,0091	( $\pm 0,0036$ )	0,0167	( $\pm 0,0040$ )	0,0193	2,84	<b>0,1965</b>		
		Total							0,6797	100,00			
+R	Entrelinha	0-10	0,2896	( $\pm 0,0632$ )	0,1725	( $\pm 0,0143$ )	0,1685	( $\pm 0,0571$ )	0,2105	( $\pm 0,0293$ )	0,2103	37,48	<b>0,1275</b>
		10-20	0,2206	( $\pm 0,0448$ )	0,2720	( $\pm 0,0916$ )	0,1121	( $\pm 0,0798$ )	0,2732	( $\pm 0,2125$ )	0,2195	39,12	<b>0,1404</b>
		20-40	0,2977	( $\pm 0,1130$ )	0,0758	( $\pm 0,0305$ )	0,0375	( $\pm 0,0144$ )	0,0202	( $\pm 0,0113$ )	0,1078	19,21	<b>0,2729</b>
		40-60	0,0146	( $\pm 0,0038$ )	0,0259	( $\pm 0,0206$ )	0,0245	( $\pm 0,0126$ )	0,0292	( $\pm 0,0124$ )	0,0235	4,19	<b>0,9940</b>
		Total									0,5611	100,00	

Trat.: Tratamento; Prof.: Profundidade; %: Percentual de raízes por profundidade; Valores em negrito indicam igualdade entre os tratamentos pelo teste F ( $p > 0,1$ ); Valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão entre as amostras.

Tabela 6- Valores médios de superfície de raízes finas (<2mm Ø ; m<sup>2</sup> dm<sup>-3</sup>) em diferentes distâncias da base da árvore (na linha e entrelinha de plantio) em função da profundidade 13 meses após o plantio para o tratamento com ausência de resíduo da colheita e serapilheira (-R) e com presença de resíduo da colheita e serapilheira (+R) na área onde foi adotado o sistema de colheita Harvester+Forwarder (HF).

Superfície de raízes finas - <2mm Ø (m <sup>2</sup> dm <sup>-3</sup> )																	
Trat.	Posição	Prof.	Distância						Média	%	p-valor						
			30 cm		60 cm		90 cm										
	Linha	0-10	0,0554	(±0,0133)	0,0237	(±0,0064)	0,0257	(±0,0038)	0,0349	72,27	<b>0,9619</b>						
		10-20	0,0113	(±0,0040)	0,0075	(±0,0024)	0,0079	(±0,0014)	0,0089	18,47	<b>0,9184</b>						
		20-40	0,0032	(±0,0008)	0,0041	(±0,0015)	0,0017	(±0,0005)	0,0030	6,18	<b>0,2902</b>						
		40-60	0,0017	(±0,0004)	0,0012	(±0,0001)	0,0016	(±0,0006)	0,0015	3,08	<b>0,9557</b>						
	Total								0,0483	100,00							
-R	Entrelinha	Prof.	Distância						Média	%	p-valor						
			30 cm		70 cm		110 cm					150 cm					
			0-10	0,0464	(±0,0063)	0,0298	(±0,0074)	0,0216				(±0,0052)	0,0251	(±0,0072)	0,0307	75,13	0,0163
			10-20	0,0113	(±0,0025)	0,0078	(±0,0029)	0,0062				(±0,0013)	0,0041	(±0,0014)	0,0073	17,94	<b>0,3023</b>
	20-40	0,0020	(±0,0004)	0,0018	(±0,0004)	0,0017	(±0,0006)	0,0011	(±0,0001)	0,0016	4,03	<b>0,7694</b>					
40-60	0,0023	(±0,0009)	0,0010	(±0,0002)	0,0007	(±0,0002)	0,0008	(±0,0001)	0,0012	2,90	<b>0,4505</b>						
Total								0,0409	100,00								
+R	Linha	Prof.	Distância						Média	%	p-valor						
			30 cm		60 cm		90 cm										
			0-10	0,0428	(±0,0064)	0,0268	(±0,0057)	0,0293				(±0,0038)	0,0330	71,97	<b>0,9619</b>		
			10-20	0,0115	(±0,0033)	0,0087	(±0,0024)	0,0074				(±0,0047)	0,0092	20,08	<b>0,9184</b>		
	20-40	0,0027	(±0,0006)	0,0019	(±0,0005)	0,0019	(±0,0004)	0,0021	4,66	<b>0,2902</b>							
40-60	0,0023	(±0,0009)	0,0008	(±0,0003)	0,0014	(±0,0004)	0,0015	3,29	<b>0,9557</b>								
Total								0,0458	100,00								
	Entrelinha	Prof.	Distância						Média	%	p-valor						
			30 cm		70 cm		110 cm					150 cm					
			0-10	0,0336	(±0,0100)	0,0111	(±0,0014)	0,0147				(±0,0053)	0,0125	(±0,0031)	0,0180	67,04	0,0163
			10-20	0,0154	(±0,0032)	0,0035	(±0,0005)	0,0031				(±0,0005)	0,0021	(±0,0011)	0,0060	22,46	<b>0,3023</b>
	20-40	0,0037	(±0,0015)	0,0010	(±0,0005)	0,0017	(±0,0008)	0,0010	(±0,0004)	0,0019	6,91	<b>0,7694</b>					
40-60	0,0010	(±0,0002)	0,0005	(±0,0001)	0,0014	(±0,0006)	0,0009	(±0,0003)	0,0010	3,59	<b>0,4505</b>						
Total								0,0268	100,00								

Trat.: Tratamento; Prof.: Profundidade; %: Percentual de raízes por profundidade; Valores em negrito indicam igualdade entre os tratamentos pelo teste F (p>0,1); Valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão entre as amostras.

Tabela 7- Valores médios de comprimento de raízes finas (<2mm Ø ; m dm<sup>-3</sup>) em diferentes distâncias da base da árvore (na linha e entrelinha de plantio) em função da profundidade 13 meses após o plantio para o tratamento com ausência de resíduo da colheita e serapilheira (-R) e com presença de resíduo da colheita e serapilheira (+R) na área onde foi adotado o sistema de colheita Harvester+Forwarder (HF).

Comprimento de raízes finas - <2mm Ø (m dm <sup>-3</sup> )													
Trat.	Posição	Prof.	Distância				Média	%	p-valor				
			30 cm		60 cm					90 cm			
	Linha	0-10	43,1044	(±10,9842)	19,0213	(±5,5629)	19,4112	(±3,4751)	27,1790	76,10	<b>0,7316</b>		
		10-20	7,4872	(±2,8375)	4,7710	(±1,4712)	5,3565	(±1,0428)	5,8716	16,44	<b>0,9993</b>		
		20-40	1,8701	(±0,4105)	2,6785	(±1,1213)	1,0719	(±0,2952)	1,8735	5,25	<b>0,2309</b>		
		40-60	0,9473	(±0,1913)	0,5933	(±0,0921)	0,8257	(±0,3335)	0,7887	2,21	<b>0,8975</b>		
	Total								35,7128	100,00			
-R			Distância										
		Prof.	30 cm		70 cm		110 cm		150 cm		Média	%	p-valor
	Entrelinha	0-10	34,9296	(±4,7056)	21,8961	(±5,5076)	15,2091	(±4,2561)	17,5375	(±5,1834)	22,3931	78,99	0,0123
		10-20	7,5482	(±1,5081)	4,3003	(±1,5493)	3,7032	(±1,1554)	2,1301	(±0,7693)	4,4205	15,59	<b>0,2318</b>
		20-40	1,1420	(±0,3242)	0,8966	(±0,2508)	0,8658	(±0,2292)	0,6105	(±0,1024)	0,8787	3,10	<b>0,3271</b>
		40-60	1,2916	(±0,5656)	0,5423	(±0,0891)	0,4225	(±0,1427)	0,3697	(±0,0825)	0,6565	2,32	<b>0,4669</b>
										28,3488	100,00		
	Linha	0-10	34,8713	(±6,0003)	19,3920	(±4,0476)	20,5881	(±2,4577)	24,9504	75,90	<b>0,7316</b>		
		10-20	7,1072	(±2,0006)	5,9482	(±1,6780)	4,5548	(±3,1361)	5,8700	17,86	<b>0,9993</b>		
		20-40	1,6052	(±0,3334)	1,0864	(±0,3204)	1,0715	(±0,2504)	1,2544	3,82	<b>0,2309</b>		
		40-60	1,1692	(±0,4409)	0,4994	(±0,1565)	0,7237	(±0,2382)	0,7974	2,43	<b>0,8975</b>		
	Total								32,8722	100,00			
+R			Distância										
		Prof.	30 cm		70 cm		110 cm		150 cm		Média	%	p-valor
	Entrelinha	0-10	24,5446	(±7,3037)	6,8871	(±1,0769)	9,3726	(±3,1543)	8,0796	(±2,1114)	12,2210	71,43	0,0123
		10-20	9,4247	(±2,1591)	1,8224	(±0,2407)	1,4624	(±0,2133)	0,9006	(±0,4504)	3,4025	19,89	<b>0,2318</b>
		20-40	2,1508	(±0,8239)	0,4650	(±0,1867)	0,7881	(±0,4157)	0,5009	(±0,1925)	0,9762	5,71	<b>0,3271</b>
		40-60	0,5615	(±0,1304)	0,3039	(±0,0754)	0,7074	(±0,3129)	0,4609	(±0,1354)	0,5084	2,97	<b>0,4669</b>
										17,1082	100,00		

Trat.: Tratamento; Prof.: Profundidade; %: Percentual de raízes por profundidade; Valores em negrito indicam igualdade entre os tratamentos pelo teste F (p>0,1). Valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão entre as amostras.

Tabela 8- Valores médios de densidade radicular ( $\text{g dm}^{-3}$ ), superfície de raízes finas ( $<2\text{mm } \emptyset$ ;  $\text{m}^2 \text{dm}^{-3}$ ) e comprimento de raízes finas ( $<2\text{mm } \emptyset$ ;  $\text{m dm}^{-3}$ ) em área total em função da profundidade 13 meses após o plantio para o tratamento com ausência de resíduo da colheita e serapilheira (-R) e com presença de resíduo da colheita e serapilheira (+R) na área onde foi adotado o sistema de colheita Harvester+Forwarder (HF).

Trat.	Posição	Prof.	Total		%	p-valor
Densidade radicular ( $\text{g dm}^{-3}$ )						
-R	Linha + entrelinha	0-10	0,2842	( $\pm 0,0678$ )	57,46	<b>0,9604</b>
		10-20	0,1299	( $\pm 0,0486$ )	26,27	0,0528
		20-40	0,0531	( $\pm 0,0322$ )	10,74	<b>0,2347</b>
		40-60	0,0273	( $\pm 0,0114$ )	5,53	<b>0,3725</b>
		Total	0,4947		100,00	
+R	Linha + entrelinha	0-10	0,2860	( $\pm 0,0672$ )	46,74	<b>0,9604</b>
		10-20	0,2178	( $\pm 0,1077$ )	35,59	0,0528
		20-40	0,0864	( $\pm 0,0637$ )	14,12	<b>0,2347</b>
		40-60	0,0217	( $\pm 0,0119$ )	3,55	<b>0,3725</b>
		Total	0,6119		100,00	
Superfície de raízes finas - $<2\text{mm } \emptyset$ ( $\text{m}^2 \text{dm}^{-3}$ )						
-R	Linha + entrelinha	0-10	0,0325	( $\pm 0,0064$ )	73,79	0,0679
		10-20	0,0080	( $\pm 0,0018$ )	18,19	<b>0,3708</b>
		20-40	0,0022	( $\pm 0,0006$ )	5,04	<b>0,3702</b>
		40-60	0,0013	( $\pm 0,0003$ )	2,99	<b>0,5637</b>
		Total	0,0441		100,00	
+R	Linha + entrelinha	0-10	0,0244	( $\pm 0,0054$ )	69,81	0,0679
		10-20	0,0074	( $\pm 0,0023$ )	21,12	<b>0,3708</b>
		20-40	0,0020	( $\pm 0,0006$ )	5,64	<b>0,3702</b>
		40-60	0,0012	( $\pm 0,0004$ )	3,42	<b>0,5637</b>
		Total	0,0349		100,00	
Comprimento de raízes finas - $<2\text{mm } \emptyset$ ( $\text{m dm}^{-3}$ )						
-R	Linha + entrelinha	0-10	24,4442	( $\pm 5,1564$ )	77,59	0,0538
		10-20	5,0424	( $\pm 1,1939$ )	16,01	<b>0,2815</b>
		20-40	1,3051	( $\pm 0,3935$ )	4,14	<b>0,2978</b>
		40-60	0,7132	( $\pm 0,2010$ )	2,26	<b>0,5568</b>
		Total	31,5048		100,00	
+R	Linha + entrelinha	0-10	17,6765	( $\pm 4,3328$ )	74,07	0,0538
		10-20	4,4600	( $\pm 1,3509$ )	18,69	<b>0,2815</b>
		20-40	1,0954	( $\pm 0,8100$ )	4,59	<b>0,2978</b>
		40-60	0,6323	( $\pm 0,9004$ )	2,65	<b>0,5568</b>
		Total	23,8642		100,00	

Trat.: Tratamento; Prof.: Profundidade; %: Percentual de raízes por profundidade; Valores em negrito indicam igualdade entre os tratamentos pelo teste F ( $p > 0,1$ ); Valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão entre as amostras.

Tabela 9- Valores médios de superfície de raízes médias (2 a 5 mm Ø ; m<sup>2</sup> dm<sup>-3</sup>) em diferentes distâncias da base da árvore (na linha e entrelinha de plantio) em função da profundidade 13 meses após o plantio para o tratamento com ausência de resíduo da colheita e serapilheira (-R) e com presença de resíduo da colheita e serapilheira (+R) na área onde foi adotado o sistema de colheita Harvester+Forwarder (HF).

Superfície de raízes médias - 2 a 5 mm Ø (m <sup>2</sup> dm <sup>-3</sup> )													
Trat.	Posição	Prof.	Distância						Média	%	p-valor		
			30 cm		60 cm		90 cm						
	Linha	0-10	0,000191	(±0,000073)	0,000064	(±0,000030)	0,000430	(±0,0003778)	0,000229	39,74	0,0208		
		10-20	0,000401	(±0,000186)	0,000357	(±0,000357)	0,000000	(0,000000)	0,000253	43,91	0,0835		
		20-40	0,000046	(±0,000032)	0,000059	(±0,000059)	0,000029	(±0,000011)	0,000044	7,72	<b>0,8809</b>		
		40-60	0,000017	(±0,000014)	0,000126	(±0,000066)	0,000006	(±0,000006)	0,000050	8,63	<b>0,1217</b>		
		Total							0,000575	100,00			
-R			Distância						Média	%	p-valor		
	Prof.	30 cm	70 cm		110 cm		150 cm						
	Entrelinha	0-10	0,000171	(±0,000073)	0,000373	(±0,000322)	0,000453	(±0,000170)	0,000971	(±0,000517)	0,000492	59,43	<b>0,3956</b>
		10-20	0,000220	(±0,000183)	0,000555	(±0,000432)	0,000079	(±0,000048)	0,000138	(±0,000101)	0,000248	29,98	<b>0,3428</b>
		20-40	0,000040	(±0,000024)	0,000037	(±0,000025)	0,000015	(±0,000015)	0,000156	(±0,000156)	0,000062	7,47	<b>0,4745</b>
		40-60	0,000036	(±0,000022)	0,000017	(±0,000017)	0,000016	(±0,000016)	0,000034	(±0,000024)	0,000026	3,13	<b>0,8725</b>
		Total							0,000827	100,00			
	Linha	0-10	0,000300	(±0,000120)	0,000707	(±0,000397)	0,001116	(±0,000345)	0,000708	41,38	0,0208		
		10-20	0,000571	(±0,000228)	0,001132	(±0,000621)	0,000148	(±0,000081)	0,000617	36,06	0,0835		
		20-40	0,000204	(±0,000199)	0,000856	(±0,000654)	0,000000	(0,000000)	0,000353	20,65	<b>0,8809</b>		
		40-60	0,000098	(±0,000093)	0,000000	0,000000	0,000000	(0,000000)	0,000033	1,91	<b>0,1217</b>		
		Total							0,001711	100,00			
+R			Distância						Média	%	p-valor		
	Prof.	30 cm	70 cm		110 cm		150 cm						
	Entrelinha	0-10	0,000130	(±0,000077)	0,000244	(±0,000174)	0,000639	(±0,000347)	0,000205	(±0,000070)	0,000305	26,42	<b>0,3956</b>
		10-20	0,000679	(±0,000419)	0,000805	(±0,000479)	0,000635	(±0,000635)	0,000270	(±0,000136)	0,000597	51,82	<b>0,3428</b>
		20-40	0,000167	(±0,000065)	0,000164	(±0,000159)	0,000104	(±0,000084)	0,000000	0,000000	0,000109	9,45	<b>0,4745</b>
		40-60	0,000030	(±0,000030)	0,000159	(±0,00015)	0,000000	(0,000000)	0,000379	(±0,000221)	0,000142	12,32	<b>0,8725</b>
		Total							0,001153	100,00			

Trat.: Tratamento; Prof.: Profundidade; %: Percentual de raízes por profundidade; Valores em negrito indicam igualdade entre os tratamentos pelo teste de Wilcoxon (p>0,1). Valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão entre as amostras.

Tabela 10- Valores médios de comprimento de raízes médias (2 a 5 mm Ø ; m dm<sup>-3</sup>) em diferentes distâncias da base da árvore (na linha e entrelinha de plantio) em função da profundidade 13 meses após o plantio para o tratamento com ausência de resíduo da colheita e serapilheira (-R) e com presença de resíduo da colheita e serapilheira (+R) na área onde foi adotado o sistema de colheita Harvester+Forwarder (HF).

Comprimento de raízes médias - 2 a 5 mm Ø (m dm <sup>-3</sup> )													
Trat.	Posição	Prof.	Distância						Média	%	p-valor		
			30 cm		60 cm		90 cm						
-R	Linha	0-10	0,0292	(±0,0113)	0,0098	(±0,0045)	0,0503	(±0,0422)	0,0298	37,23	0,0152		
		10-20	0,0583	(±0,0270)	0,0523	(±0,0523)	0,0000	(0,0000)	0,0369	46,09	0,0835		
		20-40	0,0070	(±0,0048)	0,0084	(±0,0084)	0,0038	(±0,0015)	0,0064	8,01	<b>0,8809</b>		
		40-60	0,0027	(±0,0022)	0,0173	(±0,0090)	0,0009	(±0,0009)	0,0069	8,68	<b>0,1217</b>		
	Total								0,0800	100,00			
-R	Entrelinha	Prof.,	30 cm		70 cm		110 cm		150 cm		Média	%	p-valor
		0-10	0,0254	(±0,0106)	0,0544	(±0,0467)	0,0675	(±0,0254)	0,1376	(±0,0719)	0,0712	59,75	<b>0,3356</b>
		10-20	0,0331	(±0,0274)	0,0803	(±0,0619)	0,0115	(±0,0068)	0,0192	(±0,0137)	0,0360	30,20	<b>0,3837</b>
		20-40	0,0058	(±0,0035)	0,0057	(±0,0039)	0,0022	(±0,0022)	0,0188	(±0,0188)	0,0081	6,81	<b>0,4745</b>
	40-60	0,0055	(±0,0033)	0,0025	(±0,0025)	0,0024	(±0,0024)	0,0051	(±0,0035)	0,0039	3,24	<b>0,8725</b>	
Total										0,1192	100,00		
+R	Linha	Prof.	30 cm		60 cm		90 cm		Média	%	p-valor		
		0-10	0,0461	(±0,0198)	0,1050	(±0,0585)	0,1529	(±0,0462)	0,1013	43,63	0,0152		
		10-20	0,0827	(±0,0327)	0,1496	(±0,0827)	0,0195	(±0,0109)	0,0839	36,15	0,0835		
		20-40	0,0246	(±0,0239)	0,1019	(±0,0726)	0,0000	(0,0000)	0,0422	18,16	<b>0,8809</b>		
	40-60	0,0144	(±0,0136)	0,0000	0,0000	0,0000	(0,0000)	0,0048	2,06	<b>0,1217</b>			
Total								0,2322	100,00				
+R	Entrelinha	Prof.	30 cm		70 cm		110 cm		150 cm		Média	%	p-valor
		0-10	0,0180	(±0,0106)	0,0372	(±0,0263)	0,0930	(±0,0503)	0,0313	(±0,0107)	0,0449	29,21	<b>0,3356</b>
		10-20	0,0936	(±0,0553)	0,0960	(±0,0542)	0,0749	(±0,0749)	0,0384	(±0,0206)	0,0757	49,27	<b>0,3837</b>
		20-40	0,0220	(±0,0098)	0,0214	(±0,0206)	0,0155	(±0,0124)	0,0000	(0,0000)	0,0147	9,58	<b>0,4745</b>
	40-60	0,0043	(±0,0043)	0,0228	(±0,0228)	0,0000	(0,0000)	0,0463	(±0,0269)	0,0183	11,93	<b>0,8725</b>	
Total										0,1536	100,00		

Trat.: Tratamento; Prof.: Profundidade; %: Percentual de raízes por profundidade; Valores em negrito indicam igualdade entre os tratamentos pelo teste de Wilcoxon (p>0,1); Valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão entre as amostras.

Tabela 11- Valores médios de superfície de raízes médias (2 a 5 mm Ø; m<sup>2</sup> dm<sup>-3</sup>) e comprimento de raízes médias (2 a 5 mm Ø; m dm<sup>-3</sup>) em área total em função da profundidade 13 meses após o plantio para o tratamento com ausência de resíduo da colheita e serapilheira (-R) e com presença de resíduo da colheita e serapilheira (+R) na área onde foi adotado o sistema de colheita Harvester+Forwarder (HF).

Trat.	Posição	Prof.	Total		%	p-valor
Superfície de raízes médias - 2 a 5 mm Ø (m <sup>2</sup> dm <sup>-3</sup> )						
-R	Linha + entrelinha	0-10	0,000379	(±0,000202)	52,68	<b>0,3802</b>
		10-20	0,000250	(±0,000162)	34,75	0,0560
		20-40	0,000054	(±0,000044)	7,55	<b>0,6701</b>
		40-60	0,000036	(±0,000023)	5,01	<b>0,2319</b>
		Total	0,000719		100,00	
+R	Linha + entrelinha	0-10	0,000477	(±0,000198)	34,30	<b>0,3802</b>
		10-20	0,000606	(±0,000287)	43,52	0,0560
		20-40	0,000214	(±0,000194)	15,35	<b>0,6701</b>
		40-60	0,000095	(±0,000082)	6,84	<b>0,2319</b>
		Total	0,001392		100,00	
Comprimento de raízes médias - 2 a 5 mm Ø (m dm <sup>-3</sup> )						
-R	Linha + entrelinha	0-10	0,0535	(±0,0274)	52,21	<b>0,3892</b>
		10-20	0,0364	(±0,0235)	35,52	0,0629
		20-40	0,0074	(±0,0055)	7,21	<b>0,6575</b>
		40-60	0,0052	(±0,0032)	5,06	<b>0,2319</b>
		Total	0,1024		100,00	
+R	Linha + entrelinha	0-10	0,0691	(±0,0281)	36,87	<b>0,3892</b>
		10-20	0,0792	(±0,0362)	42,30	0,0629
		20-40	0,0265	(±0,0223)	14,14	<b>0,6575</b>
		40-60	0,0125	(±0,0106)	6,69	<b>0,2319</b>
		Total	0,1873		100,00	

Trat.: Tratamento; Prof.: Profundidade; %: Percentual de raízes por profundidade; Valores em negrito indicam igualdade entre os tratamentos pelo teste de Wilcoxon ( $p > 0,1$ ); Valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão entre as amostras.

Figura 4– Densidade de raízes ( $\text{g dm}^{-3}$ ) com ausência de resíduo da colheita e serapilheira (-R) e com presença de resíduo da colheita e serapilheira (+R) em diferentes distâncias da árvore na linha (a e b) e entrelinha (c e d) de plantio e a densidade total de raízes (linha + entrelinha - e) em função da profundidade na área onde foi adotado o sistema de colheita Harvester+Forwarder (HF).

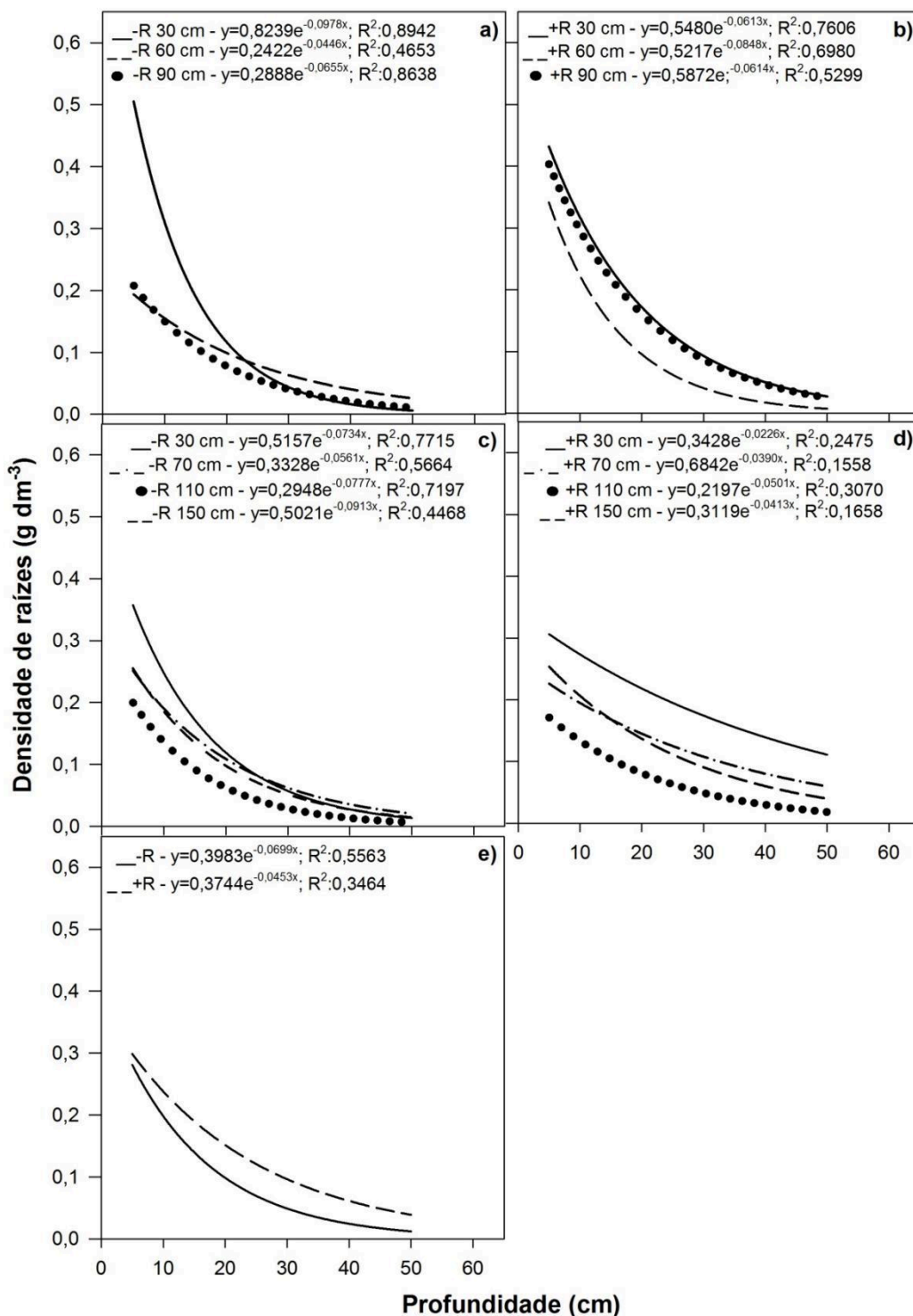


Figura 5– Superfície de raízes finas ( $\text{m}^2 \text{dm}^{-3}$ ) com ausência de resíduo da colheita e serapilheira (-R) e com presença de resíduo da colheita e serapilheira (+R) em diferentes distâncias da árvore na linha (a e b) e entrelinha (c e d) de plantio e o total de superfícies de raízes finas (linha + entrelinha - e) em função da profundidade na área onde foi adotado o sistema de colheita Harvester+Forwarder (HF).

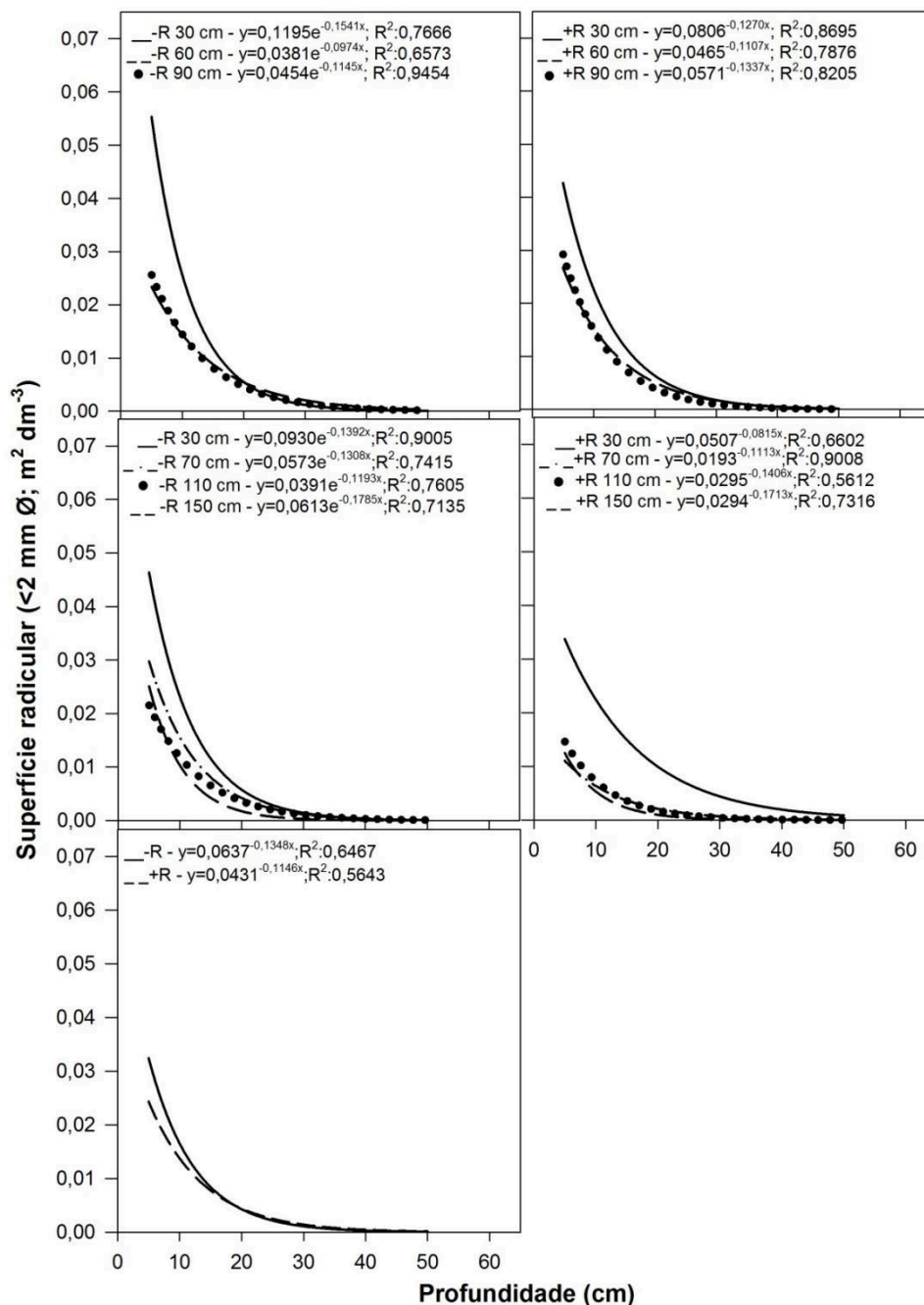


Figura 6– Comprimento de raízes finas ( $\text{m dm}^{-3}$ ) com ausência de resíduo da colheita e serapilheira (-R) e com presença de resíduo da colheita e serapilheira (+R) em diferentes distâncias da árvore na linha (a e b) e entrelinha (c e d) de plantio e o total de comprimento de raízes finas (linha + entrelinha - e) em função da profundidade na área onde foi adotado o sistema de colheita Harvester+Forwarder (HF).

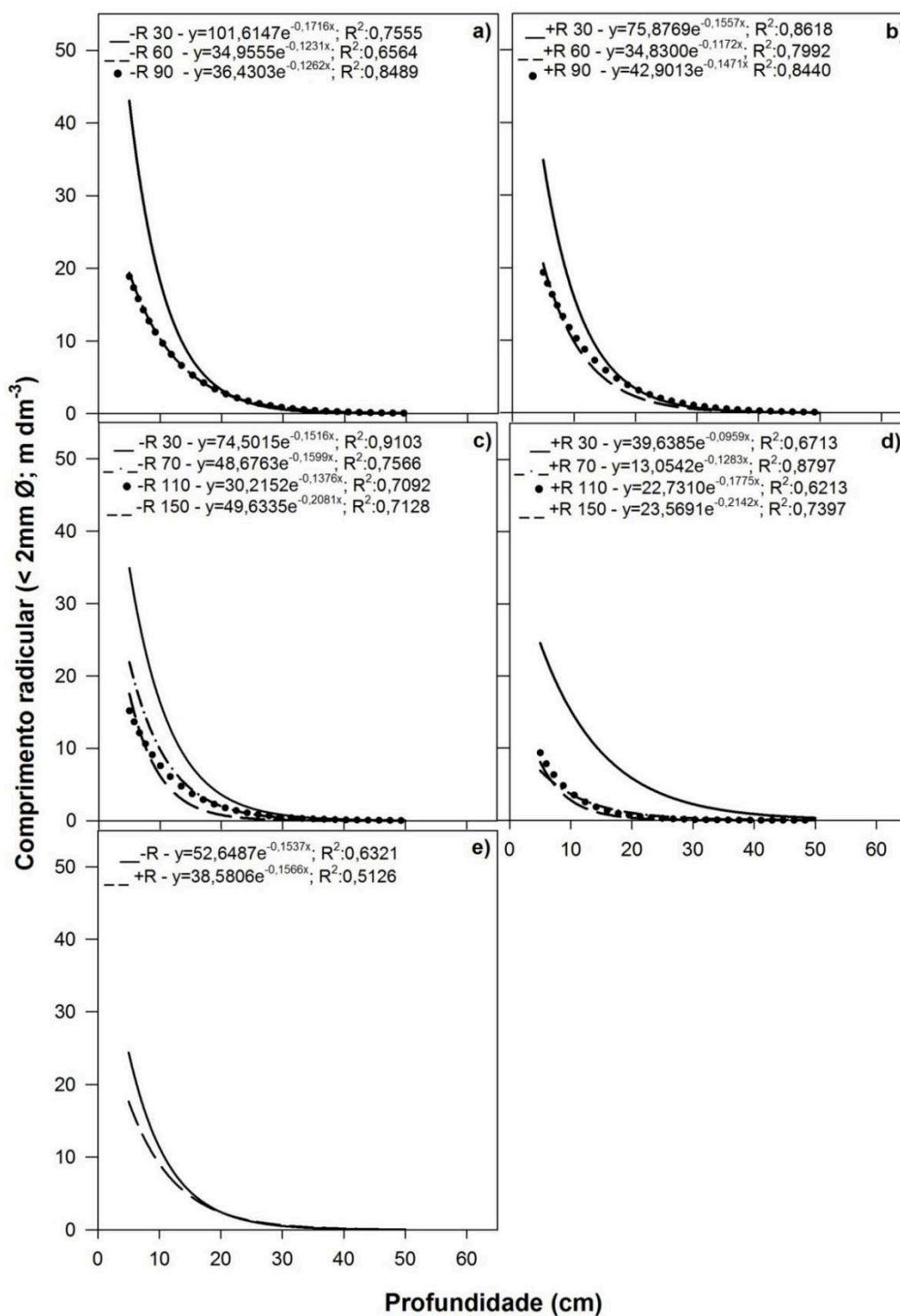


Figura 7– Superfície de raízes médias ( $\text{m}^2 \text{dm}^{-3}$ ) com ausência de resíduo da colheita e serapilheira (-R) e com presença de resíduo da colheita e serapilheira (+R) em diferentes distâncias da árvore na linha (a e b) e entrelinha (c e d) de plantio e o total de superfície de raízes médias (linha + entrelinha - e) em função da profundidade na área onde foi adotado o sistema de colheita Harvester+Forwarder (HF).

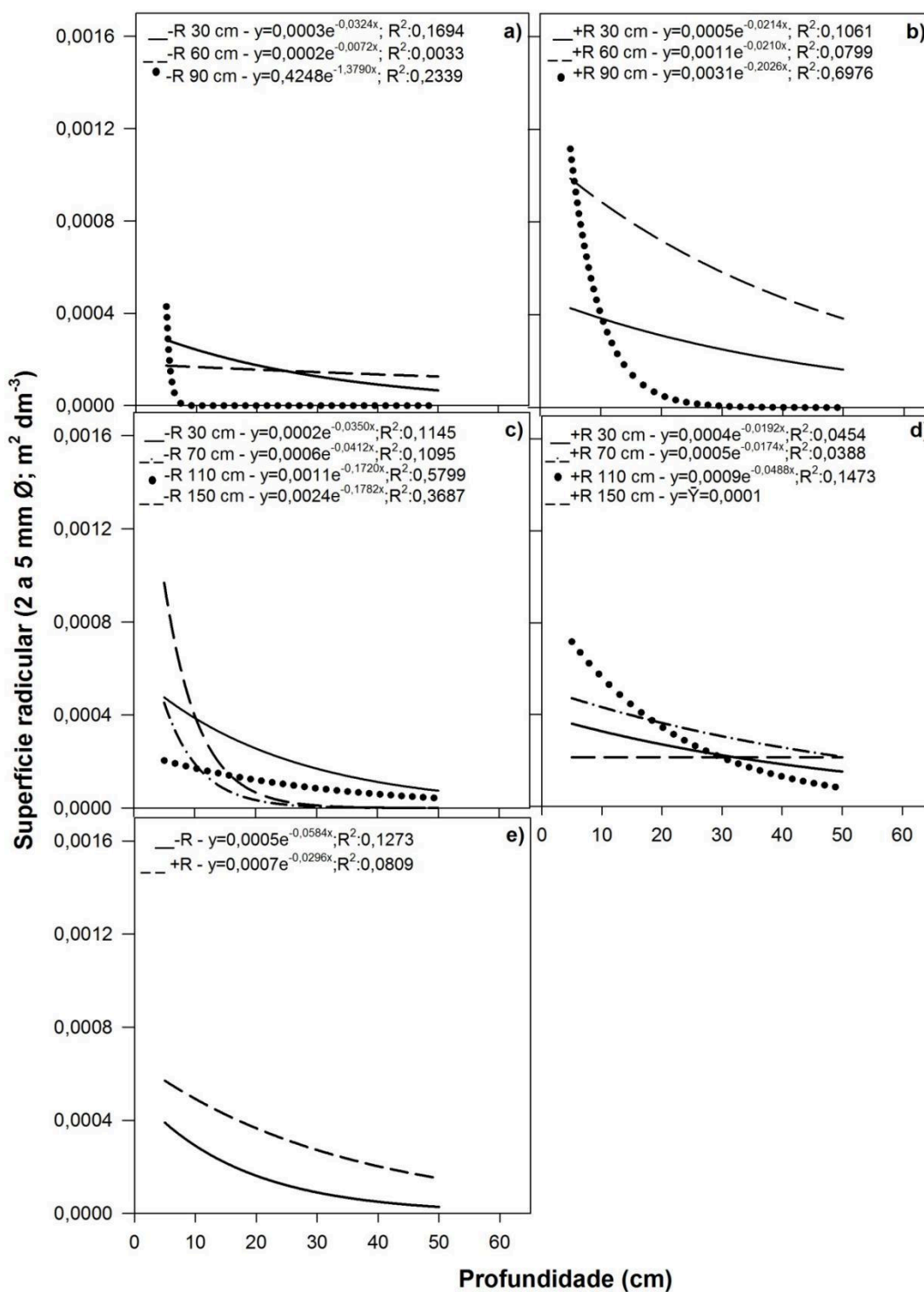
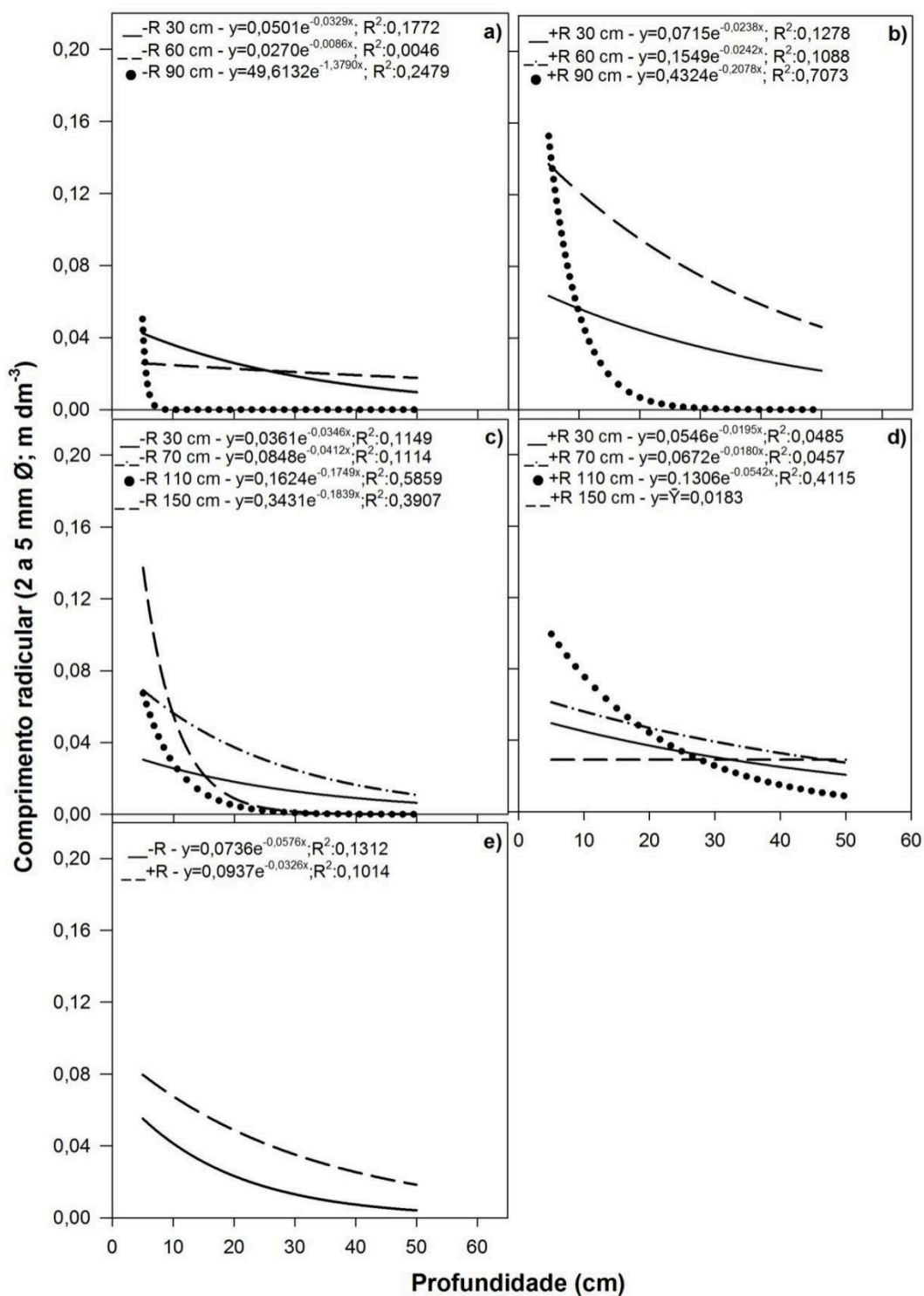


Figura 8– Comprimento de raízes médias ( $\text{m dm}^{-3}$ ) com ausência de resíduo da colheita e serapilheira (-R) e com presença de resíduo da colheita e serapilheira (+R) em diferentes distâncias da árvore na linha (a e b) e entrelinha (c e d) de plantio e o total de comprimento de raízes médias (linha + entrelinha - e) em função da profundidade na área onde foi adotado o sistema de colheita Harvester+Forwarder (HF).



### *3.1.2 Decomposição dos resíduos da colheita e serapilheira e taxa de liberação de nutrientes após 1,70 ano (Abril de 2019)*

Avaliando a taxa de decomposição dos resíduos da colheita e serapilheira e a liberação dos nutrientes após 1,70 ano (Abril de 2019) (Tabela 12), observa-se que o resíduo da colheita e serapilheira levou em média 1,63 ano para decompor 50% do material adicionado. Enquanto a taxa média de liberação dos nutrientes (em anos) segue a ordem: K(0,33), P(0,63), B(0,66), Mg(0,87), N(0,94), S(1,11), Cu(1,22), Zn(1,33), Mn(1,63) e Ca(3,17) (Tabela 12).

Com os valores da taxa de decomposição dos resíduos da colheita e da liberação dos nutrientes foi possível estimar a quantidade remanescente dos resíduos da colheita e serapilheira e de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Mn após 0,70 ano (Abril de 2018) e 1,70 ano (Abril de 2019).

Em abril de 2018, constatou-se que 72,98 % do resíduo da colheita e serapilheira permaneciam sobre o solo. Nessa ocasião, a quantidade dos nutrientes remanescentes foi, em ordem crescente, 20,18 % do K, 43,80 % do P, 43,99 % do B, 52,23 % do Mg, 58,15 % do N, 62,04 % do S, 65,36% do Cu, 70,38 % do Mn, 70,60 % do Zn e 77,37 % do Ca (Tabela 12). Já em abril de 2019, 47,30 % do resíduo da colheita e serapilheira permaneciam sobre o solo. Nessa ocasião, a quantidade dos nutrientes remanescentes foi, em ordem crescente, 2,11 % do K, 14,35 % do P, 15,06 % do B, 22,94 % do Mg, 27,67 % do N, 32,74 % do S, 37,02 % do Cu, 41,59 % do Zn, 45,46 % do Mn e 61,51 % do Ca (Tabela 12).

Tabela 12– Estimativas dos parâmetros da equação  $X=X_0e^{-kt}$  ajustada para as quantidades de massa seca inicial do resíduo ( $X_0$ ), constante de decomposição e liberação de nutrientes ( $k$ ), coeficiente de determinação do modelo ( $R^2$ ), tempo de meia vida ( $t_{0,5}$ ) do resíduo da colheita e serapilheira após 1,70 ano (abril de 2019) de decomposição e quantidade remanescente dos resíduos da colheita e serapilheira e de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Mn após 0,70 ano (abril de 2018) e 1,70 ano (abril de 2019) de decomposição (%).

Trat. <sup>(1)</sup>	$X_0$ <sup>(2)</sup>	$k$ <sup>(3)</sup>	$R^2$ <sup>(4)</sup>	$t_{0,5}$ <sup>(5)</sup>	0,70 ano <sup>(6)</sup>	1,70 ano <sup>(6)</sup>
+R	98,9696	0,4326	0,9217	1,6313	72,9812	47,2952
N	97,9516	0,7406	0,9319	0,9475	58,1485	27,6707
P	95,8986	1,1129	0,9276	0,6369	43,8036	14,3512
K	98,4228	2,2505	0,9581	0,3315	20,1797	2,1129
Ca	90,7704	0,2280	0,5640	3,1740	77,3081	61,5090
Mg	93,0752	0,8205	0,8575	0,8783	52,2310	22,9412
S	97,1747	0,6373	0,8742	1,1133	62,0394	32,7442
Cu	97,4280	0,5669	0,9605	1,2296	65,3643	37,0242
Zn	102,3789	0,5278	0,9317	1,3346	70,6044	41,5924
Mn	95,6621	0,4359	0,8182	1,6388	70,3810	45,4617
B	93,3682	1,0690	0,8182	0,6699	43,9858	15,0591

<sup>(1)</sup>Trat.: +R: resíduos da colheita e serapilheira; Nutrientes: N: Nitrogênio; P: Fósforo; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; S: Enxofre; Cu: Cobre; Zn: Zinco; Mn: Manganês; B: Boro; <sup>(2)</sup> $X_0$ : Massa seca inicial dos resíduos da colheita e serapilheira, em porcentagem (%); <sup>(3)</sup>Constante de decomposição, em  $g\text{ ano}^{-1}$ ; <sup>(4)</sup>Coeficiente de determinação do modelo; <sup>(5)</sup> Tempo de meia-vida, em anos; <sup>(6)</sup> Quantidade remanescente observada dos resíduos da colheita e serapilheira (+R) e de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Mn e B após 0,70 ano (abril de 2018) e 1,70 ano (abril de 2019) de decomposição em % relativa da massa seca inicial.

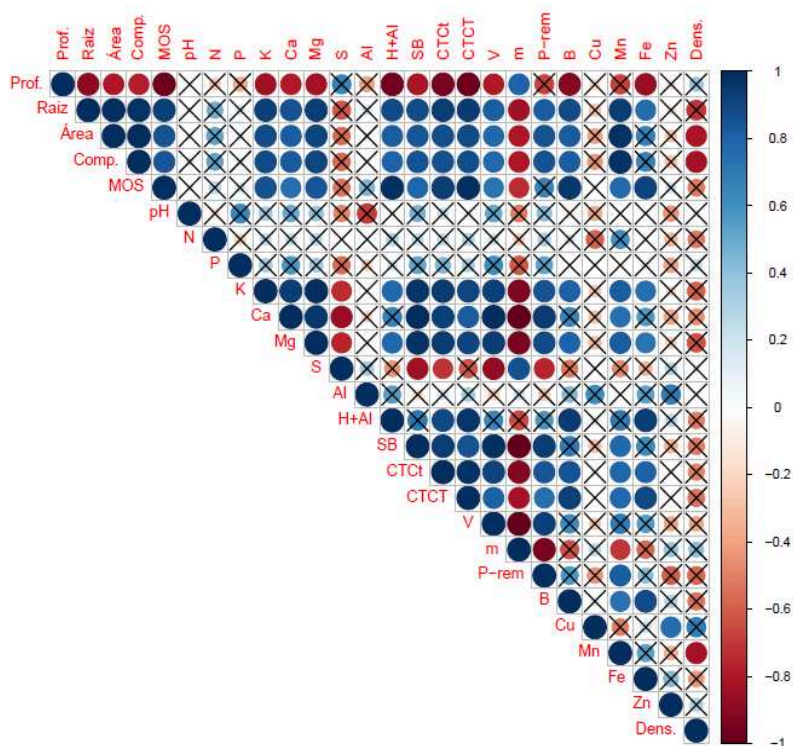
### 3.1.3 *Análise de correlação de Pearson*

Com ausência de resíduo da colheita e serapilheira (-R) (Figura 9), a densidade radicular se correlacionou positivamente com a superfície radicular, o comprimento radicular, MOS, K, Ca, Mg, acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), CTC efetiva (CTCt), CTC a pH igual a 7(CTCT), saturação por base (V), fósforo remanescente (P-Rem), B, Mn e Fe. Para superfície e comprimento radicular o mesmo comportamento foi verificado exceto para Fe que se correlacionou negativamente (Figura 9). A densidade, a superfície e o comprimento radicular se correlacionaram negativamente com a profundidade e a saturação por alumínio (m) (Figura 9).

Com presença de resíduo da colheita e serapilheira (+R) (Figura 10), a densidade radicular se correlacionou positivamente com a superfície radicular, o comprimento radicular, MOS, P, K, acidez potencial (H+Al) e Fe. Enquanto a superfície radicular se correlacionou positivamente com a densidade radicular, comprimento radicular, MOS, N, P, K, Mg, acidez potencial (H+Al), CTC efetiva (CTCt), CTC a pH igual a 7(CTCT), fósforo remanescente (P-Rem) e Fe. Já o comprimento radicular se correlacionou positivamente com densidade radicular, superfície radicular, MOS, P, K, acidez potencial (H+Al), fósforo remanescente (P-Rem) e Fe.

A superfície e o comprimento radicular apresentaram correlação negativa para a profundidade, S e a densidade do solo. Enquanto a densidade radicular se correlacionou negativamente com a profundidade (Figura 10).

Figura 9- Correlação de Pearson ( $\alpha=5\%$ ) para as variáveis profundidade (Prof.), densidade radicular (Raiz), superfície radicular (Área), comprimento radicular (Comp.), matéria orgânica do solo (MOS), pH, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), acidez trocável (Al), acidez potencial (H+Al), soma de base (SB), capacidade de troca catiônica efetiva (CTCt), capacidade de troca catiônica a pH 7.0 (CTCT), índice de saturação por bases (V), índice de saturação por alumínio(m), fósforo remanescente (P-rem), boro (B), cobre (Cu), manganês (Mn), ferro (Fe), zinco (Zn) e densidade do solo (Dens.) para o tratamento com ausência de resíduo da colheita e serapilheira (-R). Azul: positivamente correlacionado; Vermelho: negativamente correlacionado; X: variável não significativa a 5% de significância.





### *3.2 Área Feller+Skidder (FS)*

#### *3.2.1 Densidade, superfície e comprimento radicular*

Com presença de serapilheira houve aumento da densidade, superfície e comprimento das raízes finas, nas camadas 20-40 e 40-60 cm na linha e entrelinha de plantio e na área total (linha+entrelinha) ( $p < 0,1$ ) (Tabelas 13, 14, 15 e 16). Aproximadamente 80% da densidade, superfície e comprimento das raízes finas podem ser observados nos primeiros 20 cm de profundidade do solo (Tabelas 13, 14, 15 e 16).

Para as raízes médias, observou-se que a presença de serapilheira favoreceu o aumento da superfície e comprimento radicular nas camadas 0-10 e 10-20 cm na linha de plantio ( $p < 0,1$ ), não afetando estas características na entrelinha de plantio (Tabelas 17 e 18). Para a área total (linha+entrelinha), foi verificado que a presença de serapilheira (+SR) proporcionou o aumento da superfície e do comprimento das raízes médias nas camadas 0-10 e 40-60 cm de profundidade (Tabela 19).

Aproximadamente 80% da superfície e comprimento das raízes médias encontravam-se na camada correspondente aos primeiros 20 cm de profundidade do solo, exceto para o tratamento com ausência de serapilheira (-SR) na linha de plantio que correspondia aproximadamente 65% (Tabelas 17, 18 e 19).

Quanto as equações de regressão ajustadas para tratamentos com ausência (-SR) e presença de serapilheira (+SR), verificou-se que a densidade, a superfície e o comprimento radicular foram decrescentes em relação a profundidade do solo (Figuras 11, 12, 13, 14 e 15). As menores taxas de decréscimo são observadas ao aplicar o tratamento +SR.

Tabela 13– Valores médios de densidade de raízes ( $\text{g dm}^{-3}$ ) em diferentes distâncias da base da árvore (na linha e entrelinha de plantio) em função da profundidade 13 meses após o plantio para o tratamento com ausência de serapilheira (-SR) e com presença de serapilheira (+SR) na área onde foi adotado o sistema de colheita Feller+Skidder (FS).

Densidade radicular ( $\text{g dm}^{-3}$ )													
Trat.	Posição	Prof.	Distância				Média	%	p-valor				
			30 cm		60 cm					90 cm			
	Linha	0-10	0,3729	( $\pm 0,0821$ )	0,2892	( $\pm 0,0390$ )	0,2980	( $\pm 0,0661$ )	0,3200	58,62	<b>0,4870</b>		
		10-20	0,1567	( $\pm 0,0511$ )	0,1511	( $\pm 0,0375$ )	0,0902	( $\pm 0,0080$ )	0,1327	24,30	<b>0,2961</b>		
		20-40	0,1097	( $\pm 0,0280$ )	0,0606	( $\pm 0,0241$ )	0,0170	( $\pm 0,0056$ )	0,0624	11,44	0,0680		
		40-60	0,0609	( $\pm 0,0286$ )	0,0147	( $\pm 0,0041$ )	0,0169	( $\pm 0,0057$ )	0,0308	5,65	0,0259		
	Total							0,5460	100,00				
-SR													
	Entrelinha	0-10	0,2815	( $\pm 0,0448$ )	0,2681	( $\pm 0,0612$ )	0,1421	( $\pm 0,0899$ )	0,1770	( $\pm 0,0680$ )	0,2172	58,70	<b>0,1009</b>
		10-20	0,1165	( $\pm 0,0453$ )	0,1566	( $\pm 0,0241$ )	0,0305	( $\pm 0,0123$ )	0,0961	( $\pm 0,0294$ )	0,0999	27,01	<b>0,3067</b>
		20-40	0,0507	( $\pm 0,0195$ )	0,0279	( $\pm 0,0123$ )	0,0149	( $\pm 0,0062$ )	0,0271	( $\pm 0,0090$ )	0,0302	8,16	0,0220
		40-60	0,0345	( $\pm 0,0121$ )	0,0143	( $\pm 0,0035$ )	0,0214	( $\pm 0,0066$ )	0,0206	( $\pm 0,0069$ )	0,0227	6,13	0,0216
	Total									0,3699	100,00		
	Linha	0-10	0,5637	( $\pm 0,0346$ )	0,2641	( $\pm 0,0434$ )	0,2759	( $\pm 0,1003$ )	0,3679	52,59	<b>0,4870</b>		
		10-20	0,1512	( $\pm 0,0262$ )	0,1299	( $\pm 0,0254$ )	0,2372	( $\pm 0,0960$ )	0,1728	24,70	<b>0,2961</b>		
		20-40	0,1237	( $\pm 0,0476$ )	0,0936	( $\pm 0,0269$ )	0,0841	( $\pm 0,0150$ )	0,1005	14,36	0,0680		
		40-60	0,0843	( $\pm 0,0261$ )	0,0479	( $\pm 0,0145$ )	0,0430	( $\pm 0,0085$ )	0,0584	8,35	0,0259		
	Total							0,6995	100,00				
+SR													
	Entrelinha	0-10	0,4337	( $\pm 0,0671$ )	0,2648	( $\pm 0,0749$ )	0,1916	( $\pm 0,0581$ )	0,3271	( $\pm 0,1090$ )	0,3043	54,94	<b>0,1009</b>
		10-20	0,2257	( $\pm 0,1121$ )	0,0722	( $\pm 0,0098$ )	0,1483	( $\pm 0,0755$ )	0,1044	( $\pm 0,0428$ )	0,1377	24,85	<b>0,3067</b>
		20-40	0,0549	( $\pm 0,0114$ )	0,0608	( $\pm 0,0306$ )	0,0548	( $\pm 0,0125$ )	0,0422	( $\pm 0,0189$ )	0,0532	9,60	0,0220
		40-60	0,0397	( $\pm 0,0115$ )	0,0296	( $\pm 0,0094$ )	0,0959	( $\pm 0,04681$ )	0,0698	( $\pm 0,0212$ )	0,0587	10,61	0,0216
	Total									0,5539	100,00		

Trat.: Tratamento; Prof.: Profundidade; %: Percentual de raízes por profundidade; Valores em negrito indicam igualdade entre os tratamentos pelo teste F ( $p > 0,1$ ). Camada 10-20 cm não significativa pelo teste de Wilcoxon ( $p > 0,1$ ). Valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão entre as amostras.

Tabela 14- Valores médios de superfície de raízes finas (<2mm Ø; m<sup>2</sup> dm<sup>-3</sup>) em diferentes distâncias da base da árvore (na linha e entrelinha de plantio) em função da profundidade 13 meses após o plantio para o tratamento com ausência de serapilheira (-SR) e com presença de serapilheira (+SR) na área onde foi adotado o sistema de colheita Feller+Skidder (FS).

Superfície de raízes finas - <2mm Ø (m <sup>2</sup> dm <sup>-3</sup> )																
Trat.	Posição	Prof.	Distância				Média	%	p-valor							
			30 cm		60 cm					90 cm						
-SR	Linha	0-10	0,0530	(±0,0125)	0,0315	(±0,0038)	0,0281	(±0,0029)	0,0375	75,50	<b>0,7632</b>					
		10-20	0,0110	(±0,0023)	0,0094	(±0,0016)	0,0057	(±0,0023)	0,0087	17,51	<b>0,9774</b>					
		20-40	0,0036	(±0,0009)	0,0022	(±0,0005)	0,0008	(±0,0002)	0,0022	4,47	0,0160					
		40-60	0,0023	(±0,0009)	0,0006	(±0,0001)	0,0009	(±0,0002)	0,0013	2,52	0,0015					
	Total								0,0497	100,00						
	Entrelinha	Prof.	Distância													
			30 cm		70 cm		110 cm		150 cm		Média	%	p-valor			
			0-10	0,0345	(±0,0083)	0,0272	(±0,0081)	0,0104	(±0,0048)	0,0126	(±0,0050)	0,0212	71,32	<b>0,7900</b>		
			10-20	0,0104	(±0,0028)	0,0070	(±0,0014)	0,0027	(±0,0009)	0,0040	(±0,0017)	0,0061	20,42	<b>0,5879</b>		
			20-40	0,0022	(±0,0006)	0,0010	(±0,0001)	0,0006	(±0,0002)	0,0012	(±0,0003)	0,0012	4,16	0,0028		
40-60	0,0019	(±0,0005)	0,0007	(±0,0001)	0,0011	(±0,0003)	0,0011	(±0,0003)	0,0012	4,10	0,0043					
Total										0,0297	100,00					
+SR	Linha	Prof.	Distância				Média	%	p-valor							
			30 cm		60 cm					90 cm						
			0-10	0,0575	(±0,0072)	0,0329				(±0,0092)	0,0188	(±0,0037)	0,0364	64,69	<b>0,7632</b>	
			10-20	0,0210	(±0,0111)	0,0115				(±0,0054)	0,0069	(±0,0014)	0,0131	23,32	<b>0,9774</b>	
	20-40	0,0040	(±0,0012)	0,0037	(±0,0007)	0,0036	(±0,0002)	0,0038	6,71	0,0160						
	40-60	0,0042	(±0,0008)	0,0027	(±0,0008)	0,0020	(±0,0003)	0,0030	5,28	0,0015						
	Total								0,0563	100,00						
	Entrelinha	Prof.	Distância													
			30 cm		70 cm		110 cm		150 cm		Média	%	p-valor			
			0-10	0,0354	(±0,0075)	0,0209	(±0,0065)	0,0136	(±0,0056)	0,0203	(±0,0060)	0,0225	66,17	<b>0,7900</b>		
10-20			0,0111	(±0,0049)	0,0069	(±0,0013)	0,0040	(±0,0015)	0,0051	(±0,0013)	0,0068	19,88	<b>0,5879</b>			
20-40			0,0030	(±0,0004)	0,0025	(±0,0006)	0,0023	(±0,0005)	0,0015	(±0,0005)	0,0023	6,83	0,0028			
40-60	0,0027	(±0,0006)	0,0016	(±0,0004)	0,0025	(±0,0011)	0,0029	(±0,0008)	0,0024	7,12	0,0043					
Total										0,0341	100,00					

Trat.: Tratamento; Prof.: Profundidade; %: Percentual de raízes por profundidade; Valores em negrito indicam igualdade entre os tratamentos pelo teste F (p>0,1). Camada 10-20 cm não significativa pelo teste de Wilcoxon (p>0,1). Valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão entre as amostras.

Tabela 15- Valores médios de comprimento de raízes finas (<2mm Ø; m dm<sup>-3</sup>) em diferentes distâncias da base da árvore (na linha e entrelinha de plantio) em função da profundidade 13 meses após o plantio para o tratamento com ausência de serapilheira (-SR) e com presença de serapilheira (+SR) na área onde foi adotado o sistema de colheita Feller+Skidder (FS).

Comprimento de raízes finas - <2mm Ø (m dm <sup>-3</sup> )													
Trat.	Posição	Prof.	Distância						Média	%	p-valor		
			30 cm		60 cm		90 cm						
-SR	Linha	0-10	40,6566	(±10,5335)	23,9436	(±2,8787)	21,5858	(±2,2221)	28,7287	78,99	<b>0,6684</b>		
		10-20	7,3963	(±1,7254)	6,2639	(±1,1284)	3,7392	(±1,5316)	5,7998	15,95	<b>0,7987</b>		
		20-40	1,9029	(±0,5116)	1,2249	(±0,2883)	0,4692	(±0,0954)	1,1990	3,30	0,0082		
		40-60	1,0949	(±0,3101)	0,3389	(±0,0269)	0,4886	(±0,1091)	0,6408	1,76	0,0005		
									36,3683	100,00			
	Entrelinha	Prof.	30 cm		70 cm		110 cm		150 cm		Média	%	p-valor
			0-10	24,8946	(±6,4406)	20,5570	(±6,8468)	6,8507	(±3,0385)	8,7458			
		10-20	7,3140	(±1,8347)	3,4837	(±0,6526)	1,3874	(±0,4242)	2,0498	(±0,8830)	3,5587	17,66	<b>0,8241</b>
		20-40	1,2698	(±0,2898)	0,4666	(±0,0531)	0,2972	(±0,0861)	0,6477	(±0,1613)	0,6703	3,33	0,0033
		40-60	1,1652	(±0,3767)	0,3808	(±0,0712)	0,5293	(±0,1521)	0,5681	(±0,1106)	0,6608	3,28	0,0027
										20,1519	100,00		
		+SR	Linha	Prof.	30 cm		60 cm		90 cm		Média	%	p-valor
0-10					43,4077	(±5,8230)	24,4790	(±7,3179)	13,3743	(±2,9814)			
10-20	14,5642			(±7,5737)	7,4060	(±3,3974)	4,1920	(±1,0390)	8,7207	21,92	<b>0,7987</b>		
20-40	2,3779			(±0,7212)	2,3063	(±0,5396)	2,0616	(±0,1270)	2,2486	5,65	0,0082		
40-60	2,3100		(±0,5108)	1,5848	(±0,4002)	1,2641	(±0,2559)	1,7196	4,32	0,0005			
								39,7760	100,00				
Entrelinha	Prof.		30 cm		70 cm		110 cm		150 cm		Média	%	p-valor
			0-10	25,9080	(±6,4674)	15,5514	(±5,2603)	9,0945	(±3,9375)	12,9898			
	10-20		6,5569	(±2,6814)	4,1779	(±1,2159)	1,8088	(±0,4978)	2,6704	(±0,5561)	3,8035	17,07	<b>0,8241</b>
	20-40		1,7689	(±0,3564)	1,3584	(±0,2632)	1,2623	(±0,3751)	0,8712	(±0,2725)	1,3152	5,90	0,0033
	40-60		1,4850	(±0,2863)	0,9769	(±0,2181)	1,2645	(±0,5195)	1,4030	(±0,3612)	1,2823	5,75	0,0027
									22,2870	100,00			

Trat.: Tratamento; Prof.: Profundidade; %: Percentual de raízes por profundidade; Trat.: Tratamento; Prof.: Profundidade; %: Percentual de raízes por camada do solo; Valores em negrito indicam igualdade entre os tratamentos pelo teste F (p>0,1). Camada 10-20 cm não significativa pelo teste de Wilcoxon (p>0,1). Valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão entre as amostras.

Tabela 16- Valores médios de densidade radicular ( $\text{g dm}^{-3}$ ), superfície de raízes finas ( $<2\text{mm } \emptyset$ ;  $\text{m}^2 \text{dm}^{-3}$ ) e comprimento de raízes finas ( $<2\text{mm } \emptyset$ ;  $\text{m dm}^{-3}$ ) em área total em função da profundidade 13 meses após o plantio para o tratamento com ausência de serapilheira (-SR) e com presença de serapilheira (+SR) na área onde foi adotado o sistema de colheita Feller+Skidder (FS).

Trat.	Posição	Prof.	Total		%	p-valor
Densidade radicular ( $\text{g dm}^{-3}$ )						
-SR	Linha + entrelinha	0-10	0,2613	( $\pm 0,0490$ )	58,66	<b>0,1013</b>
		10-20	0,1140	( $\pm 0,0258$ )	25,59	<b>0,5903</b>
		20-40	0,0440	( $\pm 0,0155$ )	9,88	0,0063
		40-60	0,0262	( $\pm 0,0097$ )	5,88	0,0006
		Total	0,4454		100,00	
+SR	Linha + entrelinha	0-10	0,3316	( $\pm 0,0626$ )	53,80	<b>0,1013</b>
		10-20	0,1527	( $\pm 0,0460$ )	24,78	<b>0,5903</b>
		20-40	0,0735	( $\pm 0,0189$ )	11,92	0,0063
		40-60	0,0586	( $\pm 0,0168$ )	9,51	0,0006
		Total	0,6163		100,00	
Superfície de raízes finas - $<2\text{mm } \emptyset$ ( $\text{m}^2 \text{dm}^{-3}$ )						
-SR	Linha + entrelinha	0-10	0,0282	( $\pm 0,0065$ )	73,65	<b>0,8578</b>
		10-20	0,0072	( $\pm 0,0016$ )	18,80	<b>0,9030</b>
		20-40	0,0017	( $\pm 0,0005$ )	4,33	0,0002
		40-60	0,0012	( $\pm 0,0003$ )	3,22	0,0000
		Total	0,0383		100,00	
+SR	Linha + entrelinha	0-10	0,0285	( $\pm 0,0065$ )	65,35	<b>0,8578</b>
		10-20	0,0095	( $\pm 0,0037$ )	21,78	<b>0,9030</b>
		20-40	0,0029	( $\pm 0,0005$ )	6,76	0,0002
		40-60	0,0027	( $\pm 0,0005$ )	6,11	0,0000
		Total	0,0436		100,00	
Comprimento de raízes finas - $<2\text{mm } \emptyset$ ( $\text{m dm}^{-3}$ )						
-SR	Linha + entrelinha	0-10	21,0334	( $\pm 5,2093$ )	77,61	<b>0,9914</b>
		10-20	4,5192	( $\pm 1,1447$ )	16,67	<b>0,8517</b>
		20-40	0,8969	( $\pm 0,2535$ )	3,31	0,0001
		40-60	0,6522	( $\pm 0,1696$ )	2,41	0,0000
		Total	27,1018		100,00	
+SR	Linha + entrelinha	0-10	20,6864	( $\pm 5,1293$ )	69,46	<b>0,9914</b>
		10-20	5,9109	( $\pm 2,5402$ )	19,85	<b>0,8517</b>
		20-40	1,7152	( $\pm 0,3241$ )	5,76	0,0001
		40-60	1,4697	( $\pm 0,2756$ )	4,93	0,0000
		Total	29,7823		100,00	

Trat.: Tratamento; Prof.: Profundidade; %: Percentual de raízes por profundidade; Valores em negrito indicam igualdade entre os tratamentos pelo teste F ( $p > 0,1$ ); Camada 10-20 cm não significativa pelo teste de Wilcoxon ( $p > 0,1$ ). Valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão entre as amostras.

Tabela 17- Valores médios de superfície de raízes médias (2 a 5 mm Ø; m<sup>2</sup> dm<sup>-3</sup>) em diferentes distâncias da base da árvore (na linha e entrelinha de plantio) em função da profundidade 13 meses após o plantio para o tratamento com ausência de serapilheira (-SR) e com presença de serapilheira (+SR) na área onde foi adotado o sistema de colheita Feller+Skidder (FS).

Superfície de raízes médias - 2 a 5 mm Ø (m <sup>2</sup> dm <sup>-3</sup> )													
Trat.	Posição	Prof.	Distância				Média	%	p-valor				
			30 cm	60 cm	90 cm								
	Linha	0-10	0,000269	(±0,000120)	0,000049	(±0,000028)	0,000071	(±0,000068)	0,000129	33,73	0,0162		
		10-20	0,000151	(±0,000118)	0,000039	(±0,000018)	0,000195	(±0,000195)	0,000128	33,40	0,0771		
		20-40	0,000290	(±0,000172)	0,000005	(±0,000003)	0,000000	(0,000000)	0,000099	25,69	<b>0,2426</b>		
		40-60	0,000037	(±0,000037)	0,000046	(±0,000046)	0,000000	(0,000000)	0,000028	7,18	<b>0,1391</b>		
		Total						0,000384	100,00				
-SR	Entrelinha	0-10	0,000244	(±0,000224)	0,000087	(±0,000033)	0,000304	(±0,000295)	0,000296	(±0,000211)	0,000233	55,58	<b>0,1391</b>
		10-20	0,000040	(±0,000023)	0,000165	(±0,000118)	0,000298	(±0,000298)	0,000068	(±0,000060)	0,000143	34,05	<b>0,8090</b>
		20-40	0,000031	(±0,000019)	0,000048	(±0,000048)	0,000004	(±0,000004)	0,000000	(0,000000)	0,000021	4,99	<b>0,4771</b>
		40-60	0,000039	(±0,000023)	0,000000	(0,000000)	0,000051	(±0,000051)	0,000000	(0,000000)	0,000023	5,39	<b>0,2156</b>
		Total							0,000419	100,00			
	Linha	0-10	0,000994	(±0,000583)	0,000778	(±0,000373)	0,000250	(±0,000137)	0,000674	34,08	0,0162		
		10-20	0,000950	(±0,000897)	0,000980	(±0,000521)	0,001103	(±0,000672)	0,001011	51,15	0,0771		
		20-40	0,000090	(±0,000056)	0,000292	(±0,000230)	0,000227	(±0,000169)	0,000203	10,26	<b>0,2426</b>		
		40-60	0,000110	(±0,000039)	0,000000	(0,000000)	0,000158	(±0,000121)	0,000089	4,51	<b>0,1391</b>		
		Total						0,001977	100,00				
+SR	Entrelinha	0-10	0,000983	(±0,000695)	0,000044	(±0,000015)	0,000248	(±0,000141)	0,001396	(±0,001256)	0,000668	60,52	<b>0,1391</b>
		10-20	0,000623	(±0,000529)	0,000218	(±0,000203)	0,000130	(±0,000130)	0,000068	(±0,000068)	0,000260	23,53	<b>0,8090</b>
		20-40	0,000000	(0,000000)	0,000121	(±0,000119)	0,000095	(±0,000092)	0,000265	(±0,000265)	0,000120	10,88	<b>0,4771</b>
		40-60	0,000067	(±0,000067)	0,000010	(±0,000008)	0,000132	(±0,000117)	0,000015	(±0,000011)	0,000056	5,07	<b>0,2156</b>
		Total							0,001103	100,00			

Trat.: Tratamento; Prof.: Profundidade; %: Percentual de raízes por profundidade; Valores em negrito indicam igualdade entre os tratamentos pelo teste de Wilcoxon (p>0,1). Valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão entre as amostras.

Tabela 18- Valores médios de comprimento de raízes médias (2 a 5 mm Ø; m dm<sup>-3</sup>) em diferentes distâncias da base da árvore (na linha e entrelinha de plantio) em função da profundidade 13 meses após o plantio para o tratamento com ausência de serapilheira (-SR) e com presença de serapilheira (+SR) na área onde foi adotado o sistema de colheita Feller+Skidder (FS).

Comprimento de raízes médias- 2 a 5 mm Ø (m dm <sup>-3</sup> )													
Trat.	Posição	Prof.	Distância						Média	%	p-valor		
			30 cm		60 cm		90 cm						
	Linha	0-10	0,0400	(±0,017595)	0,0071	(±0,004116)	0,0109	(±0,010445)	0,0194	36,81	0,0165		
		10-20	0,0220	(±0,016935)	0,0056	(±0,002440)	0,0184	(±0,018428)	0,0153	29,16	0,0590		
		20-40	0,0406	(±0,024135)	0,0008	(±0,000434)	0,0000	(0,000000)	0,0138	26,24	<b>0,2676</b>		
		40-60	0,0054	(±0,005441)	0,0069	(±0,006851)	0,0000	(0,000000)	0,0041	7,79	<b>0,1585</b>		
	Total								0,0526	100,00			
-SR	Entrelinha	Prof.	30 cm		70 cm		110 cm		150 cm		Média	%	p-valor
		0-10	0,0300	(±0,027005)	0,0130	(±0,004987)	0,0414	(±0,039917)	0,0439	(±0,031452)	0,0321	55,28	<b>0,2478</b>
		10-20	0,0061	(±0,003538)	0,0230	(±0,016024)	0,0388	(±0,038830)	0,0100	(±0,008834)	0,0195	33,59	<b>0,4412</b>
		20-40	0,0048	(±0,002885)	0,0068	(±0,006803)	0,0006	(±0,000599)	0,0000	(0,000000)	0,0031	5,28	<b>0,8090</b>
	40-60	0,0059	(±0,003441)	0,0000	(0,000000)	0,0077	(±0,007664)	0,0000	(0,000000)	0,0034	5,85	<b>0,4771</b>	
Total										0,0580	100,00		
	Linha	Prof.	30 cm		60 cm		90 cm		Média	%	p-valor		
		0-10	0,1377	(±0,078803)	0,1096	(±0,051832)	0,0370	(±0,020673)	0,0948	35,02	0,0165		
		10-20	0,1330	(±0,125396)	0,1292	(±0,075754)	0,1473	(±0,091140)	0,1365	50,44	0,0590		
		20-40	0,0117	(±0,007722)	0,0409	(±0,032015)	0,0286	(±0,019931)	0,0271	10,00	<b>0,2676</b>		
	40-60	0,0156	(±0,005407)	0,0000	(±0,000048)	0,0212	(±0,015649)	0,0123	4,53	<b>0,1585</b>			
Total								0,2706	100,00				
+SR	Entrelinha	Prof.	30 cm		70 cm		110 cm		150 cm		Média	%	p-valor
		0-10	0,1295	(±0,088498)	0,0068	(±0,002354)	0,0353	(±0,0197443)	0,1713	(±0,150820)	0,0857	58,83	<b>0,2478</b>
		10-20	0,0879	(±0,074367)	0,0270	(±0,024667)	0,0192	(±0,0191852)	0,0105	(±0,010482)	0,0361	24,81	<b>0,4412</b>
		20-40	0,0000	(0,000000)	0,0172	(±0,017014)	0,0133	(±0,0127975)	0,0331	(±0,033082)	0,0159	10,91	<b>0,8090</b>
	40-60	0,0094	(±0,009417)	0,0015	(±0,001144)	0,0185	(±0,0162690)	0,0024	(±0,001695)	0,0079	5,46	<b>0,4771</b>	
Total										0,1457	100,00		

Trat.: Tratamento; Prof.: Profundidade; %: Percentual de raízes por profundidade; Valores em negrito indicam igualdade entre os tratamentos pelo teste de Wilcoxon ( $p > 0,1$ ). Valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão entre as amostras.

Tabela 19 - Valores médios de superfície de raízes médias (2 a 5 mm Ø; m<sup>2</sup> dm<sup>-3</sup>) e comprimento de raízes médias (2 a 5 mm Ø; m dm<sup>-3</sup>) em área total em função da profundidade 13 meses após o plantio para o tratamento com ausência de serapilheira (-SR) e com presença de serapilheira (+SR) na área onde foi adotado o sistema de colheita Feller+Skidder (FS).

Trat.	Posição	Prof.	Total		%	p-valor
Superfície de raízes médias - 2 a 5 mm Ø (m <sup>2</sup> dm <sup>-3</sup> )						
-SR	Linha + entrelinha	0-10	0,000189	(±0,000113)	46,68	0,0205
		10-20	0,000137	(±0,000099)	33,78	<b>0,2920</b>
		20-40	0,000054	(±0,000055)	13,41	<b>0,1971</b>
		40-60	0,000025	(±0,000021)	6,12	0,0398
		Total	0,000404		100,00	
+SR	Linha + entrelinha	0-10	0,000670	(±0,000413)	45,36	0,0205
		10-20	0,000582	(±0,000354)	39,36	<b>0,2920</b>
		20-40	0,000156	(±0,000105)	10,53	<b>0,1971</b>
		40-60	0,000070	(±0,000049)	4,75	0,0398
		Total	0,001478		100,00	
Comprimento de raízes médias - 2 a 5 mm Ø (m dm <sup>-3</sup> )						
-SR	Linha + entrelinha	0-10	0,0266	(±0,0154)	47,80	0,0214
		10-20	0,0177	(±0,0124)	31,80	<b>0,2765</b>
		20-40	0,0077	(±0,0077)	13,77	<b>0,2034</b>
		40-60	0,0037	(±0,0031)	6,64	0,0418
		Total	0,0557		100,00	
+SR	Linha + entrelinha	0-10	0,0896	(±0,0517)	44,97	0,0214
		10-20	0,0791	(±0,0491)	39,73	<b>0,2765</b>
		20-40	0,0207	(±0,0138)	10,38	<b>0,2034</b>
		40-60	0,0098	(±0,0066)	4,92	0,0418
		Total	0,1992		100,00	

Trat.: Tratamento; Prof.: Profundidade; %: Percentual de raízes por profundidade; Valores em negrito indicam igualdade entre os tratamentos pelo teste de Wilcoxon (p>0,1); Valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão entre as amostras.

Figura 11– Densidade de raízes ( $\text{g dm}^{-3}$ ) com ausência de serapilheira (-SR) e com presença de serapilheira (+SR) em diferentes distâncias da árvore na linha (a e b) e entrelinha (c e d) de plantio e a densidade total de raízes (linha + entrelinha - e) em função da profundidade na área onde foi adotado o sistema de colheita Feller+Skidder (FS).

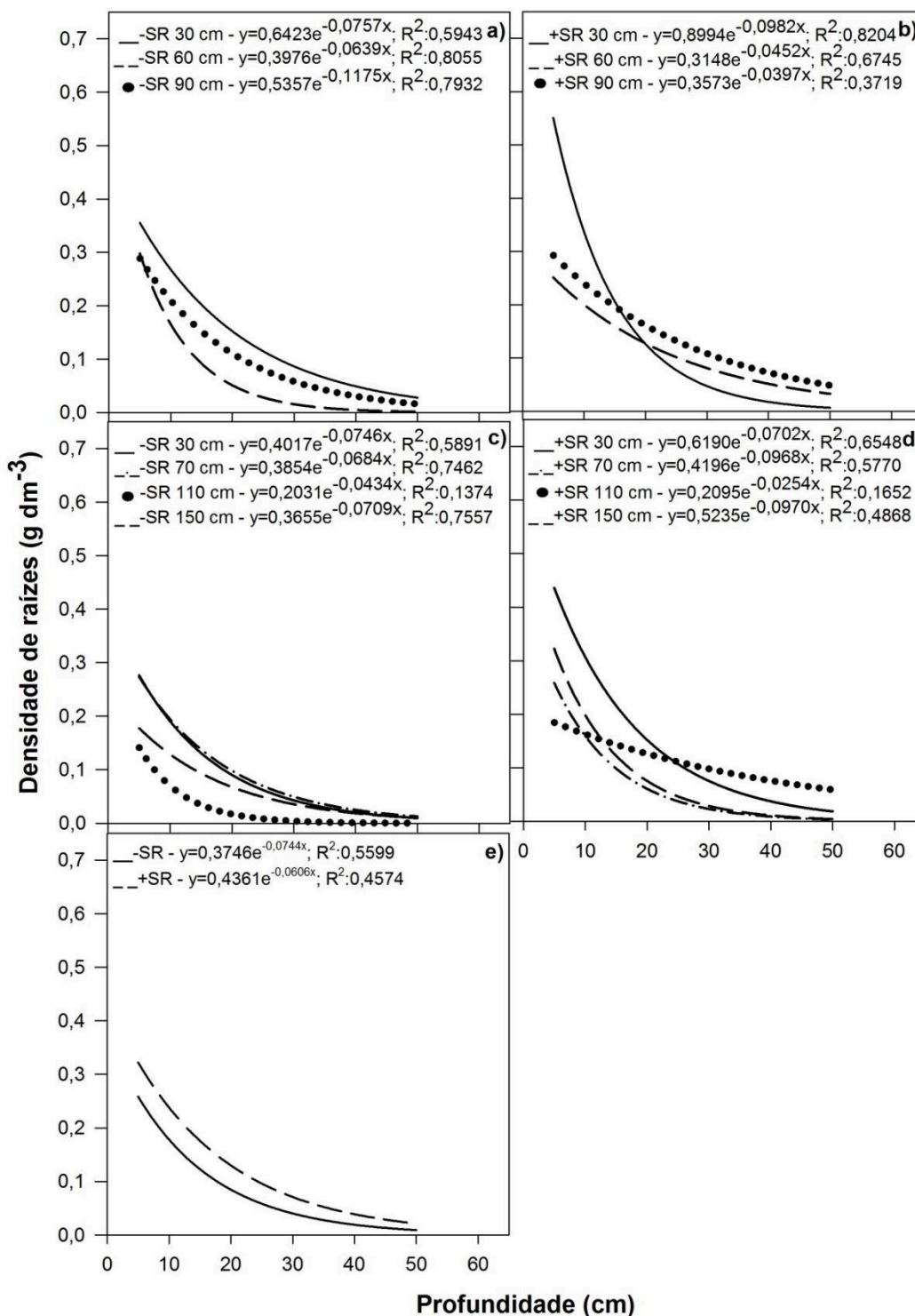


Figura 12– Superfície de raízes finas ( $\text{m}^2 \text{dm}^{-3}$ ) com ausência de serapilheira (-SR) e com presença de serapilheira (+SR) em diferentes distâncias da árvore na linha (a e b) e entrelinha (c e d) de plantio e o total de superfície de raízes finas (linha + entrelinha - e) em função da profundidade na área onde foi adotado o sistema de colheita Feller+Skidder (FS).

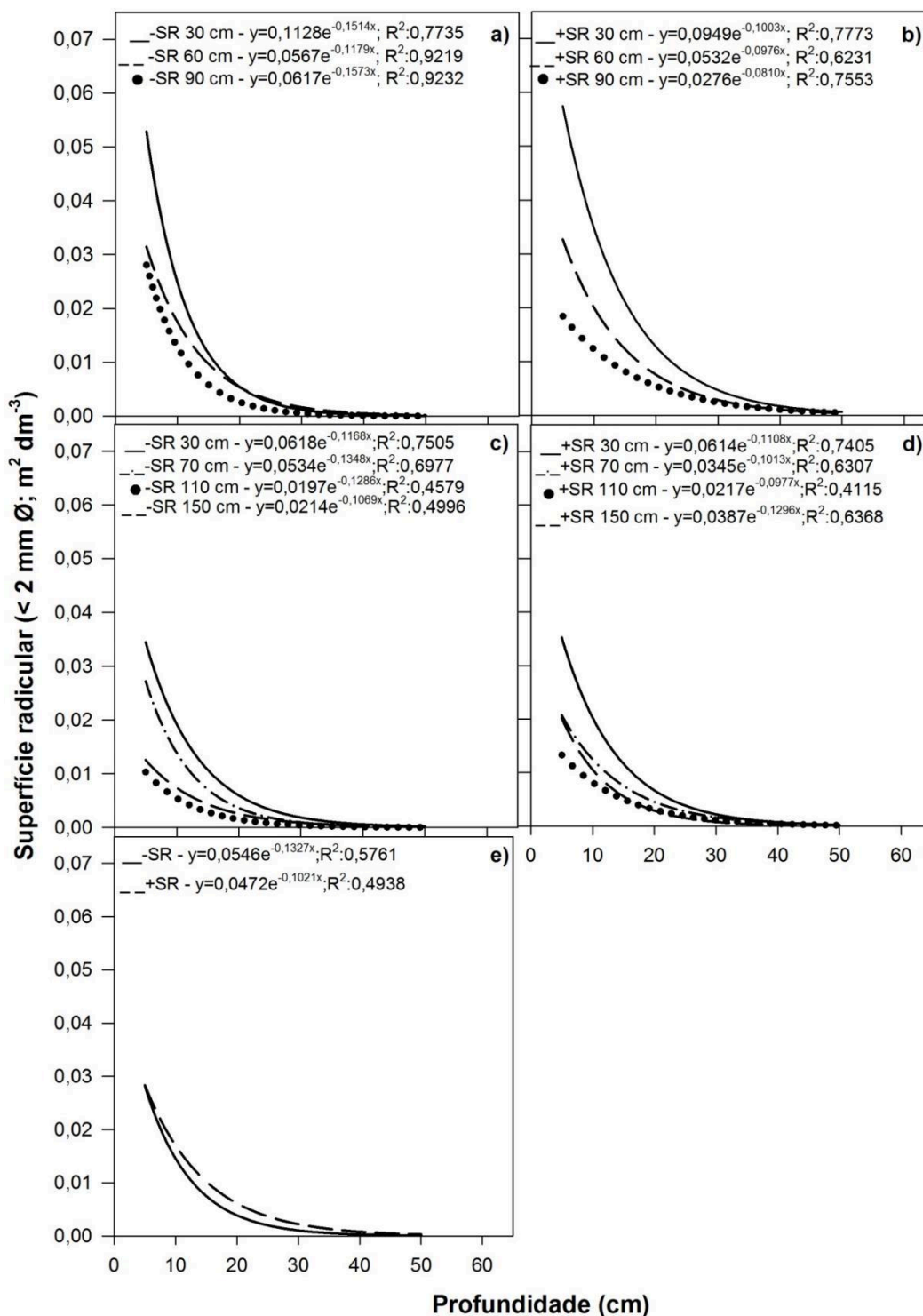


Figura 13– Comprimento de raízes finas ( $\text{m dm}^{-3}$ ) com ausência de serapilheira (-SR) e com presença de serapilheira (+SR) em diferentes distâncias da árvore na linha (a e b) e entrelinha (c e d) de plantio e o total de comprimento de raízes finas (linha + entrelinha - e) em função da profundidade na área onde foi adotado o sistema de colheita Feller+Skidder (FS).

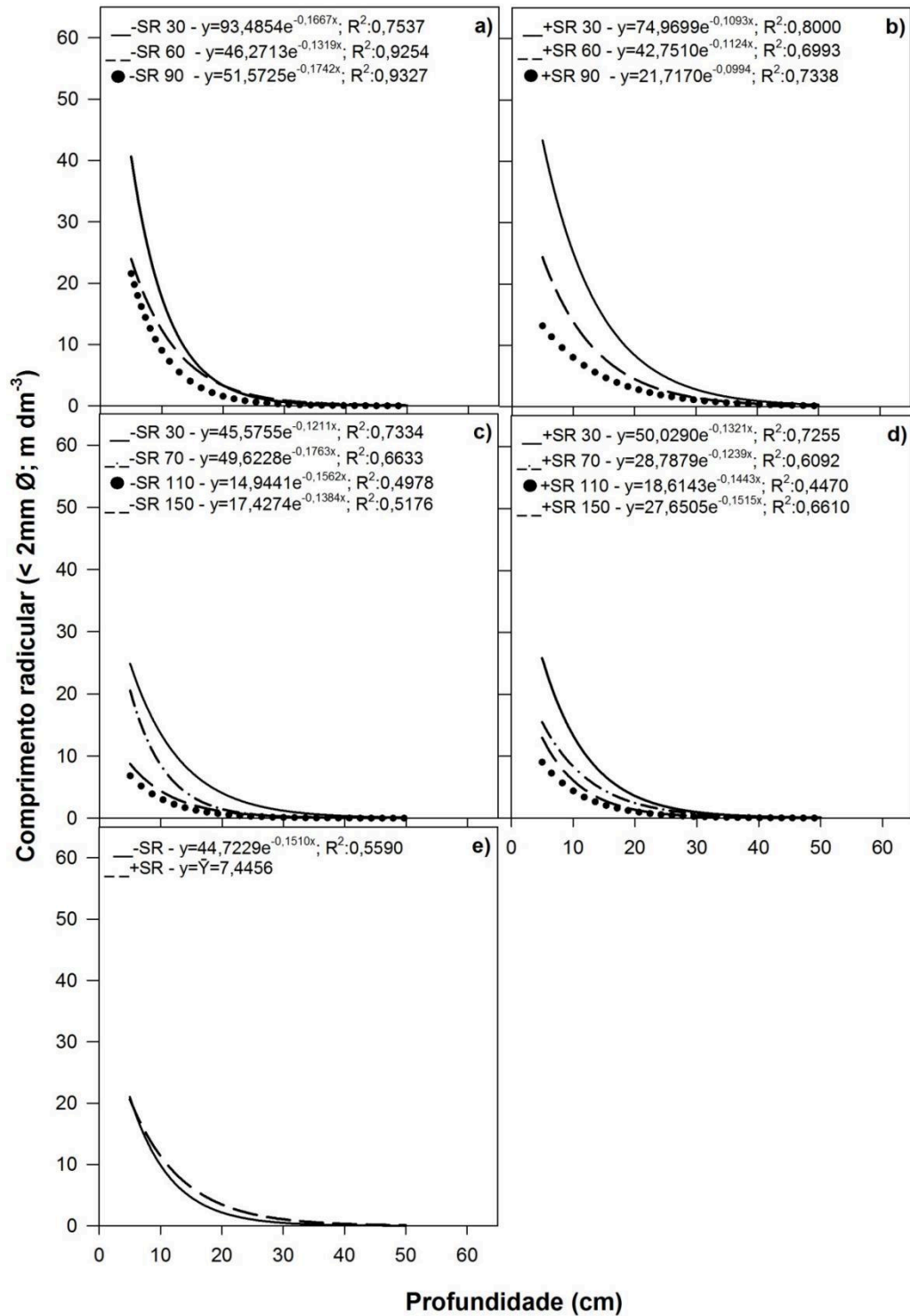


Figura 14– Superfície de raízes médias ( $\text{m}^2 \text{dm}^{-3}$ ) com ausência de serapilheira (-SR) e com presença de serapilheira (+SR) em diferentes distâncias da árvore na linha (a e b) e entrelinha (c e d) de plantio e o total de superfície de raízes médias (linha + entrelinha - e) em função da profundidade na área onde foi adotado o sistema de colheita Feller+Skidder (FS).

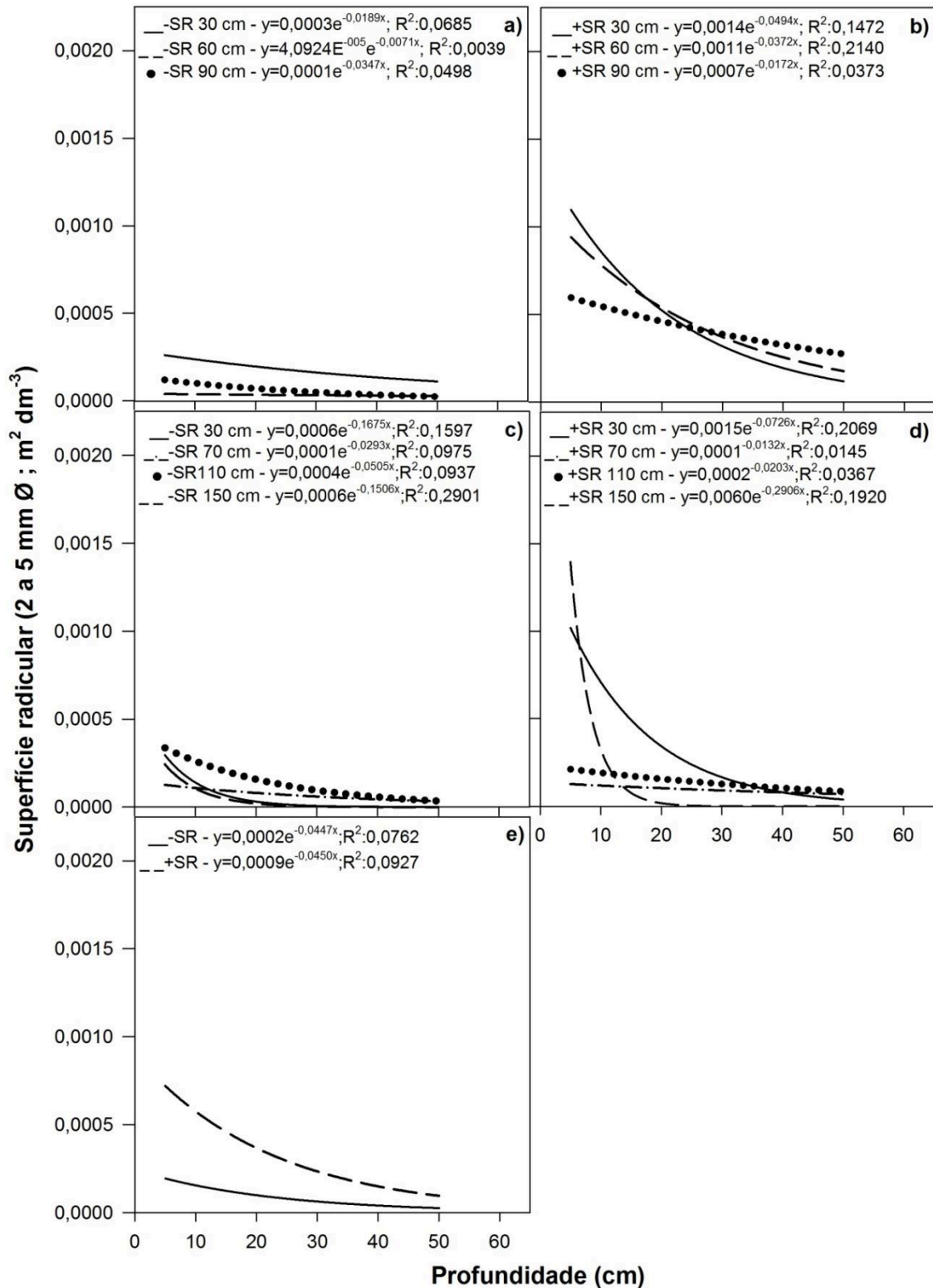
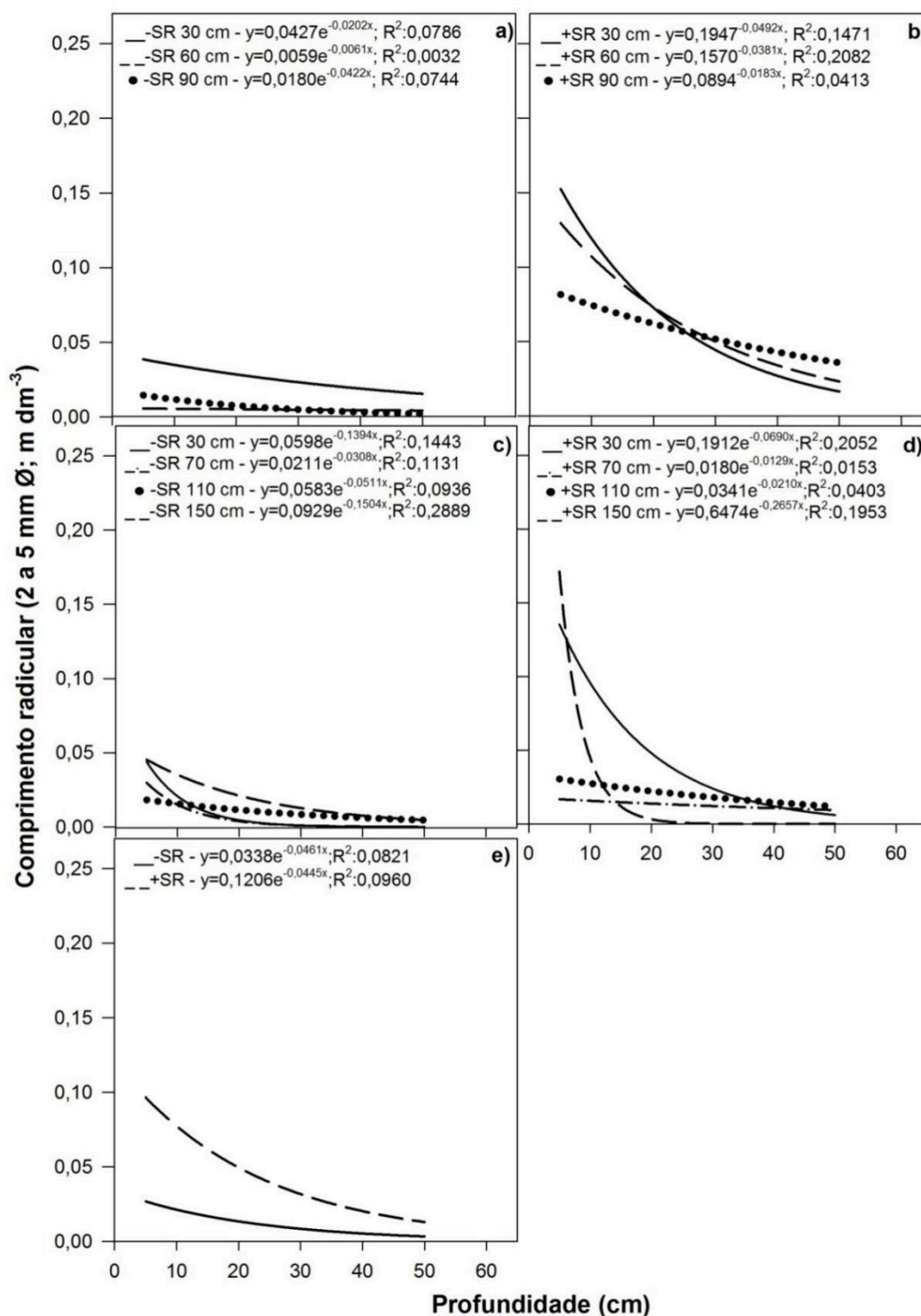


Figura 15– Comprimento de raízes médias (m dm<sup>-3</sup>) com ausência de serapilheira (-SR) e com presença de serapilheira (+SR) em diferentes distâncias da árvore na linha (a e b) e entrelinha (c e d) de plantio e o total de comprimento de raízes médias (linha + entrelinha - e) em função da profundidade na área onde foi adotado o sistema de colheita Feller+Skidder (FS).



### *3.2.2 Decomposição da serapilheira e taxa de liberação de nutrientes após 1,70 ano (Abril de 2019)*

Avaliando a taxa de decomposição da serapilheira e a liberação dos nutrientes (Tabela 20), foi verificado que a serapilheira leva em média 3,22 anos para decompor 50% do material adicionado. Enquanto a taxa média de liberação dos nutrientes em anos segue a ordem: K(1,01), Mg(1,53), Ca(3,27), P(5,55), Cu(6,26), Mn(6,66) e Zn(14,31). Para N, S e B não foi possível ajustar as curvas de liberação pois houve o acúmulo destes nutrientes durante o período de avaliação.

Com os valores da taxa de decomposição da serapilheira e da liberação dos nutrientes foi possível estimar a quantidade remanescente da serapilheira e de P, K, Ca, Mg, Cu, Zn e Mn após 0,70 ano (Abril de 2018) e 1,70 ano (Abril de 2019).

Em abril de 2018, constatou-se que 84,72 % da serapilheira permaneciam sobre o solo. Nesta ocasião, a quantidade dos nutrientes remanescentes foi, em ordem crescente, 51,11 % do K, 64,56 % do Mg, 77,98 % do Ca, 89,58% do P e 96,71 % do Mn. Para Cu e Zn, foi verificada imobilização (Tabela 20).

Já em abril de 2019, 67,25% da serapilheira permaneciam sobre o solo. Nesta ocasião, a quantidade dos nutrientes remanescentes foi, em ordem crescente, 22,80 % do K, 38,54 % do Mg, 56,28 % do Ca, 75,89% do P e 79,37 % do Mn. Para Cu e Zn, foi verificada imobilização (Tabela 20).

Tabela 20– Estimativas dos parâmetros da equação  $X=X_0e^{-kt}$  ajustada para as quantidades de massa seca inicial do resíduo ( $X_0$ ), constante de decomposição e liberação de nutrientes ( $k$ ), coeficiente de determinação do modelo ( $R^2$ ), tempo de meia vida ( $t_{0,5}$ ) da serapilheira após 1,70 ano (abril de 2019) de decomposição e quantidade remanescente da serapilheira e de P, K, Ca, Mg, Cu, Zn e Mn após 0,70 ano (abril de 2018) e 1,70 ano (abril de 2019) de decomposição (%).

Trat. <sup>(1)</sup>	$X_0$ <sup>(2)</sup>	$k$ <sup>(3)</sup>	$R^2$ <sup>(4)</sup>	$t_{0,5}$ <sup>(5)</sup>	0,70 ano <sup>(6)</sup>	1,70 ano <sup>(6)</sup>
+SR	99,6255	0,23025	0,7989	3,2280	84,7155	67,2507
P	100,6486	0,1654	0,4044	5,5533	89,5841	75,8935
K	90,0668	0,8048	0,6370	1,0134	51,1064	22,8046
Ca	98,0379	0,3252	0,5552	3,2798	77,9771	56,2827
Mg	92,7508	0,5145	0,6887	1,5361	64,5640	38,5427
Cu	138,8559	0,1538	0,1059	6,2610	124,6090	106,8062
Zn	148,8583	0,1308	0,0688	14,3109	135,7661	119,0842
Mn	111,1111	0,1971	0,3876	6,6668	96,7135	79,3700

<sup>(1)</sup>Trat.: +SR: Serapilheira; Nutrientes: N: Nitrogênio; P: Fósforo; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; S: Enxofre; Cu: Cobre; Zn: Zinco; Mn: Manganês; B: Boro;  
<sup>(2)</sup> $X_0$ : Massa seca inicial dos resíduos da colheita e serapilheira, em porcentagem (%);  
<sup>(3)</sup>Constante de decomposição, em  $g\text{ ano}^{-1}$ ; <sup>(4)</sup>Coeficiente de determinação do modelo; <sup>(5)</sup> Tempo de meia-vida, em anos; <sup>(6)</sup> Quantidade remanescente observada da serapilheira (+SR) e de P, K, Ca, Mg, Cu, Zn e Mn após 0,70 ano (abril de 2018) e 1,70 ano (abril de 2019) de decomposição em % relativa da massa seca inicial.

### 3.2.3 *Análise de correlação de Pearson*

Com ausência de serapilheira (-SR) (Figura 16), a densidade radicular se correlacionou positivamente com a superfície radicular, comprimento radicular, MOS, N, P, K, Ca, Mg, acidez trocável (Al), acidez potencial (H+Al), soma de base (SB), CTC efetiva (CTCt), CTC a pH a 7 (CTCT), saturação por bases (V), fósforo remanescente (P-rem), B, Mn e Zn. Da mesma forma, a superfície e o comprimento radicular (Figura 16), também, se correlacionaram positivamente com os parâmetros verificados para a densidade radicular. A densidade, a superfície e o comprimento radicular se correlacionaram negativamente com o pH, a profundidade e a saturação por alumínio (m) (Figura 16).

Com a presença de serapilheira (+SR) (Figura 17), a densidade radicular se correlacionou positivamente com a superfície radicular, comprimento radicular, N, P, K, Ca, Mg, acidez potencial (H+Al), soma de base (SB), CTC efetiva (CTCt), CTC a pH igual a 7 (CTCT), fósforo remanescente (P-rem), Mn, Fe e Zn. Para superfície e comprimento radicular (Figura 17), as mesmas correlações positivas foram observadas com a adição de saturação por bases (V). A densidade, superfície e comprimento radicular se correlacionaram negativamente com a profundidade (Figura 17).





## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 Densidade, superfície e comprimento radicular

A densidade radicular para área total (linha+entrelinha), na área HF, foi afetada ( $p < 0,1$ ) pela presença de resíduos da colheita e serapilheira na camada 10-20 cm de profundidade. Já na área FS, a presença de serapilheira favoreceu o aumento da densidade radicular nas camadas de 20-40 e 40-60 cm de profundidade. Alguns estudos sugerem que uma maior disponibilidade de nutrientes irá favorecer a maior densidade de raízes (Witschoreck et al., 2003; Valcarcel et al., 2007; Selle et al., 2010).

Witschoreck et al. (2003), estudando *Eucalyptus*, observaram que a maior densidade de raízes na profundidade de 0-30 cm do solo estava relacionada à presença de serapilheira. Esses autores afirmam que a camada de serapilheira é a principal fonte de nutrientes para as raízes finas e que ela atua como isolante térmico controlando a temperatura e umidade, evitando, assim, o aquecimento excessivo da superfície do solo e a evaporação. Já Mello et al. (1998) observaram em estudo realizado com três materiais genéticos de *Eucalyptus* spp. que a disponibilidade de água e de nutrientes influenciam a densidade de raízes finas. De acordo esses autores, a disponibilidade de água contribui para o crescimento das raízes nas camadas mais profundas enquanto a disponibilidade de nutrientes favorece o crescimento nas camadas superficiais.

Em relação à superfície e ao comprimento das raízes finas na área HF, a ausência de resíduo da colheita e serapilheira proporcionou a maior superfície e comprimento radicular. Por outro lado, para as raízes médias a presença de resíduo da colheita e serapilheira favoreceu o aumento da superfície e comprimento radicular. Comportamento parecido foi observado no trabalho de Fabião et al. (1995) estudando o crescimento de raízes de *Eucalyptus globulus* sob diferentes manejos de água e nutrientes. Esses autores observaram que as raízes com diâmetro menor do que 2 mm não foram influenciadas pela irrigação e aplicação de fertilizantes. Enquanto para as raízes com diâmetro maior do que 2 mm, os tratamentos envolvendo fertilizações e irrigação favoreceram o crescimento.

Quanto a área FS, a presença de serapilheira (+SR) contribuiu para o aumento da superfície e comprimento radicular das raízes finas e médias. Da mesma forma, Oliveira et al. (1994), estudando diferentes graus de resíduos da

colheita e serapilheira em um povoamento de *E.grandis*, observaram que os resíduos da colheita e serapilheira influenciam positivamente o crescimento radicular.

Segundo Mello et al. (1998), a extensão das raízes finas é uma característica associada ao genótipo e também aos fatores: estado nutricional, potencial produtivo e capacidade de adaptação às condições ambientais. Todavia, Hodge (2004) afirmam que as respostas morfológicas e fisiológicas das raízes não são uniformes nas espécies.

As variações do ambiente associadas às respostas morfológicas e fisiológicas das raízes podem ter influenciado os resultados obtidos para a densidade, a superfície e o comprimento radicular, pois o que distingue os tratamentos da área HF daquela com FS é a presença do resíduo da colheita. Uma possível justificativa para este comportamento pode estar associada à taxa de decomposição e à liberação dos nutrientes. A composição química dos materiais orgânicos em decomposição influenciam na maior ou menor facilidade de degradação pelos organismos decompositores (Gonçalves et al., 2002). No estudo realizado por Souza et al. (2016) com resíduos da colheita de eucalipto foi verificado que a presença da casca contribuiu para aumentar a taxa de decomposição. Já Ferreira et al. (2016) observaram que a liberação de nutrientes dos resíduos da colheita de eucalipto estavam relacionadas aos fatores: propriedades químicas dos resíduos, necessidade dos organismos decompositores e o manejo empregado na área.

No presente estudo, na área HF, o tempo de decomposição médio do resíduo da colheita e serapilheira foi de 1,63 ano, enquanto o da serapilheira presente na área FS foi de 3,22 anos. A liberação mais rápida dos nutrientes na área HF pode estar associada a melhor qualidade dos resíduos da colheita principalmente devido a presença de casca. Enquanto na área FS, a liberação dos nutrientes foi mais lenta, havendo a imobilização de Cu e Zn e a alta variabilidade nos teores de N, S e B, o que dificultou o ajuste das curvas de liberação destes nutrientes. Assim, acredita-se que a liberação mais lenta dos nutrientes da serapilheira na área FS possa ter favorecido o crescimento radicular das árvores de eucalipto nas camadas mais profundas do solo (20-40 e 40-60 cm), enquanto a liberação mais rápida, na área HF, promoveu o aumento das raízes na camada de 10-20 cm de profundidade.

Em ambas as áreas, a densidade, a superfície e o comprimento radicular diminuem com o aumento da profundidade e os maiores valores se concentram nas camadas superficiais do solo (0-10 e 10-20 cm). Este mesmo comportamento para densidade de raízes foi relatado tanto em trabalhos envolvendo *Eucalyptus* spp (Witschoreck., et al. 2003; Gaitán et al., 2005; Navroski et al., 2010; Gatto et al., 2014; Ferreira et al., 2018) quanto outras espécies florestais tais como: *Pinus* e Teca (Selle et al., 2010; Behling et al., 2014).

#### 4.2 Análise de correlação de Pearson

A densidade, a superfície e o comprimento radicular em ambas as áreas e para todos os tratamentos se correlacionam positivamente com a MOS. Selle et al. (2010) também observaram correlação positiva entre densidade de raízes e a MOS em experimento realizado com povoamento de *Pinus* sp..

A densidade, a superfície e o comprimento radicular e os nutrientes do solo, também apresentam correlação positiva, porém este comportamento não segue um padrão entre as áreas e os tratamentos. Segundo Da Silva et al. (2011), existe uma relação entre a disponibilidade de nutrientes do solo e a absorção pelas árvores de *Eucalyptus grandis*. Para esses autores, as raízes têm capacidade de se especializar quanto à absorção dos nutrientes, sendo que essa capacidade varia de acordo com o nutriente, teor de água e a profundidade das raízes no solo.

De acordo com a 5ª aproximação (Ribeiro et al., 1999), o solo da área experimental pode ser considerado de acidez muito elevada, o que justifica as correlações observadas entre a densidade, a superfície e o comprimento radicular com a saturação por alumínio (m), o pH, a acidez potencial (H+Al), a capacidade de troca catiônica a pH igual a 7 (T), a capacidade de troca catiônica efetiva (t), o fósforo remanescente (P-rem), a saturação por base (V) e a acidez trocável (Al<sup>3+</sup>).

O gênero *Eucalyptus* é relativamente tolerante a acidez do solo (Barros & Novais, 1999; Tedesco et al., 2004), no entanto, Silva et al. (2004) verificaram que o crescimento das raízes finas foi prejudicado pela presença de altas concentrações de alumínio quando comparado as raízes mais grossas. Este comportamento justifica a correlação negativa observada entre as densidade de raízes e a acidez trocável (Al<sup>3+</sup>) nos tratamentos –R e –SR. Apesar disso, verifica-se que a acidez do solo não foi limitante ao desenvolvimento das plantas.

De modo geral, a densidade, a superfície e o comprimento radicular não mostraram correlação significativa com a densidade do solo, na presença de resíduos (+R). No entanto, na ausência dos resíduos a superfície e o comprimento radicular se correlacionam negativamente com a densidade do solo. O mesmo padrão de comportamento foi observado para densidade de raízes por Selle et al. (2010) estudando um povoamento de *Pinus*. Para estes autores os resultados obtidos se devem ao fato de que a densidade do solo não limitou o crescimento radicular. Sob o mesmo ponto de vista, no presente estudo a densidade do solo não restringiu o crescimento das raízes.

Diante dos resultados obtidos pode-se dizer que a manutenção dos resíduos da colheita e serapilheira é de extrema importância visando manter a sustentabilidade da produção florestal a longo prazo, principalmente devido aos diversos benefícios associados a essa prática, tais como o maior aporte de nutrientes, retenção de água, incremento de matéria orgânica (Barbosa et al., 2019; São José et al., 2020) e o aumento de carbono no solo (Villalobos-Vega et al., 2011).

## 5. CONCLUSÕES

A manutenção de resíduo da colheita e serapilheira promove o aumento da densidade de raízes na camada 10-20 cm de profundidade e o maior comprimento e superfície das raízes médias nos primeiros 10 cm de profundidade do solo.

A presença de serapilheira proporciona o aumento da densidade de raízes, da superfície e do comprimento das raízes finas nas camadas de 20-40 e 40-60 cm de profundidade e o maior comprimento e superfície das raízes médias nas camadas nas camadas de 0-10 e 40-60 cm de profundidade.

Em ambas as áreas HF e FS, a densidade, a superfície e o comprimento radicular diminuem com o aumento da profundidade do solo e oitenta por cento das raízes se concentram nos primeiros 20 cm de profundidade do solo.

## REFERÊNCIAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, nº.6, p.711–728, 2013.

ALVAREZ V. V. H.; DIAS, L.E.; RIBEIRO JR., E.S.; SOUZA, R.B. & FONSECA, C.A. **Métodos de análises de enxofre em solos e plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 131p.

BARBOSA, R.A.; FARIA, R.S.; SILVEIRA, L.J.; DIAS, H.C.T.; PIMENTA, L.V.A.; SOUZA, C.M.; FERREIRA, A.C.S. Variação temporal da umidade do solo sob diferentes coberturas vegetais. **Revista Ifes Ciência**, v.5, n.2, p. 11-23, 2019.

BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - **5ª Aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, p.303-305, 1999.

BARROS N.F, NOVAIS R.F, TEIXEIRA J.L, FERNANDES FILHO E.L. NUTRICALC 2.0-Sistema para calculo del balance nutricional y recomendacion de fertilizantes para el cultivo de eucalipto. **Bosque**, v.16, p. 129-131, 1995.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 48p. 1983. (Boletim Técnico).

BEHLING, M.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F.; KISHIMOTO, C.B.; SMIT, L. Eficiência de utilização de nutrientes para formação de raízes finas e médias em povoamento de Teca. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.5, p.837-846, 2014.

BELLOTE, A.F.J.; DEDECEK, R.A.; SILVA, H.D. da. Nutrientes minerais, biomassa e deposição de serapilheira em plantio de *Eucalyptus* com diferentes sistemas de manejo de resíduos florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 56, p.31–41, 2008.

DEMOLINARI, M. DE S.M.; DE SOUSA, R.N.; DA SILVA, I.R.; TEIXEIRA, R. DA S.; NEVES, J.C.L.; MENDES, G. DE O. Effect of mineral nitrogen on transfer of <sup>13</sup>C-carbon from *Eucalyptus* harvest residue components to soil organic matter fractions. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,v.41, p.1–12, 2017.

DA SILVA, E.V.; BOUILLET, J.P.; GONÇALVES, J.L. DE M.; JUNIOR, C.H.A.; TRIVELIN, P.C.O.; HINSINGER, P.; JOURDAN, C.; NOUVELLON, Y.; STAPE, J.L.; LACLAU, J.P. Functional specialization of *Eucalyptus* fine roots: contrasting potential uptake rates for nitrogen, potassium and calcium tracers at varying soil depths. **Functional Ecology**, v.25, p. 996–1006, 2011.

DEDECEK, R.A.; BELLOTE, A.F.J.; MENEGOL O. Influence of residue management and soil tillage on second rotation *Eucalyptus* growth. **Scientia Forestalis**, v.74, p.09-17, 2007.

DEFELIPO, B. V. RIBEIRO, A. C. **Análise química do solo (metodologia)**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 26p, 1997. (Boletim de extensão 29).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 2nd ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solos**.3.ed. Brasília, Embrapa Solos, 2017. 573p.

FABIÃO, A.; MADEIRA, M.; STEEN, E.; KATTERER, T.; RIBEIRO, C.; ARAÚJO, C. Development of root in a *Eucalyptus globulus* plantation under different water and nutrient regimes. **Plant and Soil**, v.168-169, p.215-223, 1995.

FERREIRA, G.W.D.; SOARES, E.M.B.; OLIVEIRA, F.C.C.; SILVA, I.R.; DUNGAIT, J.A.J.; SOUZA, I.F.; VERGÜTZ, L. Nutrient release from decomposing *Eucalyptus* harvest residues following simulated management practices in multiple sites in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v.370, p.1–11, 2016.

FERREIRA, G.W.D.; OLIVEIRA, F.C.C.; SILVA, L.O.G.; SOUZA, J.J.L.L.; SOARES, E. M. B.; ARAÚJO, E.F.; SILVA, I.R. Nitrogen Alters Initial Growth, Fine-Root Biomass and Soil Organic Matter Properties of a *Eucalyptus dunnii* Maiden Plantation in a Recently Afforested Grassland in Southern Brazil. **Forests**, v.9, n.62; 2018.

FREITAS, T.A.S.F.; BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J.G.A. Dinâmica de raízes de espécies arbóreas: visão da literatura. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 133-142, 2008.

GAITÁN, J.J.; PENÓN, E.A.; COSTA, M.C. Distribución de raíces finas de *Eucalyptus globulus* ssp. maidenii y su relación con algunas propiedades del suelo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 33-41, 2005.

GATTO, A.; BUSSINGUER, A. P; RIBEIRO, F. C.; AZEVEDO, G. B.; BUENO, M. C.; MONTEIRO, M. M.; SOUZA, P.F. Ciclagem e balanço de nutrientes no sistema solo-planta em um plantio de *Eucalyptus* spp., no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 38, núm. 3, p. 879-887, 2014.

GONÇALVES, J.L.M.; MELLO, S.L.M. O sistema radicular das árvores. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização de florestas**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), cap.8, p. 221-262, 2000.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; WICHERT, M.C.P.; GAVA, J.L. Manejo de resíduos vegetais e preparo do solo. In: **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), cap.3, p. 131-204, 2002.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; LACLAU, J.P.; BOUILLET, J.P.; RANGER, J. Assessing the effects of early silvicultural management on long-term site productivity of fast-growing eucalypt plantations: the Brazilian experience. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, vol.70, núm. 2, p.105-118, 2008.

GONÇALVES, J.L.M.; ALVARES, C.A.; HIGA, A.R.; SILVA, L.D.; ALFENAS, A.C.; STAHL, J., FERRAZ, S.F.B.; LIMA, W.P.; BRANCALION, P.H.S.; HUBNER, A.; JEAN-PIERRE DANIEL BOUILLET, J.P.D.; LACLAU, J.P.; NOUVELLON, Y.; EPRON, D. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, v.301, p. 6–27, 2013.

HERTEL, D.; LEUSCHNER, C.; HÖLSCHER, D. Size and structure of fine root systems in old-growth and secondary tropical montane forests (Costa Rica). **Biotropica**, v.35(2), p.143–153, 2003.

HODGE, A. The plastic plant: root responses to heterogeneous supplies of nutrients. **New Phytologist**, v.162, p.9–24, 2004.

JORGE, L.A.C.; RODRIGUES, A.F.O. Safira: Sistema de Análise de Fibras e Raízes, 1st ed.; **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**; Embrapa: São Carlos, Portugal, p. 20, 2008.

KLABIN, 2020. Plano de Manejo Florestal Telêmaco Borba-PR: Resumo Público 2020.

LACLAU, J.P.; DA SILVA, E.A.; LAMBAIS, G.R.; BERNOUX, M.; LE MAIRE, G.; STAPE, J.L.; BOUILLET, J.P.; GONÇALVES, J.L. DE M.; JOURDAN, C.; NOUVELLON, Y. Dynamics of soil exploration by fine roots down to a depth of 10 m throughout the entire rotation in *Eucalyptus grandis* plantations. **Frontiers Plant Science**, v.4, p.1–13, 2013.

MCCORMACK, M.L.; DICKIE, I.A.; EISSENSTAT, D.M.; FAHEY, T.J.; FERNANDEZ, C.W.; GUO, D.; HELMISAARI, H.S.; HOBBIE, E.A.; IVERSEN, C.M.; JACKSON, R.B.; JAANA LEPPALAMMI-KUJANSUU, J.; NORBY, R.J.; PHILLIPS, R.J.; PREGITZER, K.S.; PRITCHARD, S.G.; REWALD, B.; ZADWORNÝ, M. Redefining fine roots improves understanding of below-ground contributions to terrestrial biosphere processes. **New Phytologist**, v.207, p.505–518, 2015.

MELLO, S.L.M.; GONÇALVES, J.L.M.; OLIVEIRA, L.E.G. Características do sistema radicular em povoamentos de eucaliptos propagados por sementes e estacas. **Scientia Forestalis**, n. 54, p. 17-28, 1998.

NAVROSKI, M.C.; BIALI, L.J.; BIANCHIN, J.E.; CAMARGO, L.; SCHUMACHER, M.V. Quantificação de biomassa e comprimento de raízes finas em povoamento de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.4, p.535-540, 2010.

OLIVEIRA, L.E.G.; MELLO, S.L.M.; GONÇALVES, J.L.M. **Características do sistema radicular em povoamentos de eucaliptos submetidos a diferentes métodos de manejo dos resíduos florestais**. Piracicaba, IPEF, Programa Temático de Silvicultura e Manejo (Relatório de Pesquisa).14p,1994.

OLSON, J.S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology**, v.44, p.322–331, 1963.

PAES, F.; LIMA, A.; VALENTE, S.; MIGUEL, A.; LIMA, N.; EIJI, R. Impacto do manejo dos resíduos da colheita, do preparo do solo e da adubação na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37,p.1081–1090, 2013.

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; HATSCHBACH, G.G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, v.24, n.1, p.75-92, 2002.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V, V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª **Aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 359p.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2020. URL <https://www.R-project.org/>.

SANTANA, R.C; BARROS, N.F; NOVAIS, R.F, LEITE, H.G; COMERFORD, N.B. Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2723-2733, 2008, Número Especial.

SÃO JOSÉ, J.F.B.; VARGAS, L.K.; BAYER, C.; LISBOA, B.B.; ARAÚJO, E.F. Initial growth and nutrition of *Eucalyptus* under different management of harvest residues. **Floresta e Ambiente**, v.27, n.4, 2020.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H. **Análise química em plantas**. Piracicaba, ESALQ, 1974, 56p.

SELLE, G.L.; VUADEN, E.; MURARI, A.B.; HACK, C.; FARIAS, J.A.; THOMAS, R. Biomassa radicular, densidade do solo e análise química do solo de um povoamento de *Pinus* sp. **Ambiência**, v. 6 n. 1 p.61 – 74. 2010.

SOUZA, I.F.; BARROS, N.F.; SILVA, I.R.; RENIER, R.F.; SILVA, L.A.; NOVAIS, R.F. Decomposition of eucalypt harvest residues as affected by management practices, climate and soil properties across southeastern Brazil. **Forest Ecology and Management**, vol.374, p.186–194, 2016.

SILVA, I.R.; NOVAIS, R.F.; JHAM, G.N.; BARROS, N.F.; GEBRIM, F.O.; NUNES, F.N.; NEVES, J.C.L.; LEITE, F.P. Responses of eucalypt species to aluminum: the possible involvement of low molecular weight organic acids in the Al tolerance mechanism. **Tree Physiology**, v.24, p.1267–1277, 2004.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; ANGHINONI, I.; BISSANI, C.A.; CAMARGO, F.A.O.; WIETHÖLTER, S. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina** / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. - 10. ed. – Porto Alegre, 400p, 2004.

TEIXEIRA, P.C.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L.; TEIXEIRA, J.L. *Eucalyptus urophylla* root growth, stem sprouting and nutrient supply from the roots and soil. **Forest Ecology and Management**, n.160, p.263-271, 2002.

VALCARCEL, R.; VALENTE, F.D.W.; MOROKAWA, M.J.; NETO, F.C.C.; PEREIRA, C.R. Avaliação da biomassa de raízes finas em área de empréstimo submetida a diferentes composições de espécies. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.5, p.923-930, 2007.

VILLALOBOS-VEGA, R.; GOLDSTEIN, G.; HARIDASAN, M.; FRANCO, A.C.; MIRALLES-WILHELM, F., SCHOLZ, F.G.; BUCCI, S.J. Leaf litter manipulations alter soil physicochemical properties and tree growth in a Neotropical savanna. **Plant Soil**, v.346, p.385–397, 2011.

VITOUSEK, P.M.; SANFORD, R.L.J. Nutrient Cycling in Moist Tropical Forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.17, p.137–167, 1986.

WITSCHORECK, R.; SCHUMACHER, M.V.; CALDEIRA, M.V.W. Estimativa da biomassa e do comprimento de raízes finas em *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake no município de Santa Maria-RS.R. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.2, p.177-183, 2003.

YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, n. 19, p.1467-1476, 1988.

## CAPÍTULO 2

### ESTADO NUTRICIONAL E REDISTRIBUIÇÃO DE NUTRIENTES DO EUCALIPTO EM FUNÇÃO DO MANEJO DE RESÍDUOS DA COLHEITA E DA FERTILIZAÇÃO MINERAL

#### RESUMO

Diversos fatores, dentre eles a manutenção de resíduos da colheita e serapilheira, as fertilizações e as variações climáticas, podem afetar o estado nutricional das plantas e a disponibilidade de nutrientes no solo. No entanto, ainda há poucas informações de como esses fatores interferem na redistribuição de nutrientes em florestas plantadas. Diante do exposto, este trabalho foi realizado com objetivo conhecer a influência do manejo de resíduos da colheita e das fertilizações na massa e área foliar, nos teores e na redistribuição de nutrientes de florestas comerciais de eucalipto nos períodos de verão e inverno. Este estudo foi realizado em uma área de plantações de eucalipto na região de Telêmaco Borba-PR-Brasil. A área foi dividida em duas partes, uma denominada Área Harvester+Forwarder (HF), enquanto a outra foi chamada de Área Feller+Skidder (FS). Os experimentos foram instalados em faixas, com quatro repetições. Os tratamentos, nas duas áreas experimentais, foram arranjados em esquema fatorial 3x3. Na área FS, os tratamentos consistiram de: sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0), sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira (R2) combinados com fertilizações: baixa fertilização (A0), com fertilização mineral para incremento médio anual aos 7 anos de idade (IMA7) igual a  $65 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  denominada média fertilização (A1) e com fertilização mineral em cobertura 66% superior à recomendada para IMA7 igual a  $65 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  denominada alta fertilização (A2). Na área HF foram os mesmos tratamentos da área FS com exceção do tratamento com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira (R2). Em março de 2017, foi realizado o plantio das mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (clone I144), no espaçamento de 3,30 x 1,82 m. Cada unidade experimental possuía 100 plantas, e parcela útil composta pelas 36 plantas centrais. Para as folhas das plantas de ambas as áreas foi determinado a massa foliar, área foliar, os teores e redistribuição de nutrientes. Correlações de Pearson foram utilizadas para avaliar o relacionamento entre massa

foliar, área foliar e os teores de nutrientes das folhas. A análise de componentes principais (PCA) foi utilizada com o intuito de visualizar as semelhanças entre os tratamentos estudados com base na análise conjunta das variáveis. De modo geral, os tratamentos envolvendo as fertilizações proporcionam maior massa e área foliar para as plantas de ambas áreas (FS e HF). Os teores e a redistribuição de nutrientes variam entre os períodos de coleta e o nutriente considerado. A redistribuição de Ca, B e Mn é negativa em ambas as áreas e períodos de coleta. Para os demais nutrientes analisados não há uma tendência definida para redistribuição.

Palavras-chaves: *Eucalyptus* spp. Ciclo bioquímico. Nutrição Mineral. Variações climáticas.

## 1. INTRODUÇÃO

A ciclagem de nutrientes é um dos processos que contribuem para a sustentabilidade das florestas inequânneas e equânneas, principalmente em regiões tropicais onde os solos são, em geral, de baixa fertilidade natural (Reis & Barros, 1990; Andrade et al. 1999; Poggiani & Schumacher, 2000; Correia & Andrade, 2008). O ciclo dos nutrientes pode conceitualmente ser dividido em ciclo geoquímico, biogeoquímico e bioquímico (Switzer & Nelson, 1972; Reis & Barros, 1990).

A ciclagem geoquímica envolve a entrada e saída de nutrientes minerais nos domínios do ecossistema florestal, por meio de: intemperismo das rochas, precipitação pluviométrica, fixação biológica de nitrogênio, aplicação de fertilizantes e resíduos industriais ou orgânicos. Já as saídas de nutrientes ocorrem por meio de processos de lixiviação, erosão, volatilização e exportação pela colheita (Haag, 1985; Reis & Barros, 1990; Poggiani & Schumacher, 2000). O ciclo biogeoquímico caracteriza-se pela transferência de nutrientes entre o solo e as plantas. As plantas absorvem os nutrientes pelo sistema radicular e os redistribuem entre os seus componentes através da translocação interna. O retorno dos nutrientes ao solo ocorre devido ao aporte do material formador de serapilheira (litterfall), acúmulo de serapilheira, decomposição de material orgânico e lixiviação dos nutrientes presentes nos componentes da parte aérea pela ação das chuvas (Switzer & Nelson, 1972; Haag, 1985; Reis & Barros, 1990; Poggiani & Schumacher, 2000).

O ciclo bioquímico compreende os processos de redistribuição dos nutrientes nas plantas, sendo dependente da translocação destes no floema (Aerts, 1996; Aerts & Chapin, 2000; Gonçalves et al., 2000; Fife et al., 2008; Brant & Chen, 2015). De modo geral, a redistribuição é variável entre os nutrientes e pode ser afetada também pela variabilidade genética, estágio de desenvolvimento da planta e por fatores ambientais (clima, mudanças climáticas e parâmetros do solo) (Dell et al., 1995; Brant & Chen, 2015). Um dos pontos pouco conhecidos do ciclo bioquímico está relacionado a como o estado nutricional das plantas e as variações climáticas influenciam na redistribuição de nutrientes. Alguns trabalhos afirmam que a menor disponibilidade de nutrientes poderia resultar no aumento da redistribuição interna, funcionando como um mecanismo de adaptação à escassez de nutrientes (Boerner, 1984; Vergutz et al., 2012; Yuan & Chen, 2015). Todavia, outros trabalhos afirmam

que a capacidade de redistribuição de nutrientes é pouco influenciada pela disponibilidade dos mesmos (Aerts, 1996; Cartaxana & Catarino, 2002).

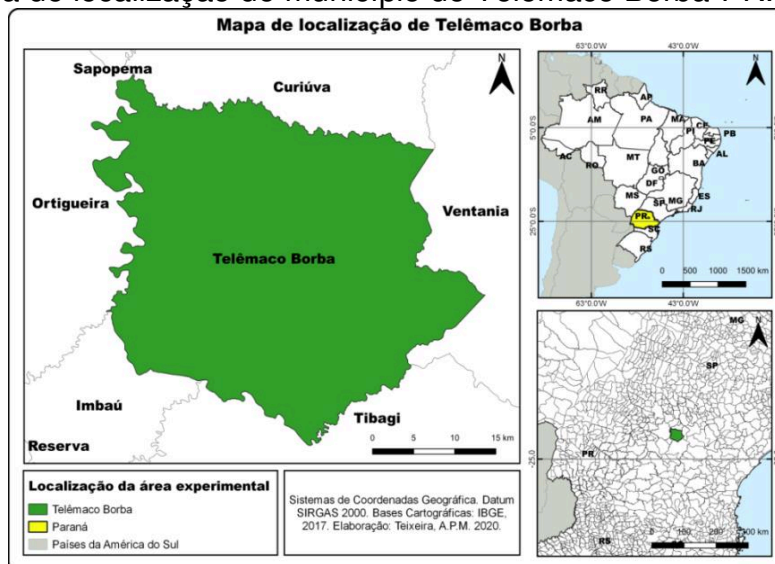
Em florestas equiâneas de eucalipto, o estado nutricional das plantas e a disponibilidade de nutrientes no solo são afetados por práticas de manejo, dentre as quais se destacam as fertilizações e o manejo do resíduo da colheita (Bellote et al., 2008; São José et al., 2020) e também pelas variações climáticas (Binkley et al. 2017). Sabendo que cada ecossistema apresenta características diferentes de armazenar e reutilizar os nutrientes entre seus compartimentos (Poggiani & Schumacher, 2000) e que ainda há poucas informações acerca de como a época do ano, bem como o manejo de resíduos e as fertilizações podem influenciar a redistribuição de nutrientes de florestas comerciais de eucalipto fazem-se necessários mais estudos que envolvam esta temática. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo conhecer a influência do manejo de resíduos da colheita e das fertilizações na massa e área foliar, nos teores e redistribuição de nutrientes de florestas comerciais de eucalipto nos períodos de verão e inverno.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### *2.1 Descrição da área de estudo e instalação do experimento*

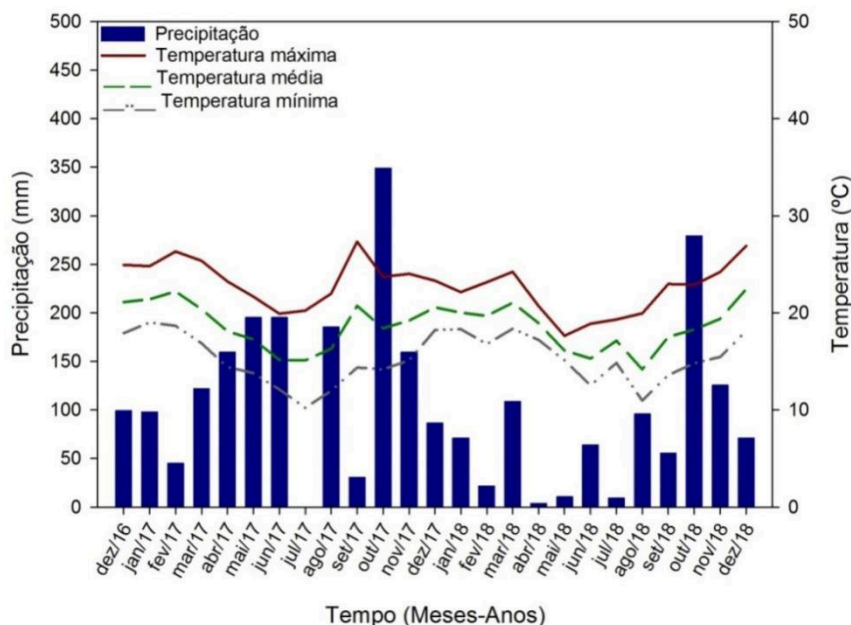
O estudo foi realizado em plantações comerciais de eucalipto localizadas na região de Telêmaco Borba, Paraná – Brasil (coordenadas geográficas 24°18'02,0"S e 50°27' 58,4"W e altitude média de 920 m) (Figura 1). O clima da região é classificado como clima oceânico, sem estação seca e com verão ameno, com temperatura média anual de 18°C e precipitação pluviométrica média de 1.600 mm (Cfb-Classificação de Köppen) (Alvares et al., 2013). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2006). A cobertura vegetal da região é classificada como floresta ombrófila mista, complementada por floresta estacional semidecidual, campos naturais e cerrado (Roderjan et al., 2002; Klabin, 2020). As informações sobre precipitações, temperaturas máximas, médias e mínimas das áreas experimentais durante o período de estudo estão apresentadas na Figura 2.

Figura 1– Mapa de localização do município de Telêmaco Borba-PR.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 2– Precipitações e temperaturas máximas, médias e mínimas para o município de Telêmaco Borba-PR no período de dezembro de 2016 a dezembro de 2018. Dados obtidos das estações meteorológicas da empresa Klabin S.A. durante a condução do estudo. As distâncias das estações meteorológicas em relação à área experimental são de 11 e 13 km.

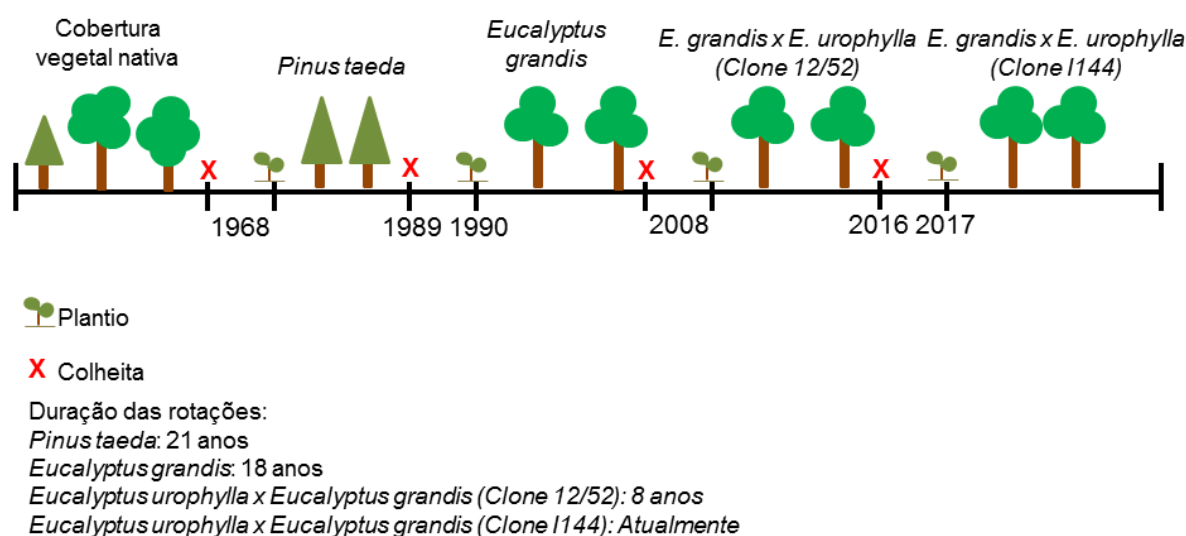


Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação ao histórico de uso da área experimental (Figura 3), em 1968 a cobertura vegetal nativa foi substituída por um plantio de *Pinus taeda* cuja colheita das árvores foi realizada em 1989. No ano de 1990, foi realizado o plantio de *Eucalyptus grandis* sendo a colheita realizada em 2008. Em 2008, foi realizado o

plântio de *E. urophylla* x *E. grandis* (clone 12/52), cujo corte foi realizado no final de 2016. No momento da colheita do povoamento a área foi dividida em duas partes sendo uma colhida com o sistema Harvester+Forwarder (Área HF) o qual processa as árvores no interior do talhão mantendo os resíduos da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e a serapilheira na área (Gonçalves et al., 2008). Enquanto na outra foi utilizado sistema de colheita com Feller+Skidder (Área FS) o qual retira as árvores inteiras (lenho e casca) e faz o processamento das mesmas nas bordas do talhão mantendo as cascas neste local (Gonçalves et al., 2008). Essas duas áreas constituíram o experimento, cujos dados foram analisados independentemente.

Figura 3– Histórico de uso da área experimental.



Fonte: Elaborado pela autora.

Em janeiro de 2017, antes da instalação do experimento, o resíduo proveniente da colheita anterior (resíduos da colheita) foi removido da área experimental com o auxílio de uma escavadeira hidráulica, de um trator de esteiras e, quando necessário, foi realizada a catação manual. No momento da limpeza, os resíduos da colheita foram depositados nas bordas das áreas experimentais para que posteriormente fossem distribuídos de acordo com os tratamentos. O preparo de solo foi realizado por meio de subsolagem até 50 cm de profundidade, utilizando subsolador de arrasto. Para o controle de formigas cortadeiras, na fase de implantação do povoamento, foi feita distribuição sistemática de iscas formicida (4 kg ha<sup>-1</sup>), e ao longo da rotação foram realizadas rondas periódicas.

Foram realizadas amostragens de solo nas áreas com o objetivo de caracterização química. As amostras foram coletadas dentro de cada parcela, nas quais quatro amostras simples foram utilizadas para constituição das amostras compostas nas camadas de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade. As amostras de solo foram secas ao ar e passadas em peneira de 2 mm (TFSA) para caracterização química (Embrapa, 2017) (Tabela 1).

Os experimentos foram instalados em faixas, com quatro repetições. Os tratamentos, nas duas áreas experimentais, foram arranjos em esquema fatorial 3x3, sendo três quantidades iniciais de materiais vegetais provenientes da colheita anterior (resíduos da colheita) como os tratamentos principais e três níveis de fertilizações como os tratamentos secundários (Figura 4).

Para a área FS, os tratamentos consistiram de: sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0), sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira (R2) combinados com fertilizações: baixa fertilização (A0), com fertilização mineral para incremento médio anual aos 7 anos de idade (IMA7) igual a  $65 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , denominada média fertilização (A1), e com fertilização mineral em cobertura 66% superior à recomendada para IMA7 igual a  $65 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  denominada alta fertilização (A2) (Figura 4) (Tabelas 2 e 3).

Para a área HF, os tratamentos consistiram de: sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0), sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira (R2) combinados com fertilizações: baixa fertilização (A0), com fertilização mineral para incremento médio anual aos 7 anos de idade (IMA7) igual a  $65 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , denominada média fertilização (A1), e com fertilização mineral em cobertura 66% superior à recomendada para IMA7 igual a  $65 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  denominada alta fertilização (A2) (Figura 4) (Tabelas 2 e 3).

As quantidades dos materiais vegetais (resíduos da colheita e serapilheira) mantidos nas áreas experimentais foram definidas por meio de amostragem, em 10 parcelas na área FS e 12 parcelas na área HF, ambas com  $9 \text{ m}^2$ . As quantidades iniciais dos materiais vegetais e os seus respectivos conteúdos de nutrientes ( $\text{t ha}^{-1}$ ) no início do experimento estão descritos na Tabela 2. Os materiais vegetais que

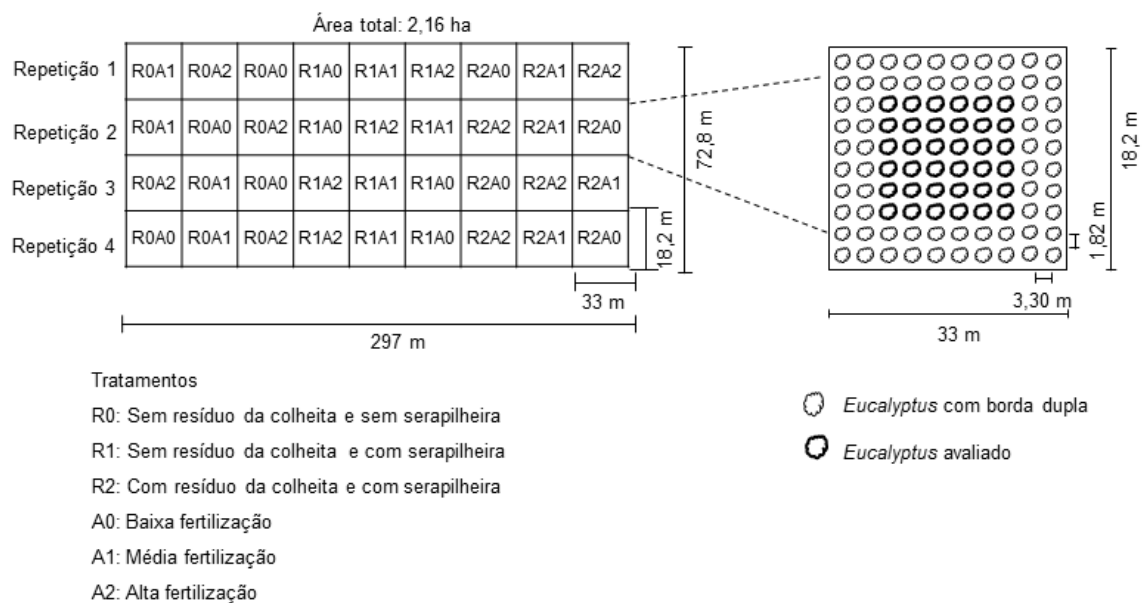
correspondem aos tratamentos R1 e R2, em ambas as áreas foram distribuídos uniformemente nas parcelas.

As quantidades de fertilizantes aplicadas foram calculadas de acordo com o software Nutreecalc® (Barros et al., 1995) levando em consideração a produtividade obtida na rotação anterior (incremento médio anual aos 7 anos de idade (IMA7) igual a  $65 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ). Foi realizada a aplicação em área total de 1,5 tonelada por hectare ( $\text{t ha}^{-1}$ ) de calcário dolomítico (31% de CaO e 21% de MgO).

Em março de 2017, foi realizado o plantio das mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (clone I144), no espaçamento de 3,30 x 1,82 m. Cada unidade experimental possuía 100 plantas e parcela útil composta pelas 36 plantas centrais.

Em ambas as áreas, na implantação dos experimentos, foram aplicados manualmente  $250 \text{ kg ha}^{-1}$  de fertilizante NPK 04.42.06 nos tratamentos média fertilização (A1) e alta fertilização (A2). Após 5 meses do plantio, em agosto de 2017, foi realizada a fertilização de cobertura, sendo aplicados manualmente  $250 \text{ kg ha}^{-1}$  de fertilizante NPK 10.05.30 com 0,5% de boro (B) no tratamento média fertilização (A1) e  $416 \text{ kg ha}^{-1}$  de fertilizante NPK 10.05.30 com 0,5% de boro (B) no tratamento alta fertilização (A2). Após 17 meses do plantio, em agosto de 2018, todos os tratamentos com fertilização (A0, A1 e A2) receberam  $250 \text{ kg ha}^{-1}$  de fertilizante NPK 10.05.30 com 0,5% de boro (B) (Tabela 3).

Figura 4 – Croqui apresentando a disposição dos tratamentos nas áreas experimentais (Área FS e Área HF).



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 1- Análise química de amostras de solo da área em que a colheita da rotação anterior foi realizada pelo método Feller+Skidder (FS) e pelo método Harvester+Forwarder (HF).

Área	Trat.	Prof.	MOS	pH	N	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTCa	CTCt	V	m	P-rem	S	B	Cu	Mn	Fe	Zn
			dag kg <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O	dag kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>			cmolc dm <sup>-3</sup>						----%----	mg L <sup>-1</sup>			mg dm <sup>-3</sup>				
FS	R0	0-10	4,37	3,96	0,12	1,60	22	0,63	0,26	1,91	10,25	0,94	2,85	11,19	8,4	66,8	15,45	30,1	0,4	1,67	14,7	42,05	0,36
		10-20	3,07	4,06	0,08	0,50	7	0,23	0,11	1,72	8,25	0,36	2,07	8,61	4,1	82,8	10,9	32,9	0,31	2,02	3,9	39,7	0,18
		20-40	2,35	4,34	0,06	0,10	1	0,15	0,08	1,48	6,7	0,23	1,7	6,93	3,25	86,75	12,2	33,55	0,2	1,97	3,3	30,5	0,19
		40-60	1,96	4,39	0,05	0,05	0,5	0,16	0,07	1,14	5,65	0,23	1,37	5,88	3,9	83,35	8,75	33,75	0,14	1,65	3,9	19,3	0,12
	R1	0-10	4,04	4,06	0,11	2,20	18	0,7	0,32	1,76	9,35	1,06	2,82	10,41	10,15	62,85	14,25	32,05	0,37	1,76	11,25	45,9	0,35
		10-20	3	4,24	0,08	1,00	9,5	0,5	0,17	1,57	7,85	0,69	2,26	8,54	7,85	70,1	12,6	32,3	0,36	1,86	3,95	35,3	0,24
		20-40	2,81	4,35	0,07	0,50	4	0,36	0,14	1,43	7,3	0,51	1,94	7,81	6,5	74,15	11,45	34,75	0,28	1,86	2,85	28,1	0,24
		40-60	2,09	4,34	0,06	0,50	0,5	0,2	0,08	1,29	6,15	0,27	1,56	6,42	4,2	82,7	10,1	30,75	0,18	1,7	4	22	0,16
	R2	0-10	4,24	3,96	0,11	1,9	19	0,77	0,42	1,91	9,55	1,24	3,14	10,79	11,3	61,1	16,45	29,95	0,46	1,53	13,35	48,15	0,36
		10-20	2,94	4,09	0,08	1,15	6,5	0,36	0,2	1,52	7,8	0,57	2,09	8,37	6,75	73,05	13	30,3	0,38	1,74	4,75	45,35	0,26
		20-40	2,42	4,27	0,07	0,5	3,5	0,19	0,09	1,53	7,15	0,28	1,81	7,43	3,8	84,4	10,25	34,05	0,27	1,91	3,3	31,2	0,27
		40-60	2,09	4,26	0,05	0,3	1,5	0,17	0,09	1,29	5,95	0,26	1,55	6,21	4,15	83,45	8,15	35,05	0,21	1,79	5,45	26,8	0,35

Trat.: Tratamento; Prof.: Profundidade; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira; pH em água: Relação 1:2,5; P, K, Fe, Zn, Mn, Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>: Extrator: KCl - 1 mol L<sup>-1</sup>; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> - pH 7,0; SB = Soma de Bases Trocáveis; t - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; T - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V= Índice de Saturação por Bases; m= Índice de Saturação por Alumínio; MOS (Matéria orgânica) = Carbono orgânico x 1,724 -Walkley-Black (Yeomans & Bremner, 1988); P-rem = Fósforo Remanescente; S: Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B - Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983).

Continua...

Tabela 1 - Análise química de amostras de solo da área em que a colheita da rotação anterior foi realizada pelo sistema Feller+Skidder (FS) e pelo sistema Harvester+Forwarder (HF).

Área	Trat.	Prof.	MOS	pH	N	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTCa	CTCt	V	m	P-rem	S	B	Cu	Mn	Fe	Zn
			dag kg <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O	dag kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>			cmolc dm <sup>-3</sup>				cmolc dm <sup>-3</sup>			----%----	mg L <sup>-1</sup>				mg dm <sup>-3</sup>		
R0		0-10	3,85	4,34	0,14	1,05	45,5	1,03	0,32	1,33	9,35	1,46	2,79	10,81	13,4	48,3	14,45	27,15	0,52	2,71	13,75	47,3	0,42
		10-20	3,33	4,34	0,09	1,70	26,5	0,62	0,19	1,43	8,35	0,87	2,30	9,22	9,55	63,3	11,45	28,95	0,41	3,31	5,25	44,6	4,96
		20-40	2,68	4,37	0,07	1,45	3,50	0,27	0,09	1,33	7,45	0,37	1,70	7,82	4,60	78,9	10,8	29,8	0,35	3,28	3,1	33,3	3,32
		40-60	2,22	4,31	0,11	0,05	1,50	0,10	0,06	1,15	6,2	0,17	1,31	6,37	2,60	87,3	10,45	33,25	0,25	2,68	4,85	24,2	0,34
HF	R1	0-10	3,72	4,01	0,10	2,25	29,5	0,58	0,43	1,48	8,00	1,09	2,56	9,09	11,9	57,7	20,2	25,95	0,6	1,6	25,5	73,2	1,66
		10-20	2,35	4,26	0,06	0,80	36,5	0,17	0,17	1,62	6,60	0,42	2,04	7,02	6,00	79,6	14,1	28,1	0,39	1,78	6,45	59,45	1,45
		20-40	1,77	4,47	0,05	2,35	14,5	0,25	0,09	1,19	5,10	0,38	1,57	5,48	6,80	76,65	13,95	26,65	0,25	1,58	3,8	34,15	0,25
		40-60	1,57	4,49	0,04	0,05	1,50	0,12	0,06	0,96	4,55	0,18	1,14	4,73	4,00	84,15	13	29,45	0,18	1,36	5,5	23,45	0,26
R2		0-10	3,85	4,14	0,10	2,45	43,5	0,89	0,63	1,28	8,03	1,63	2,91	9,66	16,13	49,83	20,48	24,9	0,53	1,31	18,25	58,05	0,41
		10-20	2,38	4,20	0,07	1,50	19,5	0,20	0,18	1,45	6,60	0,43	1,88	7,03	6,00	77,55	15,23	26,08	0,39	1,4	6,43	41,48	0,29
		20-40	2,06	4,31	0,05	0,57	14,0	0,40	0,19	1,24	5,85	0,62	1,86	6,47	9,00	69,8	15,35	27,23	0,25	1,52	4	34,9	0,4
		40-60	1,70	4,46	0,05	0,28	5,50	0,18	0,09	1,19	5,10	0,29	1,48	5,39	5,28	81,05	12,38	27,7	0,19	1,38	4,93	26,15	0,2

Trat.: Tratamento; Prof.: Profundidade; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira; pH em água: Relação 1:2,5; P, K, Fe, Zn, Mn, Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>: Extrator: KCl - 1 mol L<sup>-1</sup>; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> - pH 7,0; SB = Soma de Bases Trocáveis; t - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; T - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V= Índice de Saturação por Bases; m= Índice de Saturação por Alumínio; MOS (Matéria orgânica) = Carbono orgânico x 1,724 -Walkley-Black (Yeomans & Bremner, 1988); P-rem = Fósforo Remanescente; S: Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B - Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983).

Tabela 2- Quantidades iniciais dos materiais vegetais e respectivos conteúdos de nutrientes (t ha<sup>-1</sup>) no início do experimento nas áreas Feller+Skidder (FS) e Harvester+Forwarder (HF).

Área	Trat.	Quantidade	Conteúdo (kg ha <sup>-1</sup> )										
		inicial (t ha <sup>-1</sup> )	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
FS	R0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	R1	6,6200	43,1128	1,5557	2,7473	26,1987	5,9249	2,7804	0,0791	70,9477	0,0859	1,6688	0,0610
	R2	17,6428	93,4043	3,4063	7,2437	75,6020	15,5691	6,3468	0,1275	78,6339	0,1495	4,2794	0,1663
HF	R0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	R1	7,6417	65,2407	3,0376	10,6983	53,6445	11,4243	4,9098	0,0795	45,0568	0,0989	2,6330	0,0988
	R2	46,9115	238,6960	11,6927	57,2619	422,0451	51,0989	15,8411	0,2110	64,7224	0,3053	10,2641	0,5061

Trat.: R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: área FS: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira; R2: área HF: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira.

Tabela 3- Quantidades de fertilizantes aplicados nas áreas experimentais.

Tratamentos	Fertilizações	Data	Formulação NPK	Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	B
A0	Implantação	mar/17	04.42.06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cobertura	ago/17	10.05.30 + 0,5% de Boro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Manutenção	ago/18	10.05.30 + 0,5% de Boro	250,00	25,00	12,50	75,00	1,25
				Total	25,00	12,50	75,00	1,25
A1	Implantação	mar/17	04.42.06	250,00	10,00	105,00	15,00	0,00
	Cobertura	ago/17	10.05.30 + 0,5% de Boro	250,00	25,00	12,50	75,00	1,25
	Manutenção	ago/18	10.05.30 + 0,5% de Boro	250,00	25,00	12,50	75,00	1,25
				Total	60,00	130,00	165,00	2,50
A2	Implantação	mar/17	04.42.06	250,00	10,00	105,00	15,00	0,00
	Cobertura	ago/17	10.05.30 + 0,5% de Boro	416,00	41,60	20,80	124,80	2,08
	Manutenção	ago/18	10.05.30 + 0,5% de Boro	250,00	25,00	12,50	75,00	1,25
				Total	76,60	138,30	214,80	3,33

A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização.

## 2.2 Área foliar e teor de nutrientes

Folhas foram coletadas no verão e no inverno do ano de 2018. A coleta do verão foi realizada em janeiro, ocasião em que, o plantio se encontrava com 10 meses de idade. Enquanto a coleta do inverno foi realizada em agosto quando o plantio se encontrava com 17 meses de idade.

Em ambas coletas (verão e inverno), foram retiradas oito folhas completamente expandidas e oito folhas senescentes no terço médio da copa de cinco plantas por parcela. A metodologia empregada para realizar a amostragem de folhas foi adaptada dos trabalhos de Dell et al. (1995), Yuan et al. (2005) e Cai & Bongers (2007).

As folhas coletadas foram armazenadas em sacos de papel e em seguida foi determinada a área foliar (cm<sup>2</sup>) com um medidor de área foliar LI-3000 (Li-Cor, USA). Após a medição da área foliar, as folhas foram secas em estufa de circulação forçada de ar à 65° C, até massa constante, pesadas e então moídas em moinho tipo Wiley com peneira de abertura de 1 mm e analisadas quimicamente.

Os teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn) e boro (B) foram determinados após digestão nitroperclórica (Sarruge & Haag, 1974) por espectrômetro de emissão ótica em plasma indutivamente acoplado (ICP OES). O teor de nitrogênio (N) foi determinado após digestão sulfúrica pelo método Kjeldahl (Bataglia et al. 1983).

O conteúdo de nutrientes nas folhas foi calculado pelo produto do teor do nutriente (g kg<sup>-1</sup>) pela massa da matéria seca das mesmas.

## 2.3 Redistribuição de nutrientes

A redistribuição de nutrientes foi calculada conforme descrito por Van Heerwaarden et al. (2003):

$$RE=100 \times \left(1 - \frac{NuS}{NuV}\right)$$

RE: Redistribuição de nutrientes (%);

NuS: Conteúdo de nutriente nas folhas senescentes (g kg<sup>-1</sup>);

NuV: Conteúdo de nutriente nas folhas completamente expandidas (g kg<sup>-1</sup>).

#### *2.4 Análise estatística*

Os dados de massa foliar, área foliar, teores e redistribuição de nutrientes obtidos de ambas as áreas (HF e FS) foram submetidos a testes de normalidade (Teste de Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Teste de Bartlett) e, quando necessário, foram utilizadas as transformações: logarítmica e raiz quadrada dos dados. As diferenças entre os tratamentos foram testadas com a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste LSD a 10% de significância.

Correlações de Pearson a 10% de significância foram utilizadas para avaliar o relacionamento entre massa foliar, área foliar e os teores de nutrientes das folhas completamente expandidas e senescentes nas áreas FS e HF.

A análise de componentes principais (PCA) foi utilizada com o intuito de visualizar as semelhanças entre os tratamentos estudados com base na análise conjunta das variáveis. Essa análise foi realizada para as duas áreas (FS e HF) e as variáveis adotadas foram: os teores dos nutrientes (N, P, K Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B) nas folhas completamente expandidas e senescentes em ambos períodos de coleta (verão e inverno) e os valores de redistribuição dos nutrientes em ambos períodos de coleta (verão e inverno).

Todas as análises foram realizadas no software R versão 4.0.2. (R Core Team, 2020), pacote ExpDes.pt: Experimental Designs (Portuguese) versão 1.2.0 (Ferreira et al., 2018).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Área Feller+Skidder (FS)

##### Verão

#### 3.1.1 Massa foliar, área foliar e diferença entre massa e área foliar de folhas completamente expandidas e senescentes

A massa de folhas completamente expandidas (MFCE), massa de folhas (MFS) senescentes e a diferença entre a massa de folhas completamente expandidas e de folhas senescentes foram afetadas ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações (Tabela 4). De modo geral, os tratamentos com alta fertilização (A2) e com média fertilização (A1), proporcionaram maiores massas de folhas completamente expandidas, de folhas senescentes e a maior diferença entre as folhas completamente expandidas e as folhas senescentes quando comparados ao tratamento com baixa fertilização (A0) (Tabela 4).

A área de folhas completamente expandidas e de folhas senescentes, foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 4). Em relação à área de folhas completamente expandidas (AFCE), o tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) levou à maior área foliar, seguido dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) e sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1). Quanto ao efeito das fertilizações, os tratamentos com alta fertilização (A2) e com média fertilização (A1), proporcionaram maiores áreas foliares quando comparado ao tratamento com baixa fertilização (A0). Já em relação à área de folhas senescentes (AFS) o tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) proporcionou a maior área foliar quando comparado aos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e com resíduo da colheita e com serapilheira (R2). Já a diferença entre a área de folhas completamente expandidas e de folhas senescentes, não foi afetada ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 4).

Tabela 4—Massa das folhas completamente expandidas (MFCE) e massa das folhas senescentes (MFS) em g folha<sup>-1</sup>. Área das folhas completamente expandidas (AFCE) e área das folhas senescentes (AFS) em cm<sup>2</sup>.

Trat.	MFCE				MFS				≠ Massa			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,3554	0,4365	0,4563	0,4161 A	0,3406	0,3673	0,3738	0,3606 A	0,0148	0,0692	0,0824	0,0555 A
R1	0,3491	0,4234	0,4064	0,3930 A	0,3166	0,3690	0,3525	0,3460 A	0,0325	0,0544	0,0539	0,0470 A
R2	0,3730	0,4209	0,4470	0,4136 A	0,3371	0,3639	0,3789	0,3600 A	0,0359	0,0570	0,0681	0,0537 A
Total	0,3592 b	0,4269 a	0,4366 a		0,3314 b	0,3667 a	0,3684 a		0,0278 b	0,0602 a	0,0681 a	
Trat.	AFCE				AFS				≠ Área			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	42,6536	50,5992	52,6346	48,6291 A	37,8979	41,2584	43,0754	40,7439 A	4,7558	9,3408	9,5593	7,8853 A
R1	40,5526	49,4464	49,5178	46,5056 B	34,7027	41,1539	41,9376	39,2648 B	5,8499	8,2925	7,5802	7,2409 A
R2	43,1622	48,7443	51,4977	47,8014 AB	36,4260	40,6084	41,5280	39,5208 B	6,7362	8,1358	9,9697	8,2806 A
Total	42,1228 b	49,5966 a	51,2167 a		36,3422 b	41,0069 a	42,1803 a		5,7806 a	8,5897 a	9,0364 a	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; ≠ Massa: Diferença entre MFCE e MFS; ≠ Área: Diferença entre AFCE e AFS. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

### *3.1.2 Teores de nutrientes em folhas completamente expandidas, em folhas senescentes e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e senescentes*

Os teores de P, Mg e Mn em folhas completamente expandidas não foram afetados ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 5). Já os teores de N, Ca, S e B nas folhas completamente expandidas foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações (Tabela 5). Para N, os maiores valores foram verificados para as plantas submetidas a baixa fertilização (A0) e a alta fertilização (A2) que não diferiram entre si. Enquanto para Ca e B, as folhas das plantas que receberam a alta fertilização (A2) e a média fertilização (A1) apresentaram maiores teores não diferindo entre si. Já para S, os maiores teores foram observados para as folhas das plantas submetidas a baixa fertilização (A0) (Tabela 5).

Os teores de Cu e Fe nas folhas completamente expandidas foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 5). Para Cu, verificou-se que as plantas que receberam os tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) e baixa fertilização (A0) apresentaram os maiores teores (Tabela 5). Já para Fe, os maiores teores foram verificados para as plantas submetidas aos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0), com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) e a média fertilização (A1) (Tabela 5).

Os teores de K e Zn, nas folhas completamente expandidas foram afetados ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 5). Em relação ao K, os maiores teores foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1).

Em relação ao Zn, os maiores teores foram verificados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com

serapilheira e alta fertilização (R2A2) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1).

Para as folhas senescentes, foi verificado que os teores de P e S não foram afetados ( $p>0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 5). Por outro lado, N, Ca e B foram afetados ( $p<0,1$ ) pelas fertilizações. Para N, os maiores teores foram observados para as plantas submetidas a baixa fertilização (A0). Já para Ca, os maiores teores foram verificados para as plantas que receberam a alta fertilização (A2) e a média fertilização (A1) que não diferiram entre si. Enquanto para B, os maiores teores foram observados para as plantas que receberam a alta fertilização (A2).

Os teores de Cu e Zn nas folhas senescentes foram afetados ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 5). Em relação ao Cu, os maiores valores foram verificados para as plantas submetidas aos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) e baixa fertilização (A0) (Tabela 5). Já para Zn, observa-se que as plantas que receberam os tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) e média fertilização (A1) apresentaram maiores teores.

Os teores de Mn nas folhas senescentes foram afetados ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita (Tabela 5). Para esse nutriente, os maiores valores foram verificados para as plantas que receberam o tratamento com resíduo da colheita e com serapilheira (R2).

Os teores de K e Fe, nas folhas senescentes foram afetados ( $p<0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 5). Em relação ao K, os maiores valores de teores foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1).

Em relação a Fe, os maiores valores de teores foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem

serapilheira e baixa fertilização (R0A0) e com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2).

Em relação as diferenças entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes, verificou-se que para N, P, K e Ca não houve efeito significativo ( $p>0,1$ ) ao aplicar os tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 5). Por outro lado, os teores de S e Cu foram afetados ( $p>0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações. Para S, a maior diferença entre os teores foi verificada para as plantas que receberam a baixa fertilização (A0). Em contrapartida, as maiores diferenças entre os teores de Cu foram observadas para as plantas que receberam a média fertilização (A1) e a alta fertilização (A2).

Já a diferença entre os teores de Mg e Zn em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes, foi afetada ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita. Para Mg, as maiores diferenças entre os teores foram verificadas para as plantas que receberam o tratamento com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 5). No entanto, para o Zn, as plantas submetidas ao tratamento sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) apresentaram as maiores diferenças entre os teores.

Enquanto para a diferença entre os teores de B, Fe e Mn em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes, foram afetadas pelas interações ( $p<0,1$ ) dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 5). Em relação ao B, as maiores diferenças entre os teores foram observadas para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2) e com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0) (Tabela 5). Já para Fe, as maiores diferenças entre os teores foram verificadas para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2) (Tabela 5).

Em relação ao Mn, as maiores diferenças entre os teores foram observadas para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1) e com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2) (Tabela 5).

Tabela 5—Teores de nutrientes (g kg<sup>-1</sup>) em folhas completamente expandidas (FCE) e em folhas senescentes (FS) e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes (≠).

Trat.	N FCE				N FS				≠ N			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	23,4433	21,0700	25,9275	23,4803 A	7,6900	6,9925	6,5700	7,0842 A	15,7533	14,0775	19,3575	16,3961 A
R1	23,9575	19,5267	23,0675	22,1839 A	7,5750	6,3400	6,5325	6,8158 A	16,3825	13,1867	16,5350	15,3681 A
R2	26,2750	23,4150	24,5775	24,7558 A	7,8825	7,3025	7,4167	7,5339 A	18,3925	16,1125	17,1608	17,2219 A
Total	24,5586 a	21,3372 b	24,5242 a		7,7158 a	6,8783 ab	6,8397 b		16,8428 a	14,4589 a	17,6844 a	
Trat.	P FCE				P FS				≠ P			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,8850	0,9925	0,9950	0,9575 A	0,2725	0,2850	0,2775	0,2783 A	0,6125	0,7075	0,7175	0,6792 A
R1	0,9600	0,9575	0,9500	0,9558 A	0,2950	0,2750	0,2650	0,2783 A	0,6650	0,6825	0,6850	0,6775 A
R2	0,9875	0,9600	0,9775	0,9750 A	0,2900	0,2725	0,2900	0,2842 A	0,6975	0,6875	0,6875	0,6908 A
Total	0,9442 a	0,9700 a	0,9742 a		0,2858 a	0,2775 a	0,2775 a		0,6583 a	0,6925 a	0,6967 a	
Trat.	K FCE				K FS				≠ K			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	4,8425 Bc	6,1250 Ab	6,9700 Aa	5,9792	2,0450 Bc	3,0750 Ab	3,8175 Aa	2,9792	2,7975	3,0500	3,1525	3,0000 A
R1	4,7275 Bb	6,0875 Aa	6,6975 Aa	5,8375	2,1025 Bb	3,0300 Aa	3,4050 Aa	2,8458	2,6250	3,0575	3,2925	2,9917 A
R2	6,7350 Aa	6,8575 Aa	7,3275 Aa	6,9733	3,2650 Aa	3,5975 Aa	3,7900 Aa	3,5508	3,4700	3,2600	3,5375	3,4225 A
Total	5,4350	6,3567	6,9983		2,4708	3,2342	3,6708		2,9642 a	3,1225 a	3,3275 a	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; NFCE: Teor de nitrogênio na folha completamente expandida; NFS: Teor de nitrogênio na folha senescente; ≠ N: Diferença quanto ao teor de nitrogênio entre NFCE e NFS; PFCE: Teor de fósforo na folha completamente expandida; PFS: Teor de fósforo na folha senescente; ≠ P: Diferença quanto ao teor de fósforo entre PFCE e PFS; KFCE: Teor de potássio na folha completamente expandida; KFS: Teor de potássio na folha senescente; ≠ K: Diferença quanto ao teor de potássio entre KFCE e KFS; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 5—Teores de nutrientes (g kg<sup>-1</sup>) em folhas completamente expandidas (FCE) e em folhas senescentes (FS) e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes (≠).

Trat.	Ca FCE				Ca FS				≠ Ca			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	9,4125	10,7075	11,4425	10,5208 A	17,1125	17,0700	18,7350	17,6392 A	-7,7000	-6,3625	-7,2925	-7,1183 A
R1	8,8125	10,6800	10,5700	10,0208 A	14,9075	17,1675	18,0725	16,7158 A	-6,0950	-6,4875	-7,5025	-6,6950 A
R2	8,1850	10,3100	10,7300	9,7417 A	14,4175	18,2300	16,7425	16,4633 A	-6,2325	-7,9200	-6,0125	-6,7217 A
Total	8,8033 b	10,5658 a	10,9142 a		15,4792 b	17,4892 a	17,8500 a		-6,6758 a	-6,9233 a	-6,9358 a	
Trat.	Mg FCE				Mg FS				≠ Mg			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	2,1375	2,1300	2,0450	2,1042 A	2,8625	2,8525	2,7925	2,8358 A	-0,7250	-0,7225	-0,7475	-0,7317 B
R1	2,0925	1,9550	1,9625	2,0033 A	2,6300	2,5825	2,6875	2,6333 B	-0,5375	-0,6275	-0,7250	-0,6300 AB
R2	2,0850	2,0075	1,9900	2,0275 A	2,5150	2,6975	2,6575	2,6233 B	-0,4300	-0,6900	-0,6675	-0,5958 A
Total	2,1050 a	2,0308 a	1,9992 a		2,6692 a	2,7108 a	2,7125 a		-0,5642 a	-0,6800 a	-0,7133 a	
Trat.	S FCE				S FS				≠ S			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	1,4075	1,3825	1,4050	1,3983 A	0,9000	0,8800	0,9550	0,9117 A	0,5075	0,5025	0,4500	0,4867 A
R1	1,4700	1,4150	1,4000	1,4283 A	0,9125	0,9275	0,9050	0,9150 A	0,5575	0,4875	0,4950	0,5133 A
R2	1,4875	1,3975	1,4325	1,4392 A	0,9350	0,9725	0,9600	0,9558 A	0,5525	0,4250	0,4725	0,4833 A
Total	1,4550 a	1,3983 b	1,4125 ab		0,9158 a	0,9267 a	0,9400 a		0,5392 a	0,4717 b	0,4725 b	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; CaFCE: Teor de cálcio na folha completamente expandida; CaFS: Teor de cálcio na folha senescente; ≠ Ca: Diferença quanto ao teor de cálcio entre CaFCE e CaFS; MgFCE: Teor de magnésio na folha completamente expandida; MgFS: Teor de magnésio na folha senescente; ≠ Mg: Diferença quanto ao teor de magnésio entre MgFCE e MgFS; SFCE: Teor de enxofre na folha completamente expandida; SFS: Teor de enxofre na folha senescente; ≠ S: Diferença quanto ao teor de enxofre entre SFCE e SFS; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 5—Teores de nutrientes (g kg<sup>-1</sup>) em folhas completamente expandidas (FCE) e em folhas senescentes (FS) e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes (≠).

Trat.	Cu FCE				Cu FS				≠ Cu			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,00811	0,00699	0,00718	0,00743 B	0,00733	0,00403	0,00441	0,00526 B	0,00078	0,00295	0,00276	0,00217 A
R1	0,00818	0,00754	0,00678	0,00750 B	0,00853	0,00486	0,00448	0,00595 AB	-0,00035	0,00268	0,0023	0,00154 A
R2	0,00882	0,00769	0,00823	0,00824 A	0,00873	0,00556	0,00538	0,00655 A	0,00009	0,00213	0,00285	0,00169 A
Total	0,008368 a	0,007404 b	0,00739 c		0,00819 a	0,004817 b	0,004754 b		0,00017 b	0,00258 a	0,00264 a	
Trat.	Zn FCE				Zn FS				≠ Zn			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,01258 Bb	0,01251 Ab	0,01427 ABa	0,01312	0,01087	0,01157	0,01126	0,01123 B	0,00171	0,00095	0,003	0,00189 AB
R1	0,01395 ABa	0,01375 Aa	0,01301 Ba	0,01357	0,01113	0,01205	0,00949	0,01089 B	0,00282	0,0017	0,00353	0,00268 A
R2	0,01485 Aab	0,01344 Ab	0,01493 Aa	0,0144	0,01395	0,01284	0,0123	0,01303 A	0,0009	0,0006	0,00263	0,00138 B
Total	0,0138	0,0132	0,0141		0,0120 ab	0,0122 a	0,0110 b		0,0018 a	0,0011 a	0,0031 a	
Trat.	B FCE				B FS				≠ B			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,0329	0,0357	0,0363	0,0349 A	0,0454	0,0467	0,0497	0,0473 A	-0,0125 Aa	-0,0111 ABa	-0,0134 Aa	-0,0123
R1	0,0322	0,0384	0,0371	0,0359 A	0,0438	0,0472	0,0474	0,0461 A	-0,0116 Aa	-0,0089 Ba	-0,0103 Aa	-0,0103
R2	0,0325	0,0344	0,0374	0,0348 A	0,0416	0,0479	0,0489	0,0461 A	-0,0091 Aa	-0,0134 Ab	-0,0115 Aab	-0,0114
Total	0,0325 b	0,0362 a	0,0369 a		0,0436 c	0,0473 b	0,0487 a		-0,0111	-0,0111	-0,0118	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; CuFCE: Teor de cobre na folha completamente expandida; CuFS: Teor de cobre na folha senescente; ≠ Cu: Diferença quanto ao teor de cobre entre CuFCE e CuFS; ZnFCE: Teo de zinco na folha completamente expandida; ZnZS: Teor de zinco na folha senescente; ≠ Zn: Diferença quanto ao teor de zinco entre ZnFCE e ZnFS; BFCE: Teor de boro na folha completamente expandida; BFS: Teor de boro na folha senescente; ≠ S: Diferença quanto ao teor de boro entre BFCE e BFS; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 5—Teores de nutrientes (g kg<sup>-1</sup>) em folhas completamente expandidas (FCE) e em folhas senescentes (FS) e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes (≠).

Trat.	Fe FCE				Fe FS				≠ Fe			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,0615	0,0773	0,0631	0,0673 A	0,3072 Aa	0,2157 Ab	0,1317 Ac	0,2182	-0,2457 Ba	-0,1383 Bb	-0,0686 Ac	-0,1509
R1	0,0503	0,0603	0,0599	0,0568 B	0,2694 Ba	0,1501 Bb	0,1327 Ab	0,1841	-0,2191 Bb	-0,0898 Aa	-0,0728 Aa	-0,1272
R2	0,061	0,0655	0,0639	0,0635 A	0,1520 Ca	0,1562 Ba	0,1391 Aa	0,1491	-0,0910 Aa	-0,0907 Aa	-0,0752 Aa	-0,0856
Total	0,0576 b	0,0677 a	0,0623 ab		0,2429	0,174	0,1345		-0,1853	-0,1063	-0,0722	

Trat.	Mn FCE				Mn FS				≠ Mn			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	1,0325	0,8918	0,8457	0,9233 A	1,5783	1,3996	1,4241	1,4673 B	-0,5458 Aa	-0,5078 Aa	-0,5784 Aa	-0,5440
R1	1,031	1,0583	0,8751	0,9881 A	1,6025	1,6238	1,5155	1,5806 AB	-0,5715 Aa	-0,5656 ABa	-0,6404 Aa	-0,5925
R2	1,1007	1,0013	1,1089	1,0703 A	1,7014	1,7205	1,5995	1,6738 A	-0,6007 Aab	-0,7192 Bb	-0,4906 Aa	-0,6035
Total	1,0547 a	0,9838 a	0,9433 a		1,6274 a	1,5813 a	1,5130 a		-0,5726	-0,5975	-0,5698	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; FeFCE: Teor de ferro na folha completamente expandida; FeFS: Teor de ferro na folha senescente; ≠ Fe: Diferença quanto ao teor de ferro entre FeFCE e FeFS; MnFCE: Teor de manganês na folha completamente expandida; MnFS: Teor de manganês na folha senescente; ≠ Mn: Diferença quanto ao teor de manganês entre MnFCE e MnFS; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

### 3.1.3 *Redistribuição de nutrientes*

A redistribuição de N, P, K e S, não foi afetada ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 6). Por outro lado, a redistribuição de Cu e Zn foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações (Tabela 6). Para Cu, os maiores valores de redistribuição foram observados para as plantas que receberam a alta fertilização (A2) e a média fertilização (A1) que não diferiram entre si (Tabela 6). Já para Zn, o maior valor de redistribuição foi verificado para as plantas submetidas a alta fertilização (A2).

Valores de redistribuição negativa foram observados para Ca, Mg, B, Fe e Mn (Tabela 6). A redistribuição de Ca foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações. Para este nutriente, os maiores valores de redistribuição foram observados para as plantas que receberam a alta fertilização (A2) e a média fertilização (A1) que não diferiram entre si (Tabela 6). Em contrapartida, a redistribuição de Mg e Mn não foi afetada ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 6).

A redistribuição de B e Fe foi afetada pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 6). Em relação ao B, os maiores valores de redistribuição foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2) e com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2) (Tabela 6).

Já em relação ao Fe, os maiores valores de redistribuição foram verificados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1) e com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0) (Tabela 6).

Tabela 6– Redistribuição de nutrientes (%) em folhas de *Eucalyptus* coletadas no verão na área Feller+Skidder (FS).

Trat.	N				P				K			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	68,6028	71,5165	79,0763	73,0652 A	70,0877	75,6122	76,8563	74,1854 A	59,8042	57,3723	54,8037	57,3267 A
R1	70,9411	70,7763	75,1977	72,3050 A	71,9767	74,9049	75,7491	74,2102 A	59,9494	56,5597	55,7627	57,4239 A
R2	72,2404	72,7152	74,3413	73,0990 A	73,2161	75,3587	74,7844	74,4530 A	55,8863	54,5668	56,2215	55,5582 A
Total	70,5948 a	71,6693 a	76,2051 a		71,7601 a	75,2919 a	75,7966 a		58,5466 a	56,1663 a	55,5960 a	
Trat.	Ca				Mg				S			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	-75,5502	-34,2439	-35,5698	-48,4546 A	-28,8365	-13,1242	-12,7639	-18,2415 A	38,6009	46,2029	43,4169	42,7402 A
R1	-55,597	-41,0837	-48,0543	-48,2450 A	-14,9825	-15,4213	-18,7873	-16,3970 A	43,6746	42,7545	43,7849	43,4047 A
R2	-60,9204	-52,4936	-32,6935	-48,7025 A	-9,3910	-16,5229	-13,0791	-12,9977 A	42,4298	39,4601	43,1981	41,6960 A
Total	-64,0225 b	-42,6071 a	-38,7725 a		-17,7367 a	-15,0228 a	-14,8768 a		41,5684 a	42,8058 a	43,4666 a	
Trat.	Cu				Zn				B			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	12,897	50,8383	49,3604	37,6986 A	17,2467	22,021	34,4605	24,5761 A	-32,6094 Bb	-10,3433 ABa	-12,8312 Aa	-18,5946
R1	5,126	43,8475	42,6219	30,5318 A	27,0883	23,5078	36,6274	29,0745 A	-24,6208 ABb	-7,2501 Ba	-11,3256 Aa	-14,3989
R2	13,0886	36,9867	44,5979	31,5577 A	14,7071	17,3391	30,2118	20,7526 A	-17,1925 Aa	-20,4542 Aa	-10,9912 Aa	-16,2126
Total	10,3705 b	43,8909 a	45,5267 a		19,6807 b	20,9560 b	33,7665 a		-24,8076	-12,6825	-11,716	
Trat.	Fe				Mn							
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total				
R0	-387,6715 Bb	-137,2214 Aa	-73,7467 Aa	-199,5465	-46,2845	-32,5531	-38,4365	-39,0914 A				
R1	-400,5057 Bb	-117,5551 Aa	-94,2914 Aa	-204,1174	-42,4375	-34,0577	-51,1933	-42,5628 A				
R2	-131,2970 Aa	-109,9425 Aa	-89,0007 Aa	-110,0801	-41,4012	-49,3824	-23,1257	-37,9698 A				
Total	-306,491	-121,573	-85,6796		-43,3744 a	-38,6644 a	-37,5852 a					

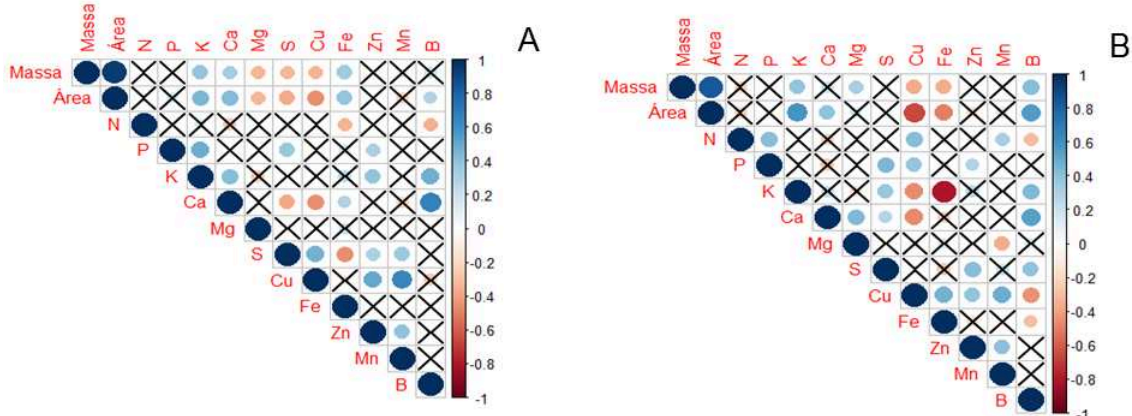
Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

### 3.1.4 Análises de correlações

Em relação as folhas completamente expandidas, a massa foliar se correlacionou positivamente com área foliar e os teores de K, Ca e Fe (Figura 5-A). Em contrapartida correlações negativas foram observadas para os teores de Mg, S e Cu. Os demais nutrientes, N, P, Zn, Mn e B, não apresentaram correlações com massa foliar a 10% de significância (Figura 5-A). Para área foliar foram observadas correlações positivas com massa foliar e os teores de K, Ca, Fe e B (Figura 5-A). Por outro lado, os teores de Mg, S e Cu apresentaram correlações negativas com a área foliar (Figura 5-A). Já os teores de N, P, Zn e Mn, não apresentaram correlações com área foliar a 10% de significância (Figura 5-A).

Quanto as folhas senescentes, a massa foliar se correlacionou positivamente com área foliar e os teores de K, Mg e B (Figura 5-B). Enquanto os teores de Cu e Fe se correlacionaram negativamente. Já os teores de N, P, Ca, S, Zn e Mn não apresentaram correlações com massa foliar a 10% de significância (Figura 5-B). Para área foliar, foram verificadas correlações positivas com massa foliar e os teores de K, Ca e B. Porém, os teores de Cu e Fe se correlacionaram negativamente. Já os teores de N, P, Mg, S, Zn e Mn não apresentaram correlações com área foliar a 10% de significância (Figura 5-B).

Figura 5– Correlação de Pearson ( $\alpha=10\%$ ) para as variáveis massa foliar, área foliar e teores de nutrientes em folhas completamente expandidas (A) e em folhas senescentes (B). Cor azul: se correlacionam positivamente; Cor vermelha: se correlacionam negativamente; X: indica que a variável não foi significativa a 10% de significância.



## *Inverno*

### *3.1.5 Massa foliar, área foliar e diferença entre massa e área foliar de folhas completamente expandidas e senescentes*

A massa de folhas completamente expandidas (MFCE), a massa de folhas senescentes (MFS), a diferença entre a massa de folhas completamente expandidas e de folhas senescentes, a área de folhas completamente expandidas (AFCE) e a diferença entre a área de folhas completamente expandidas e de folhas senescentes foram afetadas ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações (Tabela 7). Para massa e área foliar de folhas completamente expandidas, os tratamentos com alta fertilização (A2) e com média fertilização (A1) proporcionaram as maiores massas e áreas foliares quando comparado ao tratamento com baixa fertilização (A0). Em relação a massa das folhas senescentes, o tratamento com média fertilização (A1) levou a maior massa foliar quando comparado aos tratamentos com alta fertilização (A2) e com baixa fertilização (A0) (Tabela 7).

Já em relação a diferença entre a massa de folhas completamente expandidas e de folhas senescentes, o tratamento com alta fertilização (A2) proporcionou as maiores diferenças entre os valores de massas foliares quando comparado aos tratamentos com média fertilização (A1) e com baixa fertilização (A0). Em contrapartida, para a diferença entre a área de folhas completamente expandidas e de folhas senescentes, foi verificado que o tratamento com baixa fertilização (A0) levou as maiores diferenças entre os valores de áreas foliares quando comparado aos tratamentos com média fertilização (A1) e com alta fertilização (A2) (Tabela 7).

A área de folhas senescentes (AFS) foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 7), sendo as maiores áreas foliares observadas para as plantas que receberam os tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2), média fertilização (A1) e alta fertilização (A2) (Tabela 7).

Tabela 7– Massa das folhas completamente expandidas (MFCE) e massa das folhas senescentes (MFS) em g folha<sup>-1</sup>. Área das folhas completamente expandidas (AFCE) e área das folhas senescentes (AFS) em cm<sup>2</sup>.

Trat.	MFCE				MFS				≠ Massa			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,4131	0,4904	0,4892	0,4642 A	0,3739	0,4313	0,4108	0,4053 A	0,0392	0,0591	0,0784	0,0589 A
R1	0,4013	0,4906	0,5043	0,4654 A	0,3915	0,4371	0,4296	0,4194 A	0,0098	0,0534	0,0748	0,0460 A
R2	0,4498	0,4964	0,5009	0,4824 A	0,4176	0,4476	0,4339	0,4330 A	0,0322	0,0489	0,0669	0,0493 A
Total	0,4214 b	0,4925 a	0,4981 a		0,3943 b	0,4386 a	0,4248 ab		0,0271 b	0,0538 ab	0,0734 a	
Trat.	AFCE				AFS				≠ Área			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	37,1574	44,6179	44,0934	41,9563 A	31,3348	41,4132	43,3819	38,7100 AB	5,8227	3,2047	0,7115	3,2463 A
R1	36,5536	43,6402	44,1268	41,4402 A	30,4685	42,2931	42,4267	38,3961 B	6,0852	1,3471	1,7000	3,0441 A
R2	39,6243	43,8824	45,1638	42,8902 A	35,5798	43,0120	43,6110	40,7343 A	4,0446	0,8704	1,5527	2,1559 A
Total	37,7785 b	44,0468 a	44,4613 a		32,4610 b	42,2394 a	43,1399 a		5,3175 a	1,8074 b	1,3214 b	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; ≠ Massa: Diferença entre MFCE e MFS; ≠ Área: Diferença entre AFCE e AFS. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

### *3.1.6 Teores de nutrientes em folhas completamente expandidas, em folhas senescentes e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e senescentes*

Quanto as folhas completamente expandidas, os teores de B não foram afetados ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações. Por outro lado, os teores de Ca, Mg, Fe e Zn foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelas fertilizações (Tabela 8). Para Ca e Fe, as plantas que receberam a alta fertilização (A2) e a média fertilização (A1) apresentaram maiores teores e não diferiram entre si. Em contrapartida, para Mg e Zn, os maiores teores foram observados para as plantas submetidas a baixa fertilização (A0) (Tabela 8).

Já os teores de S, nas folhas completamente expandidas, foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita (Tabela 8). Para esse nutriente, os maiores valores foram verificados para as plantas submetidas ao tratamento com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 8).

Os teores de K, nas folhas completamente expandidas, foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 8). Para este nutriente, os maiores teores foram observados para as plantas que receberam os tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2), média fertilização (A1) e alta fertilização (A2).

Os teores de N, P, Cu e Mn nas folhas completamente expandidas foram afetados ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 8). Em relação a N, os maiores valores de teores foram verificados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2) e com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1).

Já para P, os maiores valores de teores foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), com

resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) e com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2).

Em relação ao Cu, os maiores valores de teores foram verificados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2) e com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1). Já para Mn, os maiores valores de teores foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1) (Tabela 8).

Para as folhas senescentes, foi verificado que os teores de B não foram afetados ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 8). Em contrapartida, os teores de Ca e Cu foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelas fertilizações. Para Ca e Cu, as plantas que receberam a baixa fertilização (A0) apresentaram maiores teores quando comparadas as plantas que foram submetidas a média fertilização (A1) e a alta fertilização (A2) (Tabela 8).

Já os teores de N e P, nas folhas senescentes, foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita (Tabela 8). Para N, os maiores teores foram verificados para as plantas que receberam o tratamento sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1). Enquanto para P, foi observado que as plantas submetidas aos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) e sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) apresentaram maiores teores (Tabela 8).

Os teores de S e Mn, nas folhas senescentes, foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 8). Para S, os maiores teores foram observados para as plantas que receberam os tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) e a baixa fertilização (A0) (Tabela 8). Enquanto para Mn, foi verificado que as plantas submetidas aos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) e a baixa fertilização (A0) apresentaram maiores teores (Tabela 8).

Os teores de K, Mg, Fe e Zn nas folhas senescentes, foram afetados ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 8). Em relação ao K, os maiores valores de teores foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1) (Tabela 8).

Já em relação ao Mg, os maiores valores de teores foram verificados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0) (Tabela 8).

Em relação ao Fe, os maiores valores de teores foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2) (Tabela 8).

Já para o Zn, os maiores valores de teores foram verificados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1) (Tabela 8).

Em relação as diferenças entre os teores nas folhas completamente expandidas e nas folhas senescentes, verificou-se que K, Fe e B não foram afetados ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações. Por outro lado, a diferença entre os teores de P, Ca, Mg, Cu, Zn e Mn foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações (Tabela 8). Para P e Zn, as maiores

diferenças entre os teores foram observados para as plantas submetidas a baixa fertilização (A0) (Tabela 8). Em contrapartida, para Ca e Mn, foi verificado que as plantas que receberam a média fertilização (A1) e a alta fertilização (A2) apresentaram as maiores diferenças entre os teores (Tabela 8). Já para Mg, as maiores diferenças entre os teores foram observadas para plantas submetidas a média fertilização (A1) (Tabela 8). Para Cu, as plantas que receberam a alta fertilização (A2) apresentaram as maiores diferenças entre os teores (Tabela 8).

Para S, as diferenças entre os teores nas folhas completamente expandidas e nas folhas senescentes, foram afetadas ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 8). Para este nutriente, as maiores diferenças foram verificadas para as plantas que receberam os tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) e a média fertilização (A1) (Tabela 8).

Em relação ao N, para as diferenças entre os teores nas folhas completamente expandidas e nas folhas senescentes, os valores foram afetados pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 8). Para esse nutriente as maiores diferenças entre os teores foram verificadas para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2) e com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2) (Tabela 8).

Tabela 8—Teores de nutrientes (g kg<sup>-1</sup>) em folhas completamente expandidas (FCE) e em folhas senescentes (FS) e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes (≠).

Trat.	N FCE				N FS				≠ N			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	23,8533 Aab	27,6133 Aa	22,7600 ABb	24,7422	8,5400	8,4225	8,1525	8,3717 AB	15,3133 Aa	19,1908 Aa	14,6075 Aa	16,3706
R1	20,3500 Ab	23,2250 Aab	26,0700 Aa	23,2150	9,5450	9,3875	8,1925	9,0417 A	10,8050 Bb	13,8375 Bab	17,8775 Aa	14,1733
R2	24,2275 Aab	24,8850 Aa	20,2475 Bb	23,1200	8,1525	7,9225	6,9567	7,6772 B	16,0750 Aa	16,9625 ABb	13,2908 Aa	15,4428
Total	22,8103	25,2411	23,0258		8,7458 a	8,5775 a	7,7672 a		14,0644	16,6636	15,2586	
Trat.	P FCE				P FS				≠ P			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	1,1700 Aa	1,1775 Aa	1,1175 Aa	1,1550	0,2875	0,3050	0,3000	0,2975 A	0,8825	0,8725	0,8175	0,8575 A
R1	1,2375 Aa	1,0800 Ab	1,0800 Ab	1,1325	0,3100	0,3000	0,2925	0,3008 A	0,9275	0,7800	0,7875	0,8317 A
R2	1,1275 Aa	1,0900 Aa	1,0600 Aa	1,0925	0,2675	0,2650	0,2675	0,2667 B	0,8600	0,8250	0,7925	0,8258 A
Total	1,1783	1,1158	1,0858		0,2883 a	0,2900 a	0,2867 a		0,8900 a	0,8258 a	0,7992 a	
Trat.	K FCE				K FS				≠ K			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	3,4775	4,8500	5,0975	4,4750 B	2,6875 Bb	3,9625 Aa	4,3550 Aa	3,6683	0,7900	0,8875	0,7425	0,8067 A
R1	3,3075	5,0600	5,2400	4,5358 B	2,3625 Bb	3,7675 Aa	4,2200 Aa	3,4500	0,9450	1,2925	1,0200	1,0858 A
R2	4,4750	5,6675	5,6867	5,2764 A	3,6600 Ab	4,3700 Aa	4,4567 Aa	4,1622	0,8150	1,2975	1,2300	1,1142 A
Total	3,7533 b	5,1925 a	5,3414 a		2,9033	4,0333	4,3439		0,8500 a	1,1592 a	0,9975 a	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; NFCE: Teor de nitrogênio na folha completamente expandida; NFS: Teor de nitrogênio na folha senescente; ≠ N: Diferença quanto ao teor de nitrogênio entre NFCE e NFS; PFCE: Teor de fósforo na folha completamente expandida; PFS: Teor de fósforo na folha senescente; ≠ P: Diferença quanto ao teor de fósforo entre PFCE e PFS; KFCE: Teor de potássio na folha completamente expandida; KFS: Teor de potássio na folha senescente; ≠ K: Diferença quanto ao teor de potássio entre KFCE e KFS; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 8—Teores de nutrientes (g kg<sup>-1</sup>) em folhas completamente expandidas (FCE) e em folhas senescentes (FS) e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes (≠).

Trat.	Ca FCE				Ca FS				≠ Ca			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	5,4950	6,3000	6,0525	5,9492 A	15,2325	10,7233	12,6067	12,8542 A	-9,7375	-4,4233	-6,5542	-6,9050 A
R1	5,5850	5,9625	5,7900	5,7792 A	14,3167	11,2950	11,4700	12,3606 A	-8,7317	-5,3325	-5,6800	-6,5814 A
R2	5,6325	6,4450	6,1200	6,0658 A	15,3575	10,8100	10,8125	12,3267 A	-9,7250	-4,3650	-4,6925	-6,2608 A
Total	5,5708 b	6,2358 a	5,9875 a		14,9689 a	10,9428 b	11,6297 b		-9,3981 b	-4,7069 a	-5,6422 a	

Trat.	Mg FCE				Mg FS				≠ Mg			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	2,5000	2,3150	2,1425	2,3192 A	2,0825 Aa	1,5550 Ab	1,4425 Ab	1,6933	0,4175	0,7600	0,7000	0,6258 A
R1	2,6400	2,1650	2,0675	2,2908 A	1,9700 Aa	1,5225 Ab	1,5075 Ab	1,6667	0,6700	0,6425	0,5600	0,6242 A
R2	2,3850	2,1875	2,2025	2,2583 A	1,7725 Ba	1,3775 Ab	1,5000 Ab	1,5500	0,6125	0,8100	0,7025	0,7083 A
Total	2,5083 a	2,2225 b	2,1375 b		1,9417	1,4850	1,4833		0,5667 b	0,7375 a	0,6542 ab	

Trat.	S FCE				S FS				≠ S			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	2,1475	2,2325	2,1300	2,1700 AB	0,7000	0,6075	0,6075	0,6383 A	1,4475	1,6250	1,5225	1,5317 AB
R1	2,0925	2,1050	2,1275	2,1083 B	0,7250	0,6050	0,5850	0,6383 A	1,3675	1,5000	1,5425	1,4700 B
R2	2,2875	2,1725	2,1775	2,2125 A	0,6475	0,5625	0,5875	0,5992 B	1,6400	1,6100	1,5900	1,6133 A
Total	2,1758 a	2,1700 a	2,1450 a		0,6908 a	0,5917 b	0,5933 b		1,4850 b	1,5783 a	1,5517 ab	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; CaFCE: Teor de cálcio na folha completamente expandida; CaFS: Teor de cálcio na folha senescente; ≠ Ca: Diferença quanto ao teor de cálcio entre CaFCE e CaFS; MgFCE: Teor de magnésio na folha completamente expandida; MgFS: Teor de magnésio na folha senescente; ≠ Mg: Diferença quanto ao teor de magnésio entre MgFCE e MgFS; SFCE: Teor de enxofre na folha completamente expandida; SFS: Teor de enxofre na folha senescente; ≠ S: Diferença quanto ao teor de enxofre entre SFCE e SFS; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 8—Teores de nutrientes (g kg<sup>-1</sup>) em folhas completamente expandidas (FCE) e em folhas senescentes (FS) e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes (≠).

Trat.	Cu FCE				Cu FS				≠ Cu			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,00587 Ba	0,00539 Ab	0,00526 Ab	0,00551	0,00683	0,00313	0,00268	0,00421 A	-0,00097	0,00226	0,00259	0,00129 A
R1	0,00648 Aa	0,00540 Ab	0,00521 Ab	0,0057	0,00725	0,0034	0,00294	0,00453 A	-0,00077	0,002	0,00228	0,00117 A
R2	0,00532 Ba	0,00539 Aa	0,00551 Aa	0,00541	0,00587	0,00305	0,00301	0,00398 A	-0,00055	0,00234	0,0025	0,00143 A
Total	0,0059	0,0054	0,0053		0,00665 a	0,00319 b	0,00288 b		-0,00076 c	0,00220 b	0,00245 a	
Trat.	Zn FCE				Zn FS				≠ Zn			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,01496	0,0133	0,0118	0,01335 A	0,00915 Aa	0,00846 Aa	0,00665 Bb	0,00809	0,00581	0,00484	0,00515	0,00527 A
R1	0,01655	0,01199	0,01125	0,01326 A	0,00841 Aa	0,00816 Aa	0,00753 Ba	0,00804	0,00814	0,00383	0,00372	0,00523 A
R2	0,01436	0,0133	0,01155	0,01307 A	0,00998 Aa	0,00821 Aa	0,00924 Aa	0,00914	0,00439	0,00509	0,00231	0,00393 A
Total	0,0153 a	0,0129 b	0,0115 c		0,00918	0,00828	0,00781		0,00611 a	0,00458 ab	0,00373 b	
Trat.	B FCE				B FS				≠ B			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,0268	0,027	0,0267	0,0268 A	0,05629	0,05456	0,05634	0,05573 A	-0,0295	-0,0276	-0,0296	-0,02888 A
R1	0,0262	0,0267	0,027	0,0266 A	0,056	0,05735	0,06045	0,05793 A	-0,0298	-0,0307	-0,0335	-0,03133 A
R2	0,0252	0,0273	0,0271	0,0265 A	0,05565	0,05796	0,05608	0,05657 A	-0,0305	-0,0307	-0,029	-0,03007 A
Total	0,0260 a	0,0270 a	0,0269 a		0,05598 a	0,05663 a	0,05762 a		-0,02994 a	-0,02963 a	-0,03070 a	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; CuFCE: Teor de cobre na folha completamente expandida; CuFS: Teor de cobre na folha senescente; ≠ Cu: Diferença quanto ao teor de cobre entre CuFCE e CuFS; ZnFCE: Teor de zinco na folha completamente expandida; ZnFS: Teor de zinco na folha senescente; ≠ Zn: Diferença quanto ao teor de zinco entre ZnFCE e ZnFS; BFCE: Teor de boro na folha completamente expandida; BFS: Teor de boro na folha senescente; ≠ S: Diferença quanto ao teor de boro entre BFCE e BFS; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 8– Teores de nutrientes (g kg<sup>-1</sup>) em folhas completamente expandidas (FCE) e em folhas senescentes (FS) e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes (≠).

Trat.	Fe FCE				Fe FS				≠ Fe			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,1016	0,1127	0,1198	0,1114 A	0,09366 Ab	0,10326 ABab	0,10401 Aa	0,10031	0,00798	0,00948	0,01579	0,01108 A
R1	0,1016	0,1143	0,1128	0,1096 A	0,07917 Bb	0,10703 Aa	0,10049 Aa	0,09556	0,02238	0,00725	0,01234	0,01399 A
R2	0,0989	0,116	0,1176	0,1108 A	0,08855 Ab	0,09443 Bab	0,10156 Aa	0,09485	0,01037	0,02159	0,01599	0,01598 A
Total	0,1007 b	0,1143 a	0,1167 a		0,08713	0,10157	0,10202		0,01358 a	0,01277 a	0,01470 a	

Trat.	Mn FCE				Mn FS				≠ Mn			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,5219 Aa	0,4364 Ab	0,3756 Bc	0,4446	1,34836	0,84768	0,92785	1,04130 AB	-0,8264	-0,4113	-0,5523	-0,59667 A
R1	0,5143 Aa	0,4875 Aa	0,3881 Bb	0,4633	1,21153	0,89381	0,87425	0,99320 B	-0,6973	-0,4063	-0,4861	-0,52989 A
R2	0,5266 Aa	0,4680 Ab	0,4977 Aab	0,4974	1,47855	0,92451	0,99217	1,13174 A	-0,952	-0,4565	-0,4945	-0,63432 A
Total	0,5209	0,464	0,4205		1,34615 a	0,88867 b	0,93142 b		-0,82522 b	-0,4247 a	-0,51096 a	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; FeFCE: Teor de ferro na folha completamente expandida; FeFS: Teor de ferro na folha senescente; ≠ Fe: Diferença quanto ao teor de ferro entre FeFCE e FeFS; MnFCE: Teor de manganês na folha completamente expandida; MnFS: Teor de manganês na folha senescente; ≠ Mn: Diferença quanto ao teor de manganês entre MnFCE e MnFS; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

### 3.1.7 Redistribuição de nutrientes

A redistribuição de K e Zn não foi afetada ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações. Por outro lado, a redistribuição de Mg e Fe foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações (Tabela 9).

Para Mg, os maiores valores de redistribuição foram observados para as plantas submetidas a alta fertilização (A2) e a média fertilização (A1) que não diferiram entre si (Tabela 9). Enquanto para Fe, o maior valor de redistribuição foi verificado para as plantas que receberam a alta fertilização (A2) (Tabela 9).

Já a redistribuição de P foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos resíduos da colheita (Tabela 9), sendo o maior valor observado para as plantas que receberam o tratamento com resíduo da colheita e com serapilheira (R2). A redistribuição de N e S foi afetada ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 9).

Em relação ao N, os maiores valores de redistribuição foram verificados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0) (Tabela 9).

Em relação ao S, os maiores valores de redistribuição foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1) (Tabela 9).

Valores de redistribuição negativa foram observados para Ca, B e Mn (Tabela 9). Em relação ao Ca e Mn, os maiores valores de redistribuição foram verificados para as plantas que receberam a alta fertilização (A2) e a média fertilização (A1).

Já para B, o maior valor de redistribuição foi observado para as plantas submetidas a alta fertilização (A2). Para Cu a redistribuição foi negativa somente no

tratamento com baixa fertilização (A0) e os maiores valores de redistribuição foram verificados para as plantas que receberam a alta fertilização (A2) e a média fertilização (A1) (Tabela 9).

Tabela 9– Redistribuição de nutrientes (%) em folhas de *Eucalyptus* coletadas no inverno na área Feller+Skidder (FS).

Trat.	N				P				K			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	67,0658 Aa	73,0290 Aa	69,2424 Aa	69,779	77,5163	77,1914	77,4169	77,3749 AB	30,3435	28,1373	27,8818	28,7875 A
R1	53,1880 Bc	63,7099 Bb	72,9671 Aa	63,2883	75,5723	75,1346	77,0627	75,9232 B	30,0586	33,1426	31,5175	31,5729 A
R2	68,3128 Aa	71,0520 ABa	69,3473 Aa	69,5707	77,9119	78,0388	78,0901	78,0136 A	24,4276	30,2982	32,0586	28,9281 A
Total	62,8555	69,2636	70,5189		77,0001 a	76,7883 a	77,5233 a		28,2766 a	30,5260 a	30,4860 a	
Trat.	Ca				Mg				S			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	-151,141	-49,3582	-75,7239	-92,0742 A	24,5138	41,039	43,291	36,2813 A	70,3893 Bb	76,0289 Aa	75,9210 Aa	74,1131
R1	-153,079	-69,3954	-68,8778	-97,1174 A	27,0989	36,699	38,2414	34,0131 A	66,1764 Cb	74,1008 Aa	76,6293 Aa	72,3022
R2	-151,518	-50,4986	-54,9918	-85,6694 A	31,0903	43,1064	40,7627	38,3198 A	73,6786 Ab	76,5735 Aa	76,5708 Aa	75,6076
Total	-151,9125 b	-56,4174 a	-66,5312 a		27,5677 b	40,2815 a	40,7650 a		70,0814	75,5678	76,3737	
Trat.	Cu				Zn				B			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	-5,7233	48,7799	56,6171	33,2246 A	44,3702	43,7218	52,0505	46,7142 A	-91,1187	-77,186	-79,0738	-82,4595 A
R1	-9,7061	42,8088	51,6754	28,2594 A	48,5077	38,3128	42,4692	43,0965 A	-110,9228	-92,1265	-90,3283	-97,7925 A
R2	-2,0528	48,9405	52,5012	33,1297 A	33,7365	44,5524	30,3131	36,2007 A	-107,1198	-91,9552	-80,2	-93,0916 A
Total	-5,8274 b	46,8431 a	53,5979 a		42,2048 a	42,1957 a	41,6110 a		-103,0537 b	-87,0892 ab	-83,2007 a	
Trat.	Fe				Mn							
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total				
R0	15,7394	18,968	26,5898	20,4324 A	-134,738	-70,9239	-107,918	-104,5265 A				
R1	23,0262	15,9832	24,2959	21,1018 A	-131,541	-63,9492	-91,8154	-95,7684 A				
R2	16,8542	26,3898	24,9634	22,7358 A	-160,362	-79,5356	-74,0578	-104,6517 A				
Total	18,5399 b	20,4470 b	25,2830 a		-142,2134 b	-71,4696 a	-91,2636 a					

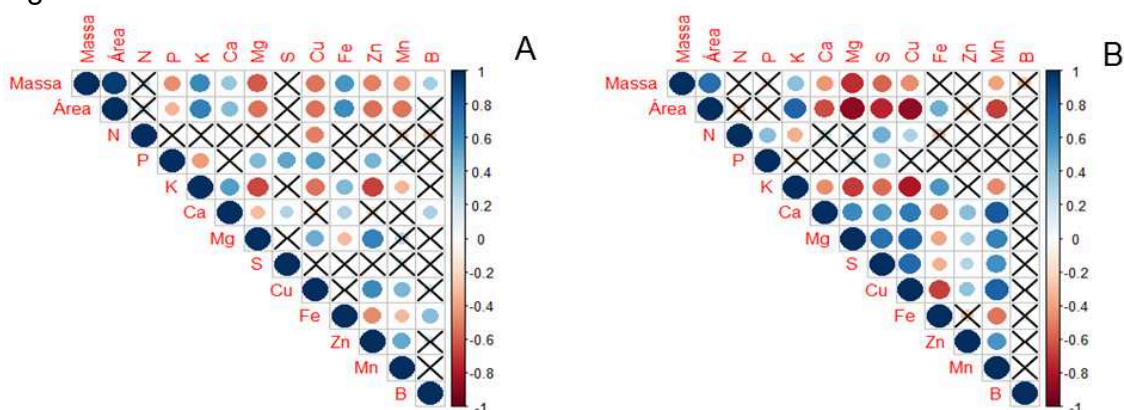
Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

### 3.1.8 Análise de correlações

Em relação as folhas completamente expandidas, a massa foliar se correlacionou positivamente com área foliar e os teores de K, Ca, Fe e B (Figura 6-A). Por outro lado, correlações negativas foram observadas para os teores de P, Mg, Cu, Zn e Mn. Já os teores de N não apresentaram correlações com massa foliar a 10% de significância (Figura 6-A). A área foliar se correlacionou positivamente com massa foliar e os teores de K, Ca e Fe. Em contrapartida, os teores de P, Mg, Cu, Zn e Mn apresentaram correlações negativas com a área foliar. Enquanto, os teores de N e B não apresentaram correlações com área foliar a 10% de significância (Figura 6-A).

Para as folhas senescentes, foram verificadas correlações positivas entre a massa foliar e os teores de K (Figura 6-B). Porém, correlações negativas foram observadas para os teores de Ca, Mg, S, Cu e Mn. Os demais nutrientes, N, P, Fe, Zn e B, não apresentaram correlações com massa foliar a 10% de significância (Figura 6-B). A área foliar se correlacionou positivamente com a massa foliar e os teores de K e Fe. Por outro lado, correlações negativas foram verificadas para os teores de Ca, Mg, S, Cu e Mn. Os teores de N, P, Zn e B não apresentaram correlações com área foliar a 10% de significância (Figura 6-B).

Figura 6– Correlação de Pearson ( $\alpha=10\%$ ) para as variáveis massa foliar, área foliar e teores de nutrientes em folhas completamente expandidas (A) e em folhas senescentes (B). Cor azul: se correlacionam positivamente; Cor vermelha: se correlacionam negativamente; X: indica que a variável não foi significativa a 10% de significância.



### 3.2 Área Harvester + Forwarder (HF)

#### Verão

#### 3.2.1 Massa foliar, área foliar e diferença entre massa e área foliar de folhas completamente expandidas e senescentes

A massa e a área de folhas completamente expandidas foram afetadas ( $p < 0,1$ ) pelas fertilizações (Tabela 10). Os tratamentos com média fertilização (A1) e com alta fertilização (A2) proporcionaram maiores massas e áreas foliares quando comparado ao tratamento com baixa fertilização (A0) (Tabela 10).

A massa de folhas senescentes, foi afetada ( $p < 0,1$ ) pela interação entre os tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 10). As maiores massas foliares foram observadas para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1) e com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) (Tabela 10).

A área de folhas senescentes foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelas fertilizações (Tabela 10). Os tratamentos com média fertilização (A1) e com alta fertilização (A2) levaram a maiores áreas foliares quando comparados ao tratamento com baixa fertilização (A0). As diferenças entre a massa e a área de folhas completamente expandidas e de folhas senescentes, não foram afetadas ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 10).

Tabela 10– Massa das folhas completamente expandidas (MCFE) e massa das folhas senescentes (MFS) em g folha<sup>-1</sup>. Área das folhas completamente expandidas (AFCE) e área das folhas senescentes (AFS) em cm<sup>2</sup>.

Trat.	MCFE				MFS				≠ Massa			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,3757	0,4531	0,4363	0,4217 A	0,3511 Ac	0,3808 Ab	0,4119 Aa	0,3813	0,0246	0,0723	0,0243	0,0404 A
R1	0,3724	0,4198	0,3920	0,3948 A	0,3404 Ab	0,3949 Aa	0,3873 ABa	0,3742	0,0320	0,0249	0,0047	0,0205 A
R2	0,3681	0,4218	0,4089	0,3996 A	0,3283 Ab	0,3889 Aa	0,3839 Ba	0,3670	0,0398	0,0329	0,0251	0,0326 A
Total	0,3721 b	0,4316 a	0,4124 a		0,3400	0,3882	0,3944		0,0321 a	0,0433 a	0,0180 a	
Trat.	ACFE				AFS				≠ Área			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	42,1322	48,9457	49,6354	46,9044 A	35,8011	42,6812	44,0992	40,8605 A	6,3311	6,2646	5,5361	6,0439 A
R1	41,7178	46,5631	44,9897	44,4235 A	36,3416	41,7029	41,5057	39,8501 A	5,3762	4,8601	3,4840	4,5734 A
R2	41,6015	48,1474	46,0432	45,2640 A	35,3263	41,6909	40,6261	39,2144 A	6,2751	6,4565	5,4171	6,0496 A
Total	41,8172 b	47,8854 a	46,8894 a		35,8230 b	42,0250 a	42,0770 a		5,9942 a	5,8604 a	4,8124 a	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; ≠ Massa: Diferença entre MCFE e MFS; ≠ Área: Diferença entre ACFE e AFS. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

### *3.2.2 Teores de nutrientes em folhas completamente expandidas, em folhas senescentes e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e senescentes*

Os teores de P, Mg, S e Mn nas folhas completamente expandidas não foram afetados ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações. Por outro lado, os teores de K e Ca foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações (Tabela 11). Em relação ao K, os maiores teores foram verificados para as plantas que receberam a alta fertilização (A2). Já para o Ca, as plantas submetidas a média fertilização (A1) e a alta fertilização (A2) apresentaram os maiores teores não diferindo entre si (Tabela 11).

Já os teores de Zn e Fe foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita (Tabela 11). Para Zn, observa-se os maiores teores para as plantas que receberam o tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) (Tabela 11). Enquanto para o Fe, os maiores teores foram verificados para as plantas submetidas ao tratamento com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 11).

Os teores de Cu e B nas folhas completamente expandidas foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 11). Em relação ao Cu, os maiores teores foram observados em plantas que receberam os tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) e a baixa fertilização (A0) (Tabela 11). Já para B, os maiores teores foram verificados em plantas que receberam os tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0), sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1), média fertilização (A1) e alta fertilização (A2) (Tabela 11).

Os teores de N nas folhas completamente expandidas foram afetados ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 11). Para esse nutriente, os maiores teores foram observadas para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2).

Os teores de Ca, S e B nas folhas senescentes foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações (Tabela 11). Para Ca e S, os maiores teores foram verificados para as plantas que receberam a média fertilização (A1) e a alta fertilização (A2). Enquanto para B, os maiores teores foram observados para as plantas submetidas a alta fertilização (A2) (Tabela 11).

Os teores de N, P, K, Mg, Cu, Fe, Zn e Mn nas folhas senescentes foram afetados ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 11). Em relação ao N, os maiores teores foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0) (Tabela 11).

Em relação ao P, os maiores teores foram verificados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1) (Tabela 11).

Em relação ao K, os maiores teores foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1) (Tabela 11).

Em relação ao Mg, os maiores teores foram verificados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta

fertilização (R2A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2) (Tabela 11).

Em relação ao Cu, os maiores teores foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0) e com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0) (Tabela 11).

Em relação ao Zn, os maiores teores foram verificados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0) e com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2) (Tabela 11).

Em relação ao Fe, os maiores teores foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1) e com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) (Tabela 11).

Em relação ao Mn, os maiores teores foram verificados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2) (Tabela 11).

Em relação as diferenças entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes, verificou-se que P, K e S não foram afetados ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações. Por outro lado, a diferença entre os teores de Ca, Cu e B foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações (Tabela 11). Para Ca e B, as maiores diferenças entre os teores foram observadas para as plantas que receberam a baixa fertilização (A0) (Tabela 11). Para Cu, verificou-se que as plantas submetidas a alta fertilização (A2) apresentaram as maiores diferenças entre os teores (Tabela 11).

Já as diferenças entre os teores de Mn em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes, foram afetadas ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita (Tabela 11). Para esse nutriente, observa-se as maiores diferenças entre os teores para plantas que receberam o tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) (Tabela 11).

As diferenças entre os teores de Zn em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes, foram afetadas ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 11). Para esse nutriente, as maiores diferenças entre os teores foram verificadas para as plantas que receberam os tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) e a média fertilização (A1) (Tabela 11).

As diferenças entre os teores de N, Mg e Fe em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes foram afetadas ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 11). Em relação a N, as maiores diferenças entre os teores foram verificadas para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2) (Tabela 11).

Em relação ao Mg, avaliando as combinações entre os tratamentos foi observado que não há diferenças entre os teores (Tabela 11).

Em relação ao Fe, as maiores diferenças entre os teores foram observadas para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2) (Tabela 11).

Tabela 11—Teores de nutrientes (g kg<sup>-1</sup>) em folhas completamente expandidas (FCE) e em folhas senescentes (FS) e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes (≠).

Trat.	N FCE				N FS				≠ N			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	27,5667 Aa	23,3775 Ab	26,0450 Aab	25,6631	7,5350 Aa	7,1100 ABa	7,0325 Aa	7,2258	20,0317 Aa	16,2675 Ab	19,0125 Aab	18,4372
R1	25,0400 ABa	24,2650 Aa	22,7575 Aa	24,0208	6,7250 Aa	6,2867 Ba	6,8033 Aa	6,6050	18,3150 ABa	17,9783 Aa	15,9542 Aa	17,4158
R2	22,8200 Ba	24,2275 Aa	25,6200 Aa	24,2225	7,7300 Aa	7,4175 Aa	6,3900 Ab	7,1792	15,0900 Bb	16,8100 Aab	19,2300 Aa	17,0433
Total	25,1422	23,9567	24,8075		7,3300	6,9381	6,7419		17,8122	17,0186	18,0656	
Trat.	P FCE				P FS				≠ P			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,9300	1,0400	1,1000	1,0233 A	0,2475 Bb	0,2700 Aa	0,2800 Aa	0,2658	0,6825	0,7700	0,8200	0,7575 A
R1	1,0250	1,0825	1,0475	1,0517 A	0,2625 ABb	0,2650 Aab	0,2850 Aa	0,2708	0,7625	0,8175	0,7625	0,7808 A
R2	1,0575	1,0450	1,0625	1,0550 A	0,2875 Aa	0,2900 Aa	0,2800 Aa	0,2858	0,7700	0,7550	0,7825	0,7692 A
Total	1,0042 a	1,0558 a	1,0700 a		0,2658	0,2750	0,2817		0,7383 a	0,7808 a	0,7883 a	
Trat.	K FCE				K FS				≠ K			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	6,8525	7,5175	8,2575	7,5425 A	2,7700 Bb	3,6400 Aa	4,0075 Aa	3,4725	4,0825	3,8775	4,2500	4,0700 A
R1	6,8600	7,4475	7,5025	7,2700 A	3,0400 Bb	3,4500 Aab	3,7950 Aa	3,4283	3,8200	3,9975	3,7075	3,8417 A
R2	7,6250	7,2075	7,9475	7,5933 A	3,8200 Aa	3,7425 Aa	3,8725 Aa	3,8117	3,8050	3,4650	4,0750	3,7817 A
Total	7,1125 b	7,3908 b	7,9025 a		3,2100	3,6108	3,8917		3,9025 a	3,7800 a	4,0108 a	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; NFCE: Teor de nitrogênio na folha completamente expandida; NFS: Teor de nitrogênio na folha senescente; ≠ N: Diferença quanto ao teor de nitrogênio entre NFCE e NFS; PFCE: Teor de fósforo na folha completamente expandida; PFS: Teor de fósforo na folha senescente; ≠ P: Diferença quanto ao teor de fósforo entre PFCE e PFS; KFCE: Teor de potássio na folha completamente expandida; KFS: Teor de potássio na folha senescente; ≠ K: Diferença quanto ao teor de potássio entre KFCE e KFS; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela11 – Teores de nutrientes (g kg<sup>-1</sup>) em folhas completamente expandidas (FCE) e em folhas senescentes (FS) e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes (≠).

Trat.	Ca FCE				Ca FS				≠ Ca			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	8,4100	9,7967	8,8600	9,0222 A	13,4000	16,1725	14,8025	14,7917 A	-4,9900	-6,3758	-5,9425	-5,7694 A
R1	7,3500	10,0825	10,3925	9,2750 A	13,7450	16,2300	16,8000	15,5917 A	-6,3950	-6,1475	-6,4075	-6,3167 A
R2	7,8075	8,6867	9,4525	8,6489 A	13,7400	16,6025	15,8333	15,3919 A	-5,9325	-7,9158	-6,3808	-6,7431 A
Total	7,8558 b	9,5219 a	9,5683 a		13,6283 b	16,3350 a	15,8119 a		-5,7725 a	-6,8131 b	-6,2436 b	
Trat.	Mg FCE				Mg FS				≠ Mg			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	2,2133	1,9100	2,0250	2,0494 A	2,8033 Aa	2,2733 Ab	2,4075 Ab	2,4947	-0,5900 Aa	-0,3633 Aa	-0,3825 Aa	-0,4453
R1	1,8850	2,1800	2,0325	2,0325 A	2,3375 Ba	2,6625 Aa	2,4925 Aa	2,4975	-0,4525 Aa	-0,4825 Aa	-0,4600 Aa	-0,4650
R2	2,0600	1,9867	2,0075	2,0181 A	2,4100 Ba	2,5433 Aa	2,5775 Aa	2,5103	-0,3500 Aa	-0,5567 Aa	-0,5700 Aa	-0,4922
Total	2,0528 a	2,0256 a	2,0217 a		2,5169	2,4931	2,4925		-0,4642	-0,4675	-0,4708	
Trat.	S FCE				S FS				≠ S			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	1,5450	1,5600	1,6250	1,5767 A	0,8775	0,9150	0,9925	0,9283 A	0,6675	0,6450	0,6325	0,6483 A
R1	1,6350	1,4967	1,5575	1,5631 A	0,9100	0,9600	0,9600	0,9433 A	0,7250	0,5367	0,5975	0,6197 A
R2	1,6650	1,5650	1,5550	1,5950 A	1,0025	1,0250	0,9750	1,0008 A	0,6625	0,5400	0,5800	0,5942 A
Total	1,6150 a	1,5406 a	1,5792 a		0,9300 b	0,9667 a	0,9758 a		0,6850 a	0,5739 a	0,6033 a	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; CaFCE: Teor de cálcio na folha completamente expandida; CaFS: Teor de cálcio na folha senescente; ≠ Ca: Diferença quanto ao teor de cálcio entre CaFCE e CaFS; MgFCE: Teor de magnésio na folha completamente expandida; MgFS: Teor de magnésio na folha senescente; ≠ Mg: Diferença quanto ao teor de magnésio entre MgFCE e MgFS; SFCE: Teor de enxofre na folha completamente expandida; SFS: Teor de enxofre na folha senescente; ≠ S: Diferença quanto ao teor de enxofre entre SFCE e SFS; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 11– Teores de nutrientes (g kg<sup>-1</sup>) em folhas completamente expandidas (FCE) e em folhas senescentes (FS) e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes (≠).

Trat.	Cu FCE				Cu FS				≠ Cu			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,00926	0,00884	0,0085	0,00887 A	0,00888 Aa	0,00566 Ac	0,00720 Ab	0,00725	0,00039	0,00318	0,0013	0,00162 A
R1	0,00781	0,00721	0,00703	0,00735 B	0,00838 Aa	0,00472 Ab	0,00474 Bb	0,00594	-0,00056	0,0025	0,00229	0,00141 A
R2	0,00808	0,00686	0,00678	0,00724 B	0,00787 Aa	0,00470 Ab	0,00447 Bb	0,00568	0,00021	0,00216	0,00231	0,00156 A
Total	0,00838 a	0,00764 b	0,00743 b		0,00837	0,00503	0,00547		0,00001 c	0,00261 b	0,00197 a	
Trat.	Zn FCE				Zn FS				≠ Zn			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,01613	0,01666	0,01515	0,01598 A	0,01409 Ba	0,01184 Ab	0,01306 ABab	0,013	0,00204	0,00483	0,00209	0,00298 A
R1	0,01438	0,01483	0,0142	0,01447 B	0,01717 Aa	0,01350 Ab	0,01174 Bc	0,01413	-0,00279	0,00133	0,00246	0,00033 B
R2	0,01556	0,01488	0,01611	0,01552 AB	0,01497 ABa	0,01336 Ab	0,01488 Aa	0,0144	0,0006	0,00152	0,00124	0,00112 AB
Total	0,0154 a	0,0155 a	0,0152 a		0,0154	0,0129	0,0132		-0,0001 b	0,0026 a	0,0019 ab	
Trat.	B FCE				B FS				≠ B			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,0267	0,0337	0,0336	0,0313 A	0,0324	0,0412	0,0444	0,0394 A	-0,0058	-0,0076	-0,0109	-0,0081 A
R1	0,0279	0,0334	0,0344	0,0319 A	0,0379	0,0431	0,0451	0,0420 A	-0,0101	-0,0097	-0,0107	-0,0101 A
R2	0,0273	0,0312	0,0329	0,0305 B	0,0367	0,0416	0,0458	0,0414 A	-0,0094	-0,0105	-0,0129	-0,0109 A
Total	0,0273 b	0,0327 a	0,0336 a		0,0357 c	0,0420 b	0,0451 a		-0,0084 a	-0,0092 ab	-0,0115 b	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; CuFCE: Teor de cobre na folha completamente expandida; CuFS: Teor de cobre na folha senescente; ≠ Cu: Diferença quanto ao teor de cobre entre CuFCE e CuFS; ZnFCE: Teor de zinco na folha completamente expandida; ZnFS: Teor de zinco na folha senescente; ≠ Zn: Diferença quanto ao teor de zinco entre ZnFCE e ZnFS; BFCE: Teor de boro na folha completamente expandida; BFS: Teor de boro na folha senescente; ≠ S: Diferença quanto ao teor de boro entre BFCE e BFS; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 11– Teores de nutrientes (g kg<sup>-1</sup>) em folhas completamente expandidas (FCE) e em folhas senescentes (FS) e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes (≠).

Trat.	Fe FCE				Fe FS				≠ Fe			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,0503	0,0569	0,0494	0,0522 B	0,1507 Aa	0,1149 Ab	0,1124 ABb	0,126	-0,1004 Bb	-0,0580 Aa	-0,0630 Aa	-0,0738
R1	0,0521	0,0499	0,0522	0,0514 B	0,1156 Ba	0,1176 Aa	0,0977 Ba	0,1103	-0,0635 Aab	-0,0677 Ab	-0,0455 Aa	-0,0589
R2	0,0661	0,0655	0,0624	0,0647 A	0,1112 Ba	0,1144 Aa	0,1242 Aa	0,1166	-0,0451 Aa	-0,0489 Aa	-0,0617 Aa	-0,0519
Total	0,0562 a	0,0574 a	0,0547 a		0,1258	0,1156	0,1114		-0,0697	-0,0582	-0,0567	
Trat.	Mn FCE				Mn FS				≠ Mn			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,8619	0,8266	0,8417	0,8434 A	1,2518 Ba	1,2224 Ba	1,3937 Aa	1,2893	-0,3899	-0,3958	-0,5519	-0,4459 A
R1	0,9085	0,9336	0,9294	0,9238 A	1,5811 Aa	1,4751 ABa	1,5096 Aa	1,5219	-0,6726	-0,5415	-0,5802	-0,5981 B
R2	0,8077	0,9692	1,033	0,9366 A	1,3023 Bb	1,6256 Aa	1,6412 Aa	1,523	-0,4945	-0,6564	-0,6082	-0,5864 B
Total	0,8594 a	0,9098 a	0,9347 a		1,3784	1,441	1,5148		-0,5190 a	-0,5312 a	-0,5801a	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; FeFCE: Teor de ferro na folha completamente expandida; FeFS: Teor de ferro na folha senescente; ≠ Fe: Diferença quanto ao teor de ferro entre FeFCE e FeFS; MnFCE: Teor de manganês na folha completamente expandida; MnFS: Teor de manganês na folha senescente; ≠ Mn: Diferença quanto ao teor de manganês entre MnFCE e MnFS; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

### 3.2.3 Redistribuição de nutrientes

A redistribuição de K não foi afetada ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 12). Por outro lado, a redistribuição de S foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações. Para este nutriente, o maior valor foi verificado para as plantas que receberam a baixa fertilização (A0) (Tabela 12).

A redistribuição de N, P e Cu foi afetada ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 12). Em relação ao N, os maiores valores de redistribuição foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1) (Tabela 12).

Em relação ao P, avaliando a combinação dos tratamentos foi verificado que os valores de redistribuição são iguais (Tabela 12).

Em relação ao Cu, os maiores valores de redistribuição foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2) e com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) (Tabela 12).

Valores de redistribuição negativa foram observados para Ca, Mg, B, Fe e Mn (Tabela 12). Para o Zn redistribuição negativa foi verificada no tratamento sem resíduo e com serapilheira e com baixa fertilização.

A redistribuição de Mn e B não foi afetada ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 12). Já para o Ca, a redistribuição foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita. Para esse nutriente, o maior valor de redistribuição foi observado para as plantas em ambiente sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) (Tabela 12).

Já a redistribuição de Mg, Zn e Fe foi afetada ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 12). Em relação ao Mg, os maiores valores de redistribuição foram observados para as

plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2) e com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2) (Tabela 12).

Em relação aos Zn, os maiores valores de redistribuição foram verificados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0) e com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2) (Tabela 12).

Em relação ao Fe, os maiores valores de redistribuição foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2) e com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2) (Tabela 12).

Tabela 12– Redistribuição de nutrientes (%) em folhas de *Eucalyptus* coletadas no verão na área Harvester + Forwarder (HF).

Trat.	N				P				K			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	74,3752 ABa	74,0831 Aa	74,4954 ABa	74,3179	75,1305 Aa	77,8973 Aa	75,8294 Aa	76,2857	62,2214	58,7927	54,0976	58,3706 A
R1	75,2647 Aa	75,3265 Aa	70,3148 Bb	73,6354	76,5108 Aa	76,6550 Aa	73,0538 Aa	75,4066	59,1581	56,0221	49,9659	55,0487 A
R2	69,5631 Bb	71,4821 Ab	76,4558 Aa	72,5004	75,6402 Aa	74,4858 Aa	75,1780 Aa	75,1014	54,908	52,0708	53,9392	53,6393 A
Total	73,0677	73,6306	73,7553		75,7605	76,3461	74,6871		58,7625 a	55,6285 a	52,6676 a	
Trat.	Ca				Mg				S			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	-49,2422	-38,5089	-57,1921	-48,3144 A	-16,8895 Aa	-0,7412 Aa	-11,7874 Aa	-9,8060	46,8709	49,4745	42,0156	46,1203 A
R1	-71,2773	-52,5681	-60,2552	-61,3669 B	-13,0374 Aa	-16,1690 Ba	-21,1852 Aa	-16,7972	48,8658	39,5926	38,9592	42,4725 A
R2	-57,725	-75,4553	-58,9176	-64,0327 B	-4,4416 Aa	-18,5035 Ba	-21,6301 Aa	-14,8584	46,1135	39,658	40,8136	42,1951 A
Total	-59,4148 a	-55,5108 a	-58,7883 a		-11,4562	-11,8045	-18,2009		47,2834 a	42,9084 ab	40,5962 b	
Trat.	Cu				Zn				B			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	9,6679 Ab	44,8971 Aa	19,6848 Bb	24,75	17,9560 Ab	37,0747 Aa	18,5189 Ab	24,5165	-13,8389	-4,5224	-26,1793	-14,8469 A
R1	1,3615 Ab	37,2891 Aa	33,7188 ABa	24,1231	-9,7385 Bb	13,1578 Ba	17,8800 Aa	7,0998	-24,7604	-23,2303	-29,6593	-25,8833 A
R2	13,1222 Ab	35,9367 Aa	36,9047 Aa	28,6545	12,9414 Aa	17,4174 Ba	12,8179 Aa	14,3922	-20,0608	-23,7814	-32,8229	-25,5550 A
Total	8,0506	39,3743	30,1028		7,053	22,5499	16,4056		-19,5534 a	-17,1780 a	-29,5538 a	
Trat.	Fe				Mn							
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total				
R0	-180,3652 Cc	-71,0858 Aa	-114,8269 Ab	-122,0926	-38,7425	-26,8639	-58,2119	-41,2727 A				
R1	-103,6192 Ba	-123,6140 Ba	-85,7125 Aa	-104,3152	-62,4332	-48,8785	-61,4241	-57,5786 A				
R2	-51,9844 Aa	-63,6441 Aa	-87,5391 Aa	-67,7225	-44,366	-54,791	-50,4825	-49,8798 A				
Total	-111,99	-86,1146	-96,0262		-48,5139 a	-43,5111 a	-56,7061 a					

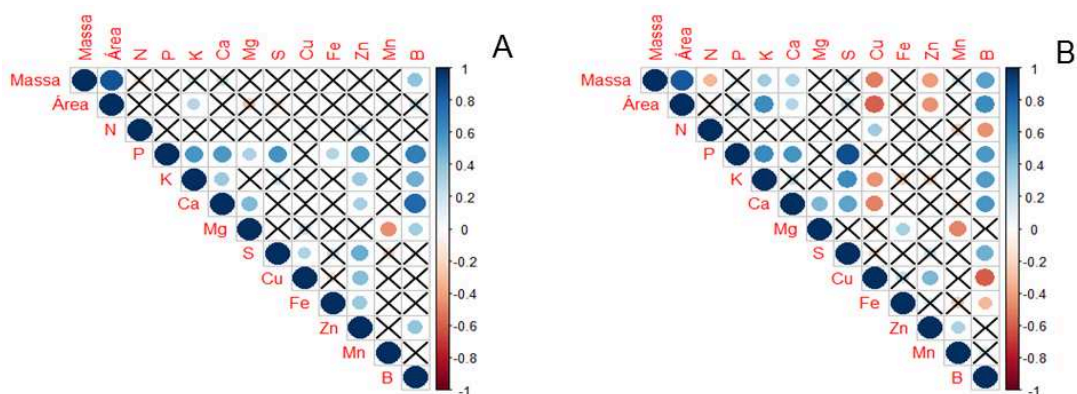
Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

### 3.2.4 Análise de correlações

Em relação as folhas completamente expandidas, a massa foliar apresentou correlação positiva com área foliar e os teores de B (Figura 7-A). Os demais nutrientes não apresentaram correlações com massa foliar a 10% de significância (Figura 7-A). A área foliar se correlacionou positivamente com massa foliar e os teores de K. Os demais nutrientes não apresentaram correlações com área foliar a 10% de significância (Figura 7-A).

Quanto as folhas senescentes, a massa foliar se correlacionou positivamente com área foliar e com os teores de K, Ca e B. Porém, os teores de N, Cu e Zn se correlacionaram negativamente (Figura 7-B). Já os teores de P, Mg, S, Fe e Mn não apresentaram correlações com massa foliar a 10% de significância. A área foliar se correlacionou positivamente com massa foliar e os teores de K, Ca e B (Figura 7-B). No entanto, correlações negativas foram observadas para os teores de Cu e Zn. Já os teores de N, P, Mg, S, Fe e Mn não apresentaram correlações com área foliar a 10 % de significância (Figura 7-B).

Figura 7– Correlação de Pearson ( $\alpha=10\%$ ) para as variáveis massa foliar, área foliar e teores de nutrientes em folhas completamente expandidas (A) e em folhas senescentes (B). Cor azul: se correlacionam positivamente; Cor vermelha: se correlacionam negativamente; X: indica que a variável não foi significativa a 10% de significância.



### *Inverno*

#### *3.2.5 Massa foliar, área foliar e diferença entre massa e área foliar de folhas completamente expandidas e senescentes*

A massa e a área de folhas completamente expandidas, não foram afetadas ( $p > 0,1$ ) pelas fertilizações. Por outro lado, a massa e a área de folhas senescentes, foram afetadas ( $p < 0,1$ ) pelas fertilizações (Tabela 13). Para a massa foliar, foi verificado que a média fertilização (A1) proporcionou maiores massas foliares quando comparado a alta fertilização (A2) e a baixa fertilização (A0). Já para área foliar, o tratamento com alta fertilização (A2) levou a maiores áreas foliares quando comparado aos tratamentos com média fertilização (A1) e com baixa fertilização (A0) (Tabela 13).

As diferenças entre massa de folhas completamente expandidas e de folhas senescentes foram afetadas ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita (Tabela 13). As plantas em ambiente sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) apresentaram maiores diferenças entre os valores de massa foliar quando comparadas as plantas em ambientes sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 13). Já as diferenças entre área de folhas completamente expandidas e de folhas senescentes, não foram afetadas ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 13).

Tabela 13– Massa das folhas completamente expandidas (MFCE) e massa das folhas senescentes (MFS) em g folha<sup>-1</sup>. Área das folhas completamente expandidas (AFCE) e área das folhas senescentes (AFS) em cm<sup>2</sup>.

Trat.	MCFE				MFS				≠ Massa			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,5073	0,5296	0,4782	0,5050 A	0,4003	0,4159	0,4192	0,4118 A	0,1070	0,1137	0,0590	0,0932 A
R1	0,4718	0,4901	0,4653	0,4757 A	0,3947	0,4402	0,4167	0,4172 A	0,0771	0,0499	0,0486	0,0585 AB
R2	0,4823	0,4655	0,4630	0,4703 A	0,4215	0,4458	0,4317	0,4330 A	0,0608	0,0198	0,0313	0,0373 B
Total	0,4871 a	0,4951 a	0,4688 a		0,4055 b	0,4340 a	0,4225 ab		0,0816 a	0,0611a	0,0463 a	
Trat.	ACFE				AFS				≠ Área			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	45,8356	49,3100	47,1264	47,4240 A	37,7680	41,4611	46,2750	41,8347 A	8,0676	7,8489	0,8515	5,5893 A
R1	43,7790	45,6805	44,8205	44,7600 A	39,2342	41,3102	43,5741	41,3728 A	4,5448	4,3703	1,2464	3,3872 A
R2	45,3752	46,3196	45,8987	45,8645 A	39,7101	43,8296	45,7154	43,0850 A	5,6651	2,4901	0,1833	2,7795 A
Total	44,9966 a	47,1033 a	45,9485 a		38,9041b	42,2003 ab	45,1881 a		6,0925 a	4,9031 a	0,7604 a	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; ≠ Massa: Diferença entre MFCE e MFS; ≠ Área: Diferença entre AFCE e AFS. Letras maiúsculas iguais as médias não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Letras minúsculas iguais as médias não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

### *3.2.6 Teores de nutrientes em folhas completamente expandidas, em folhas senescentes e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e senescentes*

Os teores de N e Ca em folhas completamente expandidas não foram afetados ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações. Por outro lado, os teores de P, Mg, S, Zn, B e Fe foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações (Tabela 14). Para P, Mg, S e Zn, verificou-se que as plantas que receberam a baixa fertilização (A0) apresentaram maiores teores (Tabela 14). Já para B, os maiores teores foram observados para as plantas submetidas a alta fertilização (A2) (Tabela 14). Enquanto para o Fe, os maiores teores foram verificados para as plantas que receberam a média fertilização (A1) e a alta fertilização (A2) (Tabela 14).

Os teores de Mn nas folhas completamente expandidas foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita. Para esse nutriente, foi observado que as plantas que receberam os tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) e sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) apresentaram maiores teores (Tabela 14).

Os teores de K nas folhas completamente expandidas foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações. Para este nutriente, os maiores teores foram observados para as plantas submetidas aos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2), média fertilização (A1) e alta fertilização (A2) (Tabela 14).

Já os teores de Cu nas folhas completamente expandidas foram afetados ( $p < 0,1$ ) pela interação tratamentos dos resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 14). Para esse nutriente, os maiores teores foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1) (Tabela 14).

Os teores de N, P, Mg e Fe nas folhas senescentes não foram afetados ( $p>0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações. Por outro lado, os teores de Ca, S e B foram afetados ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações (Tabela 14). Para Ca e S, os maiores teores foram verificados para as plantas que receberam a baixa fertilização (A0) (Tabela 14). Já para B, os maiores teores foram observados para as plantas submetidas a alta fertilização (A2) e a média fertilização (A1) (Tabela 14).

Já os teores de K, Cu e Mn foram afetados ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita (Tabela 14). Para K, os maiores teores foram observados para as plantas que receberam os tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2), sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e a alta fertilização (A2) (Tabela 14). Já para Cu, os maiores teores foram verificados para as plantas submetidas aos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) e a baixa fertilização (A0) (Tabela 14). Enquanto para Mg, os maiores teores foram observados para as plantas que receberam os tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) e sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e a baixa fertilização (A0) (Tabela 14).

Já os teores de Zn foram afetados ( $p<0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 14). Para esse nutriente, os maiores teores foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2) (Tabela 14).

Em relação as diferenças entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes, verificou-se que os valores de N e B não foram afetados ( $p>0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações. Por outro lado, a diferença entre os teores de P, K, Ca, Mg, S, Fe e Mn foi afetada ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações (Tabela 14). Para P, Mg e S, as maiores diferenças entre os teores foram verificadas para as plantas que receberam a baixa fertilização (A0) (Tabela 14). Já para o K e Mn, as maiores diferenças entre os teores foram observadas para as plantas submetidas a média

fertilização (A1) (Tabela 14). Para Ca e Fe, as maiores diferenças entre os teores foram verificadas para as plantas submetidas a alta fertilização (A2) e a média fertilização (A1) (Tabela 14).

Os valores de Cu e Zn foram afetados ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 14). Em relação ao Cu, as maiores diferenças entre os teores foram observadas para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1) (Tabela 14).

Em relação ao Zn, as maiores diferenças entre os teores foram verificadas para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0) (Tabela 14).

Tabela 14– Teores de nutrientes em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes.

Trat.	N FCE				N FS				≠ N			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	24,8850	23,6875	26,0025	24,8583 A	8,2275	7,7675	8,0750	8,0233 A	16,6575	15,9200	17,9275	16,8350 A
R1	25,6175	25,7100	25,1150	25,4808 A	8,9250	8,3850	8,3875	8,5658 A	16,6925	17,3250	16,7275	16,9150 A
R2	27,0500	25,3500	23,5700	25,3233 A	9,0425	8,9275	8,7325	8,9008 A	18,0075	16,4225	14,8375	16,4225 A
Total	25,8508 a	24,9158 a	24,8958 a		8,7317 a	8,3600 a	8,3983 a		17,1192 a	16,5558 a	16,4975 a	
Trat.	P FCE				P FS				≠ P			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	1,0675	1,0275	1,0275	1,0408 A	0,2675	0,3000	0,3025	0,2900 A	0,8000	0,7275	0,7250	0,7508 A
R1	1,1425	1,0125	1,0200	1,0583 A	0,2900	0,2950	0,3025	0,2958 A	0,8525	0,7175	0,7175	0,7625 A
R2	1,1450	0,9875	0,9675	1,0333 A	0,2775	0,3125	0,2925	0,2942 A	0,8675	0,6750	0,6750	0,7392 A
Total	1,1183 a	1,0092 b	1,0050 b		0,2783 a	0,3025 a	0,2992 a		0,8400 a	0,7067 b	0,7058 b	
Trat.	K FCE				K FS				≠ K			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	6,1775	7,3175	7,2675	6,9208 B	3,7600	4,4200	4,8025	4,3275 B	2,4175	2,8975	2,4650	2,5933 A
R1	6,3875	7,2900	7,7300	7,1358 B	4,0300	4,5025	5,1250	4,5525 A	2,3575	2,7875	2,6050	2,5833 A
R2	7,1725	7,8425	8,2475	7,7542 A	4,8025	5,0625	5,9425	5,2692 A	2,3700	2,7800	2,3050	2,4850 A
Total	6,5792 b	7,4833 a	7,7483 a		4,1975 c	4,6617 b	5,2900 a		2,3817 b	2,8217 a	2,4583 ab	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; NFCE: Teor de nitrogênio na folha completamente expandida; NFS: Teor de nitrogênio na folha senescente; ≠ N: Diferença quanto ao teor de nitrogênio entre NFCE e NFS; PFCE: Teor de fósforo na folha completamente expandida; PFS: Teor de fósforo na folha senescente; ≠ P: Diferença quanto ao teor de fósforo entre PFCE e PFS; KFCE: Teor de potássio na folha completamente expandida; KFS: Teor de potássio na folha senescente; ≠ K: Diferença quanto ao teor de potássio entre KFCE e KFS; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 14– Teores de nutrientes em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes.

Trat.	Ca FCE				Ca FS				≠ Ca			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	6,1425	6,0250	5,4275	5,8650 A	13,2450	10,1150	9,9550	11,1050 A	-7,1025	-4,0900	-4,5275	-5,2400 A
R1	6,0775	5,9550	5,9725	6,0017 A	13,3150	10,0275	11,5850	11,6425 A	-7,2375	-4,0725	-5,6125	-5,6408 A
R2	6,0350	7,0350	6,9300	6,6667 A	12,6800	11,3300	11,6125	11,8742 A	-6,6450	-4,2950	-4,6825	-5,2075 A
Total	6,0850 a	6,3383 a	6,1100 a		13,0800 a	10,4908 b	11,0508 b		-6,9950 b	-4,1525 a	-4,9408 a	
Trat.	Mg FCE				Mg FS				≠ Mg			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	2,4650	2,1825	2,3425	2,3300 A	1,7550	1,6225	1,6350	1,6708 A	0,7100	0,5600	0,7075	0,6592 A
R1	2,5775	2,2075	2,1825	2,3225 A	1,6975	1,6025	1,6475	1,6492 A	0,8800	0,6050	0,5350	0,6733 A
R2	2,4100	2,0775	2,1525	2,2133 A	1,6300	1,5525	1,6050	1,5958 A	0,7800	0,5250	0,5475	0,6175 A
Total	2,4842 a	2,1558 b	2,2258 b		1,6942 a	1,5925 a	1,6292 a		0,7900 a	0,5633 b	0,5967 b	
Trat.	S FCE				S FS				≠ S			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	1,3967	1,3575	1,3825	1,3789 A	0,6725	0,6200	0,6325	0,6417 A	0,7242	0,7375	0,7500	0,7372 A
R1	1,4725	1,3550	1,3500	1,3925 A	0,6850	0,5950	0,6275	0,6358 A	0,7875	0,7600	0,7225	0,7567 A
R2	1,4900	1,3350	1,2750	1,3667 A	0,6575	0,6200	0,6125	0,6300 A	0,8325	0,7150	0,6625	0,7367 A
Total	1,4531 a	1,3492 b	1,3358 b		0,6717 a	0,6117 b	0,6242 b		0,7814 a	0,7375 ab	0,7117 b	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; CaFCE: Teor de cálcio na folha completamente expandida; CaFS: Teor de cálcio na folha senescente; ≠ Ca: Diferença quanto ao teor de cálcio entre CaFCE e CaFS; MgFCE: Teor de magnésio na folha completamente expandida; MgFS: Teor de magnésio na folha senescente; ≠ Mg: Diferença quanto ao teor de magnésio entre MgFCE e MgFS; SFCE: Teor de enxofre na folha completamente expandida; SFS: Teor de enxofre na folha senescente; ≠ S: Diferença quanto ao teor de enxofre entre SFCE e SFS; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 14– Teores de nutrientes em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes.

Trat.	Cu FCE				Cu FS				≠ Cu			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,00588 Aa	0,00615 Aa	0,00623 Aa	0,00609	0,00543	0,0035	0,00321	0,00405 A	0,00046 Bb	0,00265 Aa	0,00301 Aa	0,00204
R1	0,00601 Aa	0,00575 Aa	0,00578 Ba	0,00585	0,0046	0,0029	0,00309	0,00353 B	0,00141 Ab	0,00285 Aa	0,00269 ABa	0,00232
R2	0,00593 Aa	0,00603 Aa	0,00544 Bb	0,0058	0,00486	0,00308	0,00306	0,00367 C	0,00106 Ab	0,00295 Aa	0,00238 Ba	0,00213
Total	0,00594	0,00598	0,00581		0,00496 a	0,00316 b	0,00312 b		0,001	0,0028	0,0027	
Trat.	Zn FCE				Zn FS				≠ Zn			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,01271	0,0121	0,01125	0,01202 A	0,00765 Ba	0,00827 Aa	0,00738 Aa	0,00776	0,00506 Aa	0,00383 ABa	0,00388 ABa	0,00426
R1	0,01243	0,01093	0,01046	0,01127 A	0,00838 Ba	0,00779 Aa	0,00803 Aa	0,00806	0,00405 Aa	0,00314 Ba	0,00244 Ba	0,00321
R2	0,01251	0,01278	0,01211	0,01247 A	0,00998 Aa	0,00662 Ab	0,00648 Ab	0,00769	0,00254 Ab	0,00616 Aa	0,00563 Aa	0,00478
Total	0,0126 a	0,0119 ab	0,0113 a		0,0087	0,0076	0,0073		0,0039	0,0044	0,004	
Trat.	B FCE				B FS				≠ B			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,0266	0,0327	0,0329	0,0307 A	0,0572	0,0621	0,0638	0,0610 A	-0,0306	-0,0293	-0,0309	-0,0303
R1	0,0298	0,034	0,0328	0,0322 A	0,0648	0,0627	0,0684	0,0653 A	-0,0351	-0,0287	-0,0357	-0,0331
R2	0,0264	0,036	0,0349	0,0324 A	0,0604	0,0689	0,0726	0,0673 A	-0,0341	-0,0329	-0,0377	-0,0349
Total	0,0276 b	0,0342 a	0,0335 a		0,0608 c	0,0645 b	0,0683 a		-0,0332 c	-0,0303 a	-0,0348 b	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; CuFCE: Teor de cobre na folha completamente expandida; CuFS: Teor de cobre na folha senescente; ≠ Cu: Diferença quanto ao teor de cobre entre CuFCE e CuFS; ZnFCE: Teor de zinco na folha completamente expandida; ZnFS: Teor de zinco na folha senescente; ≠ Zn: Diferença quanto ao teor de zinco entre ZnFCE e ZnFS; BFCE: Teor de boro na folha completamente expandida; BFS: Teor de boro na folha senescente; ≠ S: Diferença quanto ao teor de boro entre BFCE e BFS; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 14– Teores de nutrientes em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes e a diferença entre os teores em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes.

Trat.	Fe FCE				Fe FS				≠ Fe			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,1048	0,1248	0,1475	0,1257 A	0,107	0,1124	0,1151	0,1115 A	-0,0023	0,0123	0,0325	0,0142 A
R1	0,1127	0,1309	0,1252	0,1229 A	0,1105	0,1053	0,1094	0,1084 A	0,0022	0,0255	0,0158	0,0145 A
R2	0,1146	0,1281	0,1378	0,1268 A	0,1061	0,1115	0,1189	0,1122 A	0,0085	0,0166	0,019	0,0147 A
Total	0,1107 b	0,1279 a	0,1368 a		0,1079 a	0,1098 a	0,1144 a		0,0028 b	0,0182 a	0,0224 a	

Trat.	Mn FCE				Mn FS				≠ Mn			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,4298	0,4217	0,4187	0,4234 B	1,0091	0,7094	0,7888	0,8357 B	-0,5793	-0,2877	-0,37	-0,4123 A
R1	0,6359	0,5624	0,5952	0,5978 A	1,3993	0,8775	1,0107	1,0958 A	-0,7634	-0,3151	-0,4156	-0,4980 A
R2	0,5774	0,6559	0,7193	0,6509 A	1,3168	0,9862	1,101	1,1346 A	-0,7394	-0,3302	-0,3817	-0,4838 A
Total	0,5477 a	0,5467 a	0,5777 a		1,2417 a	0,8577 b	0,9668 b		-0,694	-0,311	-0,3891	

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; FeFCE: Teor de ferro na folha completamente expandida; FeFS: Teor de ferro na folha senescente; ≠ Fe: Diferença quanto ao teor de ferro entre FeFCE e FeFS; MnFCE: Teor de manganês na folha completamente expandida; MnFS: Teor de manganês na folha senescente; ≠ Mn: Diferença quanto ao teor de manganês entre MnFCE e MnFS; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

### 3.2.7 Redistribuição de nutrientes

A redistribuição de N foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita (Tabela 15), sendo o maior valor observado para as plantas que receberam o tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) (Tabela 15).

Já a redistribuição de P, S, Cu e Fe, foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações (Tabela 15). Para P e S, o maior valor de redistribuição foi verificado para as plantas que receberam a baixa fertilização (A0).

Já para Cu, os maiores valores de redistribuição foram observados para as plantas que receberam a alta fertilização (A2) e a média fertilização (A1) que não diferiram entre si. Enquanto para o Fe, o maior valor de redistribuição foi observado para as plantas que receberam a média fertilização (A1).

A redistribuição de K e Mg, foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 15). Para K, os maiores valores de redistribuição foram observados para as plantas que receberam os tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0), média fertilização (A1) e baixa fertilização (A0).

Em relação ao Mg, os maiores valores de redistribuição foram verificados para plantas submetidas aos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) e a baixa fertilização (A0).

Já a redistribuição de Zn foi afetada ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 15). Para esse nutriente, os maiores valores de redistribuição foram verificadas para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2) (Tabela 15).

Valores negativos de redistribuição foram observados para Ca, Mn e B (Tabela 15). Estes nutrientes foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações.

Para Ca e B, os maiores valores de redistribuição foram verificados para as plantas submetidas a média fertilização (A1). Enquanto para Mn, os maiores valores de redistribuição foram observados para as plantas que receberam a média fertilização (A1) e a alta fertilização (A2).

Tabela 15– Redistribuição de nutrientes (%) em folhas de *Eucalyptus* coletadas no inverno na área Harvester + Forwarder (HF).

Trat.	N				P				K			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	73,4147	74,0306	72,0704	73,1719 A	79,5958	76,7116	74,1465	76,8180 A	51,32	52,142	42,1708	48,5443 A
R1	69,2185	69,7385	69,8858	69,6143 AB	78,5391	73,1384	73,283	74,9869 A	47,2025	44,3336	40,5061	44,0141 AB
R2	70,3806	66,197	65,5616	67,3797 B	78,7872	69,5269	71,7921	73,3687 A	41,6335	38,264	32,4917	37,4631 B
Total	71,0046 a	69,9887 a	69,1726 a		78,9741 a	73,1256 b	73,0739 b		46,7187 a	44,9132 a	38,3895 b	
Trat.	Ca				Mg				S			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	-73,0319	-31,443	-63,439	-55,9713 A	43,8711	40,756	38,5955	41,0742 A	61,2633	63,2731	59,7671	61,4345 A
R1	-85,4006	-52,9956	-74,5081	-70,9681 A	44,7562	33,4219	31,6805	36,6196 AB	60,8931	59,5688	57,8711	59,4443 A
R2	-86,1232	-53,6424	-56,7332	-65,4996 A	40,3780	28,3108	30,3235	33,0041 B	61,1451	55,4733	54,985	57,2011 A
Total	-81,5185 b	-46,0270 a	-64,8934 b		43,0018 a	34,1629 b	33,5332 b		61,1005 a	59,4384 ab	57,5411 b	
Trat.	Cu				Zn				B			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	24,1099	54,2813	54,3936	44,2616 A	49,3919 Aa	45,5299 Aa	42,2322 Aa	45,718	-71,1645	-51,4955	-71,6875	-64,7825 A
R1	35,0574	54,3300	52,3116	47,2330 A	43,1491 ABa	35,9635 Aa	32,2320 Aa	37,1148	-83,7760	-67,9774	-89,205	-80,3195 A
R2	26,4772	50,9786	47,2535	41,5698 A	30,1371 Bb	48,9673 Aa	49,4859 Aa	42,8634	-104,6026	-85,3378	-97,0785	-95,6730 A
Total	28,5482 b	53,1967 a	51,3196 a		40,8927	43,4869	41,3167		-86,5144 b	-68,2702 a	-85,9904 b	
Trat.	Fe				Mn							
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total				
R0	17,4958	28,1084	29,1485	24,9175 A	-87,2208	-35,0619	-65,6218	-62,6349 A				
R1	17,5313	26,9434	21,5146	21,9964 A	-84,9056	-42,0037	-52,1084	-59,6726 A				
R2	18,0951	16,3718	19,4915	17,9861 A	-103,569	-43,6851	-45,7843	-64,3463 A				
Total	17,7074 b	23,8079 a	23,3848 ab		-91,8986 b	-40,2503 a	-54,5048 a					

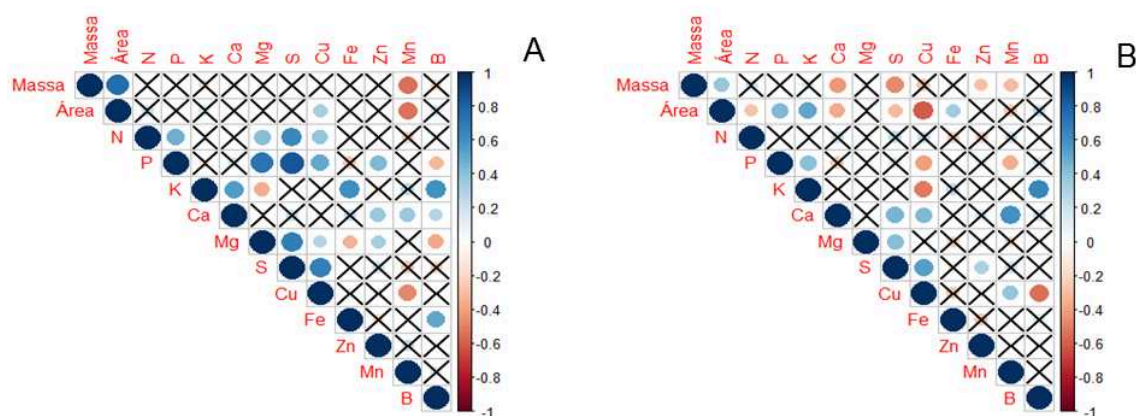
Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização; Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

### 3.2.8 Análise de correlações

Em relação as folhas completamente expandidas, a massa foliar se correlacionou positivamente com a área foliar. Em contrapartida, a massa foliar se correlacionou negativamente com os teores de Mn (Figura 8-A). Já os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn e B, não apresentaram correlações com a massa foliar a 10 % de significância (Figura 8-A). Já para a área foliar, verifica-se correlações positivas para massa foliar e os teores de Cu (Figura 8-A). A área foliar apresentou correlação negativa com os teores de Mn (Figura 8-A). Já os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn e B não apresentaram correlações com a área foliar a 10 % de significância (Figura 8-A).

Para as folhas senescentes foi verificada correlação positiva entre massa foliar e área foliar (Figura 8-B). A massa foliar apresentou correlações negativas com os teores de Ca, S, Zn e Mn (Figura 8-B). Já os teores de N, P, K, Mg, Cu, Fe e B não apresentaram correlações com a massa foliar a 10% de significância (Figura 8-B). Em relação a área foliar, esta se correlacionou positivamente com massa foliar e os teores de P, K e Fe (Figura 8-B). Em contrapartida, correlações negativas foram observadas para os teores de N, Ca, S e Cu. Já os teores de Mg, Zn, Mn e B não apresentaram correlações com a área foliar a 10% de significância (Figura 8-B).

Figura 8– Correlação de Pearson ( $\alpha=10\%$ ) para as variáveis massa foliar, área foliar e teores de nutrientes em folhas completamente expandidas (A) e em folhas senescentes (B). Cor azul: se correlacionam positivamente; Cor vermelha: se correlacionam negativamente; X: indica que a variável não foi significativa a 10% de significância.



### 3.3. Análise de componentes principais (PCA)

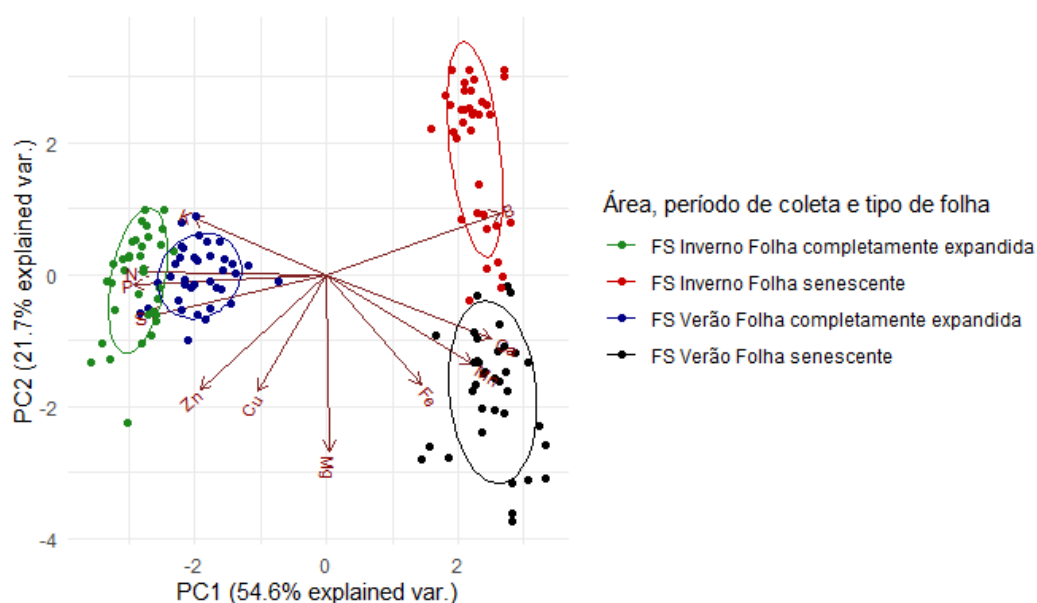
#### 3.3.1 Teores de nutrientes em folhas completamente expandidas e em folhas senescentes

A análise de componentes principais (PCA) foi utilizada para determinar a influência dos resíduos da colheita e das fertilizações nos teores de nutrientes em folhas completamente expandidas e senescentes no verão e no inverno.

Avaliando o PCA realizado para a área FS observa-se que o PC1 e o PC2 explicam 54,6 % e 21,7 % respectivamente da variabilidade dos dados. As variáveis são separadas em quatro grupos de resposta. Os dois grupos localizados no lado esquerdo do PCA englobam as folhas completamente expandidas que apresentaram alta correlação com N, P, K e S. Além disso, estas apresentam um comportamento similar em relação ao verão e o inverno.

Para os dois grupos localizados no lado direito do PCA é possível observar que estes englobam as folhas senescentes e apresentam um comportamento distinto em relação ao verão e o inverno. No verão, observa-se alta correlação para os teores de Ca, Mn e Fe enquanto no inverno, somente o B se correlaciona positivamente. Os teores de Zn, Cu e Mg apresentaram menor correlação com as folhas completamente expandidas e as folhas senescentes quando comparado aos demais teores dos nutrientes.

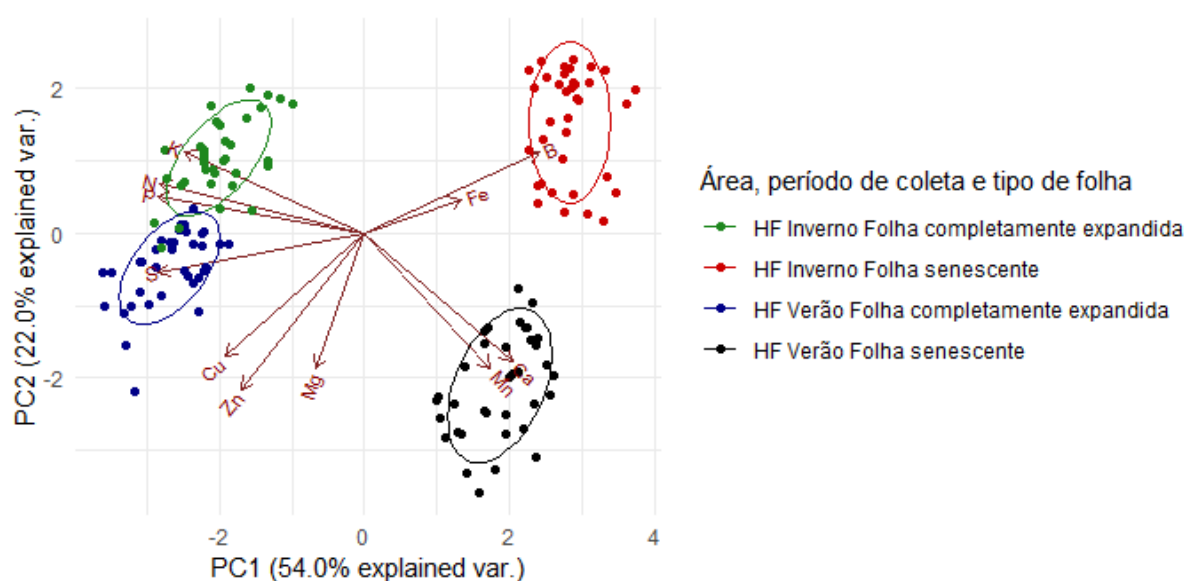
Figura 9– Análise de componentes principais (PCA) dos nutrientes N, P, K Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B em folhas completamente expandidas e folhas senescentes coletadas no verão e no inverno na área Feller+Skidder (FS).



Para o PCA realizado para a área HF foi verificado que PC1 e o PC2 explicam 54 % e 22 % respectivamente da variabilidade dos dados. Tal como foi observado para a área FS as variáveis são separadas em quatro grupos de resposta. Os dois grupos que se encontram no lado esquerdo do PCA representam as folhas completamente expandidas. Para as folhas completamente expandidas, no verão, observa-se que há uma alta correlação com o teor de S. Enquanto no inverno, observa-se que as folhas completamente expandidas se correlacionam positivamente com os teores de N,P e K.

Os dois grupos que se encontram no lado direito do PCA representam as folhas senescentes e apresentam um comportamento distinto para o verão e o inverno. No verão, as folhas senescentes se correlacionam positivamente com os teores de Ca e Mn. Já no inverno, as folhas senescentes apresentam alta correlação com o B. Os teores de Mg, Zn e Cu apresentaram menor correlação com as folhas completamente expandidas e as folhas senescentes quando comparado ao teor dos demais nutrientes.

Figura 10– Análise de componentes principais (PCA) dos nutrientes N, P, K Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B em folhas completamente expandidas e folhas senescentes coletadas no verão e no inverno na área Harvester+Forwarder (HF).



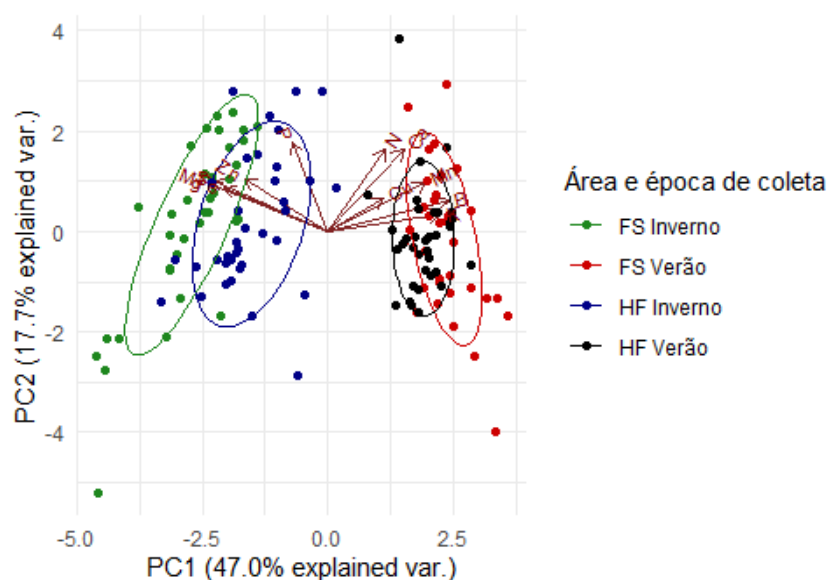
### 3.3.2 Redistribuição de nutrientes

A análise de componentes principais (PCA) foi utilizada para determinar a influência da época de coleta (verão ou inverno) na redistribuição de nutrientes nas áreas FS e HF.

Ao avaliar o comportamento da redistribuição nas áreas FS e HF, observa-se que o PC1 e o PC2 explicam 44% e 18,8% respectivamente da variabilidade dos dados. As variáveis de resposta no lado esquerdo do PCA representam os valores de redistribuição de nutrientes nas áreas FS e HF na coleta realizada no inverno. É possível observar que as áreas apresentaram o comportamento similar e correlação positiva com os nutrientes: P, Mg, S, Fe, Zn e B.

Já as variáveis respostas no lado direito do PCA representam os valores de redistribuição de nutrientes nas áreas FS e HF na coleta realizada no verão. Tal como foi observado no inverno, no verão as áreas FS e HF apresentaram comportamento similar e correlação positiva com os nutrientes: N, K, Ca, Cu e Mn.

Figura 11– Análise de componentes principais (PCA) da redistribuição dos nutrientes N, P, K Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B nas áreas Feller+Skidder (FS) e Harvester+Forwarder (HF) no verão e no inverno.



## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 Massa e área foliar

De modo geral, em ambas as áreas, o aumento da massa e da área foliar estava relacionado aos tratamentos envolvendo as fertilizações. Da mesma forma, Laclau et al. (2008) também verificaram para *Eucalyptus grandis* o aumento do índice de área foliar para as plantas que receberam adubação potássica.

Sob o mesmo ponto de vista, Battie-Laclau et al. (2013) também observaram para *Eucalyptus grandis* que aplicações de KCl e NaCl promoveram o aumento da área foliar. Albaugh et al. (1998) também verificaram para *Pinus taeda* que os tratamentos envolvendo fertilizações aumentaram o índice de área foliar.

Já Kozovits et al. (2007), estudando as espécies *Blepharocalyx salicifolius*, *Caryocar brasiliense*, *Qualea parviflora*, *Schefflera macrocarpa* e *Ouratea hexasperma*, não observaram mudanças na área foliar específica quando essas espécies receberam fertilizações com fontes de N e P, com exceção da *C.brasiliense* cuja fertilização com fontes de N proporcionou um aumento na área foliar específica.

### 4.2 Teores de nutrientes

As faixas de suficiência de teores de macronutrientes para plantios de eucalipto no Brasil, descritos no trabalho de Oliveira (2017) foram utilizados para avaliação do estado nutricional das árvores das áreas experimentais (Área FS e HF). O referido autor, considerando árvores com idade entre 1 a 6 anos, definiu as faixas de suficiência de teores de macronutrientes em plantio de eucalipto no Brasil como: deficiente, tendência a suficiente, suficiente, alta, tendência a excesso e excesso.

Em ambas as áreas, os teores de N nas folhas completamente expandidas, no verão e no inverno, foram considerados altos independente dos tratamentos recebidos. O N participa das principais reações bioquímicas que ocorrem nas plantas e apresenta diversas funções sendo elas: componente estrutural da parede celular, constituinte dos aminoácidos, amidas, amina, ácido nucléico, alcalóides, clorofilas e várias coenzimas (Dell et al., 1995; Cantarella, 2007). Segundo Cantarella (2007), as entradas de N no sistema solo-planta podem ocorrer devido a fertilizações minerais ou orgânicas, deposição atmosférica, fixação biológica simbiótica ou não. De acordo com esse autor, o estoque de N no solo ocorre em forma orgânica como constituinte da MOS que ao ser mineralizada libera formas

inorgânicas como por exemplo: amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e óxido nítrico ( $\text{NO}$ ) que podem ser uma das principais fontes deste elemento para as plantas. De modo geral, o amônio e o nitrato são as formas mais absorvidas pelas plantas e são considerados muito móveis no solo (Dell et al., 1995; Cantarella, 2007). Já em relação a mobilidade do N no floema este elemento é considerado de alta mobilidade em eucaliptos (Dell et al., 1995). Diante do exposto, os altos teores observados para N no presente estudo podem estar relacionados aos seguintes fatores: quantidade inicial de MOS, níveis de fertilizações adicionados ao longo do experimento, decomposição do material vegetal adicionado e a mineralização dos nutrientes, ciclagem interna de N considerando a sua mobilidade interna na planta.

Quanto aos teores de P, no verão e no inverno, em ambas as áreas, os valores observados se encontram na faixa de suficiente. Exceção para alguns resultados na área FS, na coleta realizada no inverno cujos valores foram considerados altos. O P participa dos principais processos metabólicos das plantas. Este elemento é constituinte dos ácidos nucléicos, fosfolipídeos, adenosina trifosfato (ATP), dentre outros. O P é requerido na fotossíntese, no transporte de elétrons, na regulação das enzimas e no transporte de carboidratos (Dell et al., 1995). Em relação as formas de entradas de P no sistema solo-planta, estas podem ocorrer por fonte mineral como por exemplo aplicação de fertilizantes no solo ou por fontes orgânicas tais como resíduos orgânicos e/ou MOS (Novais et al., 2007). Segundo Dechen & Nachtigall (2007), as principais formas de absorção de P pelas plantas são o ânion monovalente ortofosfato biácido ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) e o ânion bivalente ortofosfato monoácido ( $\text{HPO}_4^-$ ). Apesar disso, outras formas de P podem ser absorvidas pelas plantas em menores quantidades. De acordo com os autores citados anteriormente, as proporções em que as formas de P são absorvidas pelas plantas sofrem influência do pH do solo. Assim, em situações em que os solos são ácidos a forma mais encontrada é de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , enquanto, em solos alcalinos, a forma de  $\text{HPO}_4^-$  costuma ser predominante (Silva & Mendonça, 2007). Quanto a mobilidade de P no floema do eucalipto esta pode ser considerada alta (Dell et al., 1995). Em relação aos teores de P observados no presente trabalho, acredita-se que os níveis de fertilizações associados a MOS e a quantidade inicial dos resíduos da colheita podem ter contribuído para os resultados encontrados.

Em relação à faixa de suficiência dos teores de K, estes foram considerados suficientes para ambos períodos de coleta na área HF. Na área FS, no verão, os teores observados se encontram na faixa suficiente, enquanto no inverno, os teores de K foram classificados como deficiente e tendência a suficiente. O K apresenta diversas funções na planta tais como o controle estomático, estabilização do pH, osmoregulação das células, atua na síntese de proteínas, de carboidratos e lipídios (Dell et al., 1995; Ernani et al., 2007). No entanto, este elemento não apresenta função estrutural na planta pois não integra nenhum composto orgânico estável (Silveira et al., 2005; Ernani et al., 2007).

Quanto as formas de entradas de K no sistema solo-planta, estas podem ocorrer pela decomposição das fontes orgânicas depositados sobre o solo, MOS, pelas fertilizações e também pelas diferentes formas de K presente no solo (estrutural, solúvel, trocável e não-trocável). Dentre as formas de K presente no solo, as disponíveis para as plantas são a solúvel e a trocável (Ernani et al., 2007; Dechen & Nachtigall, 2007). Este elemento é absorvido do solo pelas plantas na forma iônica  $K^+$  (Dechen & Nachtigall, 2007). Já em relação a mobilidade de K no solo e na planta, este elemento apresenta alta mobilidade (Dell et al., 1995; Ernani et al., 2007).

De acordo com Ernani et al. (2007), a disponibilidade de K para as plantas é afetada pelos seguintes fatores: os solos (atividade de K na solução), a própria planta (morfologia do sistema radicular, a taxa de demanda da espécie e os parâmetros cinéticos de absorção) e o clima (temperatura e umidade do solo). Para estes autores, o aumento da temperatura do ambiente e do solo contribui para maior difusão de K no solo fato que favorece a absorção de K pelas plantas. Além disso, o aumento do teor de água do solo favorece o transporte de K até as raízes das plantas o que aumenta sua absorção.

Diante do exposto, as diferenças verificadas para os teores de K na área FS podem ser justificadas pelo período em que as coletas foram realizadas (verão ou inverno), a quantidade inicial dos resíduos da colheita e as fertilizações. A área FS recebeu uma menor quantidade inicial de resíduos da colheita e não teve a adição de casca quando comparada a área HF. Assim, na área FS, no verão, a decomposição dos resíduos da colheita associada ao aumento das temperaturas do ambiente e do solo podem ter contribuído para a maior difusão do K no solo

favorecendo a sua absorção. Enquanto no inverno, pode ter ocorrido a menor difusão de K no solo e a menor disponibilidade deste nutriente a partir da decomposição dos resíduos da colheita. Já na área HF, por ter recebido uma maior quantidade inicial de resíduos da colheita que, associada as fertilizações, podem ter suprido as necessidades das árvores de eucalipto durante o período de amostragem. De modo geral, em ambas as áreas (FS e HF), o aumento das quantidades de resíduos da colheita e dos níveis de fertilizações estão relacionados ao aumento dos teores de K, destacando a importância do manejo de resíduos da colheita e das fertilizações para a manutenção do K no sistema solo-planta.

Em relação aos teores de Ca, na área HF, estes se enquadram na faixa de suficiente a alto. Da mesma forma, na área FS, no inverno, os teores também foram considerados de suficiente a alto. Em contrapartida, no verão, os teores são classificados como alto e tendendo ao excesso. Já os teores de Mg em ambas as áreas e períodos de coleta foram considerados suficientes. Quanto ao Ca, a maior parte deste elemento nas plantas se encontra na composição da parede celular, podendo também ocorrer nos vacúolos e organelas (Dell et al., 1995; Dechen & Nachtigall, 2007). As suas principais funções estão relacionadas ao crescimento de meristemas, ao crescimento e funcionamento dos ápices radiculares, componente da lamela média, impede danos a membrana celular exercendo papel estrutural e atua como modulador dos hormônios vegetais (Dell et al., 1995; Dechen & Nachtigall, 2007). Além disso, o Ca pode minimizar os efeitos que podem ser causados pelo estresse hídrico (deficiência hídrica ou excesso de água no ambiente) (Stefanuto, 2002).

Enquanto o Mg, apresenta como principais funções a participação na composição da clorofila, além de ser requerido na síntese de proteínas e também na ativação de várias enzimas (Dell et al., 1995; Dechen & Nachtigall, 2007). Dentre as entradas de Ca e Mg no sistema solo-planta estas podem ocorrer a partir da aplicação de corretivos, gesso, fertilizantes e também por meio da decomposição de fontes orgânicas e MOS. As plantas absorvem o cálcio e o magnésio nas formas iônicas  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , respectivamente, da solução do solo. Estes elementos podem ser acessados pelas raízes das plantas pelos mecanismos de interceptação radicular e fluxo de massa (Sousa et al., 2007). Quanto a mobilidade destes nutrientes em eucalipto, o cálcio é considerado imóvel enquanto o Mg é variável

(Dell et al., 1995). Caldeira et al. (2017), citando Malavolta (2006) e Larcher (2000), relata que a mobilidade do Mg poder ser de móvel a restrita e que estas diferenças irão variar entre as espécies.

Em florestas plantadas principalmente de eucaliptos e pinus a aplicação calcário e gesso tem sido uma das principais fontes de entrada de Ca e Mg (Rocha et al., 2019). A aplicação de calcário, tem sido muito empregada no Brasil, pois a maioria dos solos são considerados de natureza ácida e uma das formas de corrigir sua acidez é por meio da calagem. Já a gessagem visa a melhoria do ambiente radicular. Assim, a correção da acidez e/ou a sua associação com gesso contribui para a maior absorção de água e nutrientes contribuindo assim para o aumento da produtividade das culturas (Sousa et al., 2007; Rodrigues, 2013; Sousa, 2018).

No presente estudo, as principais fontes de Ca e Mg estão relacionadas a aplicação de calcário dolomítico e a decomposição do resíduo da colheita. Em relação aos teores de Ca classificados como alto e tendendo ao excesso, segundo Barros Filho (2014) a tolerância do clone I144 (*E.urophylla* x *E.grandis*) ao estresse hídrico pode estar ligada à maior absorção e acúmulo de Ca favorecendo vários processos antiestresse na planta. Já Oliveira (2017) estudando diferentes clones de eucalipto associou o acúmulo de Ca como um mecanismo de resistência aos fatores edafoclimáticos principalmente a baixa precipitação e a elevada demanda evapotranspiracional.

Já em relação ao S, na área HF, os teores se enquadram na faixa de suficiente. Da mesma forma, na área FS, no verão, os teores também foram considerados suficiente. Em contrapartida, no inverno, os teores foram classificados como alto. O S é essencial para a formação de proteínas, aminoácidos e clorofila (Dell et al., 1995; Dechen & Nachtigall, 2007). Além disso, o S é componente de vitaminas e alguns hormônios da planta, participa como um ligante em várias enzimas e metalo-proteínas e contribui com o crescimento e desenvolvimento das raízes (Dechen & Nachtigall, 2007). Em relação as formas de entradas de S no sistema solo-planta estas podem ocorrer a partir de minerais primários, deposição atmosférica, queima de combustíveis fósseis, resíduos orgânicos e animais, fertilizantes e pesticidas (Alvarez V. et al., 2007). As plantas absorvem o S na forma iônica  $SO_4^{2-}$  da solução do solo. Este íon apresenta boa mobilidade no solo (Alvarez V. et al., 2007). Quanto a mobilidade de S em eucalipto, esta é considerada variável

(Dell et al., 1995). Diante do exposto e levando em consideração que os fertilizantes aplicados eram concentrados e não tinham adição de S e ainda assim, os teores de S na análise de solo foram considerados alto (Rolas, 2004), pode-se dizer que os resíduos da colheita e a quantidade de S presente no solo foram suficientes para suprir as necessidades das árvores.

Em relação aos teores de micronutrientes, as faixas de suficiência adotadas estão descritas no estudo de Fernandes (2010). Neste estudo, adotando uma faixa de idade de até 2,3 anos esta autora descreve os teores de micronutrientes da seguinte forma: limite inferior a faixa normal, ponto ótimo (faixa normal) e limite superior a faixa normal. A faixa normal está relacionada a quantidade satisfatória do nutriente para o eucalipto.

Para o Cu, na área HF, nos dois períodos de coleta, os teores se encontram na faixa normal. Da mesma forma, na área FS, no inverno, os valores se encontram na faixa normal. Em contrapartida, no verão, os teores de Cu foram classificados como faixa normal e limite superior a faixa normal. O Cu na planta é constituinte de algumas enzimas (citocromo oxidase e fenolase), é considerado essencial na cadeia transportadora de elétrons da fotossíntese, também é importante na lignificação dos tecidos. Além disso, grande parte deste elemento se encontra na plastocianina das folhas (Dell et al., 1995; Dechen & Nachtigall, 2007). O Cu é absorvido do solo nas formas cúprica ( $\text{Cu}^{2+}$ ) e Cu-quelato. O Cu apresenta baixa mobilidade no solo devido a adsorção nos colóides orgânicos e inorgânicos do solo (Abreu et al., 2007; Dechen & Nachtigall, 2007). Quanto a sua mobilidade no eucalipto esta é considerada variável (Dell et al., 1995). De acordo com Dechen & Nachtigall (2007) grande parte dos solos apresenta quantidades necessárias para suprir a demanda das plantas por Cu sendo poucas vezes observado a sua deficiência. No presente estudo, os teores de Cu são suficientes para atender a demanda das plantas.

Quanto ao Zn, em ambas as áreas e nos dois períodos de coleta, os valores se encontravam no limite inferior a faixa normal. O Zn é requerido para a ativação de várias enzimas e na fotossíntese, além de ser constituinte de algumas metaloenzimas como por exemplo álcool desidrogenase e anidrase carbônica (Dell et al., 1995). O Zn é absorvido do solo na forma  $\text{Zn}^{2+}$  e a sua disponibilidade é influenciada pelo pH do solo (Dechen & Nachtigall, 2007). O Zn apresenta alta mobilidade no solo enquanto na planta esta é variável (Dell et al., 1995; Abreu et al., 2007).

Para o B, em ambas as áreas e nos dois períodos de coleta, os teores se encontravam no limite inferior a faixa normal. O B atua na divisão de células, nas funções das membranas, nas células de crescimento, em alguns sistemas enzimáticos como componente ativo ou constituinte (Dell et al., 1995; Dechen & Nachtigall, 2007). As formas absorvidas de B pelas plantas do solo são ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) e como ânion borato ( $B(OH)^{4-}$ ) em situações de pH elevado (Dechen & Nachtigall, 2007). O B é considerado de baixa mobilidade na planta enquanto no solo a sua mobilidade ocorre por meio de fluxo de massa (Dell et al., 1995; Dechen & Nachtigall, 2007). Na área experimental, os resultados obtidos pela análise de solo demonstram que as quantidades de B se encontram de médio a alto e isto pode estar relacionado a fertilização realizada na área experimental com B. De acordo com Hodecker (2015), manter as plantas de eucalipto com quantidades suficientes de B é muito importante para enfrentar os períodos em que ocorre limitação hídrica.

Em relação ao Fe, nas áreas FS e HF, no inverno, os teores foram considerados na faixa normal. Porém, nas áreas FS e HF, no verão, os valores se encontravam no limite inferior a faixa normal. O Fe atua na síntese de clorofila, na ativação de enzimas e está envolvido nas reações da fotossíntese e da respiração (Dell et al., 1995; Dechen & Nachtigall, 2007). As formas Fe absorvidas pelas plantas do solo são: forma ferrosa ( $Fe^{2+}$ ), forma ferríca ( $Fe^{3+}$ ) e Fe-quelato. A disponibilidade de Fe é influenciada pelo teor de argila, matéria orgânica e pH do solo, assim, apresenta menor mobilidade no solo (Dechen & Nachtigall, 2007). Já em relação a mobilidade do Fe nas plantas, este elemento pode ser considerado imóvel (Dell et al., 1995; Dechen & Nachtigall, 2007) ou de baixa mobilidade (Caldeira et al., (2017), citando Attiwill et al., (1978) e Vitti et al., (2006)).

De acordo com Dechen & Nachtigall (2007), os solos tropicais apresentam quantidades suficientes de Fe para o desenvolvimento das plantas porém em situações de imobilização de Fe pode ocorrer a deficiência de Fe nas plantas. Diante do exposto, acredita-se que no verão os teores de Fe podem estar relacionados a imobilização do Fe no solo não se tornando disponível para as plantas.

Para Mn, nas áreas FS e HF, no verão, os teores foram classificados como acima do limite superior a faixa normal. Em contrapartida, no inverno, para ambas as áreas, os valores se encontravam na faixa normal. O Mn nas plantas é necessário na ativação de enzimas, na síntese de clorofila, na fotossíntese e no transporte de

elétrons no cloroplasto (Dell et al., 1995; Dechen & Nachtigall, 2007). A absorção de Mn pelas plantas ocorre na forma  $Mn^{2+}$  e a disponibilidade deste elemento é influenciada pelo pH e o potencial redox do solo. No solo este elemento apresenta certa mobilidade, enquanto na planta a sua mobilidade é variável (Dell et al., 1995; Dechen & Nachtigall, 2007). Segundo Dechen & Nachtigall (2007), em solos com maiores quantidades de material orgânico, com pH menor ou igual a 5,5 e com altas condições redutoras, o acúmulo de Mn pode ocorrer, pois a sua forma absorvida é mais abundante em valores de pH mais baixo levando as plantas a absorverem quantidades maiores que as necessárias para o seu desenvolvimento. Diante dos resultados obtidos, acredita-se que no verão com mais umidade no solo, têm-se maior disponibilidade  $Mn^{2+}$  favorecendo a maior absorção pelas plantas aumentando assim seu teor (Faquin, 2005).

#### 4.3 Redistribuição de nutrientes

O comportamento da redistribuição dos nutrientes avaliados (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, B, Fe e Mn) nas áreas FS e HF, no verão e no inverno, não segue um padrão bem definido quanto aos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações.

Quando avalia-se a redistribuição de N, nas áreas FS e HF, nos períodos de coleta (verão e inverno), não há uma tendência muito clara de como os resíduos da colheita e as fertilizações influenciam na redistribuição. Em literatura existem trabalhos que não observaram efeito na redistribuição de N quanto as fertilizações (Silva et al., 2013); que verificaram a redução da redistribuição devido as fertilizações (Yuan & Chen, 2015); que associaram as maiores redistribuições às maiores concentrações de N das folhas (Lajtha, 1987; Saur et al., 2000). Enquanto isso, outros trabalhos associam as maiores redistribuições ao fato do N ser móvel no floema da planta (Caldeira et al., 2002; Protil et al., 2008; Marques et al., 2018). No presente estudo acredita-se que os altos teores de N nas folhas e a sua mobilidade no floema das plantas podem ser um dos principais fatores que influenciaram a redistribuição que variou de 56 a 76% na área FS e 67 a 76% na área HF.

Em relação a redistribuição de P, na área FS e HF, no verão, os valores variaram de 71 a 75% e 73 a 77%, respectivamente. Da mesma forma, Silva et al. (2011) em plantio de *Eucalyptus grandis* observaram valores que variavam de 70 a

77% para os tratamentos controle e com fertilização mineral e também não verificaram diferenças significativas para a redistribuição de P. Santos et al. (2017) estudando plantações de eucalipto e acácia após 30 e 60 meses observaram valores de redistribuição de P de 68,7 e 70,1% para o eucalipto enquanto para a acácia os valores foram de 83,9 e 82,5%. Estes autores também não verificaram diferenças significativas para a redistribuição de P após a aplicação de fontes de P. Em contrapartida, na área FS, no inverno, o tratamento que recebeu a maior quantidade de resíduos da colheita foi o que apresentou a maior redistribuição de P. Enquanto, na área HF, no inverno, os valores de P se encontravam na faixa suficiente e a maior redistribuição de P estava associada aos menores níveis de fertilização. Da mesma forma, no trabalho de Yuan & Chen (2015) a fertilização com fontes de P reduziu a redistribuição de P.

Quanto a redistribuição de K, nas áreas FS e HF, no verão, e na área FS, no inverno, os valores variaram de 55 a 58%, 52 a 58%, 28 a 31%, respectivamente, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos. Em contrapartida, na área HF, no inverno, os maiores valores de redistribuição estavam relacionados aos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0), a média (A1) e a baixa fertilização (A0). Nos trabalhos de Silva et al. (2011) e Silva et al. (2013) com *Eucalyptus grandis* as plantas que receberam o tratamento sem fertilização apresentaram os maiores valores de redistribuição de K (73 e 81,3%, respectivamente) quando comparadas as plantas submetidas ao tratamento com fertilização (61,7 e 69,7%, respectivamente). Diante do exposto, na área HF, no inverno, os resultados obtidos podem estar associados ao fato de que nos tratamentos sem serapilheira e sem resíduo da colheita (R0), a média (A1) e baixa fertilização (A0), a planta deve ser mais eficiente em redistribuir o K pois tem menos K disponível no sistema para sua absorção quando comparado ao tratamento com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) e alta fertilização (A2).

Quanto a redistribuição de Ca, todos os valores observados em ambas as áreas e períodos de coleta apresentaram redistribuição negativa. Silva et al. (2011) afirmam que este comportamento pode estar associado ao acúmulo de Ca nas folhas senescentes. Valores negativos de redistribuição de Ca também foram observados em outros estudos para as espécies *Andira anthelminthica*, *Ilex theezans*, *Ocotea pulchella*, *Tapirira guianensis* (Protil et al., 2009) e *Hevea*

*brasiliensis* (Rodrigues et al., 2000; Mendes et al., 2012). De acordo com Caldeira et al. (2002) a baixa redistribuição de Ca está associada a sua baixa mobilidade na planta pois este elemento tem função estrutural e compõe a parede celular das folhas não sendo redistribuído para as partes novas das plantas. De modo geral, na área FS, tanto no verão quanto no inverno, os maiores valores de redistribuição estavam relacionados aos maiores teores de Ca e também aos maiores níveis de fertilização. Porém na área HF, não é verificada essa mesma tendência.

Em relação ao Mg, nas áreas FS e HF, no verão, os valores de redistribuição foram negativos e variaram de -12 a -18% e -0,74 a -21% respectivamente, indicando um acúmulo deste nutriente nas folhas. Em contrapartida, em ambas as áreas, no inverno, a redistribuição foi positiva variando de 27 a 47% e 33 a 43%, respectivamente. Comportamento semelhante ao observado foi verificado por Caldeira et al. (2017) para *Joannesia princeps* e *Bixa arborea* em que no período de maior temperatura e precipitação houve a redistribuição negativa de Mg, enquanto nos períodos de menor temperatura e precipitação foi verificado o oposto. Já Rocha (2006) e Protil et al. (2008) observaram redistribuição negativa, tanto no verão quanto no inverno, para as espécies arbóreas *Andira anthelminthica*, *Ilex theezans* e *Ocotea pulchella*. Para Protil et al. (2008) e Caldeira et al. (2017), a redistribuição negativa de Mg pode estar relacionada a capacidade das reservas do solo em suprirem as quantidades necessárias às plantas. Os resultados obtidos para Mg indicam que há uma influência do período de coleta, porém, a forma como a quantidade de resíduos da colheita e as fertilizações afetam a redistribuição não é muito claro.

Quanto ao S, a redistribuição no verão, para as áreas FS e HF variaram de 41 a 43% e 40 a 47%, respectivamente. Enquanto no inverno, valores variaram de 66 a 76% e 57 a 61 % respectivamente. Outros estudos também verificaram valores de redistribuição de S que variaram de 52,6 e 66,2% para *Pinus taeda* (Viera & Schumacher, 2009), 42,8% para *Pinus oocarpa* e 2,1% para *Hevea brasiliensis* (Rodrigues et al., 2000) e 20,37 a 36,71% para *Joannesia princeps* (Caldeira et al., 2017). De modo geral, em ambas as áreas observa-se que há um aumento da redistribuição no inverno. No entanto, quando avaliamos os efeitos de resíduos da colheita e dos níveis de fertilizações não há uma tendência muito clara.

Em relação ao Cu, as maiores redistribuições estavam associadas as maiores fertilizações, os valores variaram de -5 a 53%. Exceto para a área HF, no verão, em que os maiores valores de redistribuição estavam associados a maior quantidade de resíduos da colheita e também as maiores fertilizações. Já no trabalho de Caldeira et al. (2017), a redistribuição de Cu para *Joannesia princeps* cujo valor foi de 36% estava relacionada ao período de menor temperatura e precipitação. Enquanto Viera & Schumacher (2009) encontraram para *Pinus taeda* valores de redistribuição de Cu de 85,6 % em área de segunda rotação e 90,5% em área de campo nativo.

Para o Zn, de modo geral, os maiores valores de redistribuição estavam relacionados as maiores fertilizações, exceto na área FS, no inverno. Na área FS, os valores de redistribuição variaram de 19 a 46%. Enquanto na área HF, os valores de redistribuição variaram de -9 a 49%. Viera & Schumacher (2009) encontraram para *Pinus taeda* valores de redistribuição de Zn de 69,7 % em área de segunda rotação e 59,2% em área de campo nativo. Já no trabalho de Caldeira et al. (2017), a redistribuição de Zn para *Joannesia princeps* e *Bixa arborea* estava relacionada ao período de menor temperatura e precipitação apresentando os valores de 42,30 e 18,65%, respectivamente. Por outro lado, estes autores verificaram que no período de maior temperatura e precipitação, *Joannesia princeps* e *Bixa arborea* apresentavam redistribuição negativa cujos valores foram de -2,87 e -39,21%, respectivamente.

Para o B, em ambas as áreas e períodos de coleta, a redistribuição é negativa variando de -7 a -103%. Por outro lado, Viera & Schumacher (2009) verificaram para *Pinus taeda* valores de redistribuição de B de 72% em área de segunda rotação e 73,3% em área de campo nativo. Em relação ao presente estudo, observa-se uma tendência de maiores valores de redistribuição associada a maior fertilização. Este comportamento pode estar associado a fertilização realizada com B.

Para o Fe, em ambas as áreas, no verão, a redistribuição é negativa (-50 a -400%). Da mesma forma, Viera & Schumacher (2009) e Caldeira et al. (2017) também verificaram valores negativos de redistribuição para *Pinus taeda* (-83,9% em área de campo aberto e -97,9% em área de segunda rotação), *Joannesia princeps* (-11,07 e -89,23%) e *Bixa arborea* (-1,14 e -18,92%), respectivamente. No entanto, no inverno, os maiores valores de redistribuição de Fe estavam associadas as maiores fertilizações. Diante dos resultados obtidos, verifica-se que há uma influência do

período de coleta na redistribuição de Fe e quando esta ocorre ela é afetada pela fertilização recebida.

Em relação ao Mn, em ambas as áreas e períodos de coleta, a redistribuição é negativa variando de -37 a -142%. Da mesma forma, Caldeira et al. (2017) também verificaram redistribuição negativa para *Joannesia princeps* cujos valores foram de -13,72 e -6,97% e de -11,79 e -11,70% para *Bixa arborea* nos períodos de menor e maior temperatura e precipitação, respectivamente. De modo geral, houve efeito do período de coleta em ambas as áreas, além de se observar, no período de inverno, uma tendência de maiores valores de redistribuição de Mn associada as maiores fertilizações.

Segundo Gonçalves et al. (2000), a ciclagem bioquímica e a biogeoquímica são responsáveis por suprir grande parte da demanda nutricional das plantas. Segundo estes autores a intensidade em que estes processos ocorrem faz com que as plantas sejam menos dependentes da aquisição de nutrientes via solo. Além disso, estes autores ressaltam também que estes processos variam de acordo com as espécies, condições climáticas, condições edáficas e o manejo florestal adotado.

Sob o mesmo ponto de vista, Brant & Chen (2015) afirmam que a redistribuição é afetada pelos fatores: variabilidade genética, tempo e desenvolvimento da planta e o ambiente (o clima, as mudanças climáticas e os parâmetros do solo). Diante disso, a redistribuição de nutrientes irá diferir entre as espécies e ecossistemas (Yuan & Chen, 2015).

Na região de estudo a precipitação pluviométrica média anual é de 1.319,40 mm, sendo bem distribuída ao longo do ano. Entretanto, o fator temperatura é diferenciado, sendo possível caracterizar um período de verão, com temperatura média de 22,79 °C e um período de inverno, com temperatura média de 15,46 °C. Assim, o fator ambiente associado aos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações são os principais responsáveis pelos resultados observados, pois verifica-se para a maioria dos nutrientes analisados que o comportamento difere entre os períodos de coleta (verão ou inverno), sendo esta diferença reforçada pela análise de componente principais (PCA) dos teores e redistribuição de nutrientes (Figuras 9, 10 e 11). Sob o mesmo ponto de vista, Caldeira et al. (2017) estudando a redistribuição de nutrientes das espécies *Joannesia princeps* e *Bixa arborea* verificaram que a maior ou menor temperatura e

precipitação influenciam na redistribuição dos nutrientes. Já Vergutz et al. (2012) afirmam que a mesma espécie crescendo em diferentes condições climáticas pode apresentar diferente redistribuição de nutrientes e que dentre as características climáticas a temperatura média anual é a que apresenta maior influência sobre a redistribuição de nutrientes.

## 5. CONCLUSÕES

De modo geral, os tratamentos envolvendo as fertilizações proporcionam maior massa e área foliar para as plantas de ambas áreas (FS e HF).

Os teores e a redistribuição de nutrientes variam entre os períodos de coleta e o nutriente considerado.

A redistribuição de Ca, B e Mn é negativa em ambas as áreas e períodos de coleta. Para os demais nutrientes analisados não há uma tendência definida para redistribuição.

## REFERÊNCIAS

ABREU C.A.; LOPES, A.S.; SANTOS, G.C.G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.LF.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.551-594, 2007.

AERTS, R. Nutrient resorption from senescing leaves of perennials: are there general pattern? **Journal of Ecology**, v. 84, n. 4, p.597-608,1996.

AERTS, R., CHAPIN III, F.S. The mineral nutrition of wild plants revisited: a re-evaluation of processes and patterns. **Advances in Ecological Research**, v.30, 2000.

ANDRADE,A.G.; CABALLERO, S.S.U.; FARIA, S.M. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 1999. 22p. (Embrapa Solos. Documentos ; n.13.

ALVARES, C,A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n.6, p.711–728, 2013.

ALVAREZ V. V. H.; DIAS, L.E.; RIBEIRO JR., E.S.; SOUZA, R.B. & FONSECA, C.A. **Métodos de análises de enxofre em solos e plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 131p.

ALVAREZ V.V.H.; ROSCOE, R.; KURIHARA, C.H.; PEREIRA, N.F. Enxofre. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.LF.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.551-594, 2007.

ALBAUGH, T.J.; ALLEN, H.; DOUGHERTY, P.M.; KRESS, L.W.; KING, J.S. Leaf area and above- and belowground growth responses of Loblolly pine to nutrient and water additions. **Forest Science**, v.44, n.2, 1998.

BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; TEIXEIRA, J.L.; FERNANDES FILHO E.L. NUTRICALC 2.0-Sistema para calculo del balance nutricional y recomendacion de fertilizantes para el cultivo de eucalipto. **Bosque**. V.16, p. 129-131, 1995.

BARROS FILHO, N.F. **Discriminação isotópica do <sup>13</sup>C e nutrição com cálcio e boro em clones de eucalipto submetidos ao déficit hídrico**. 2014, 59f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim Técnico).

BATTIE-LACLAU, P.; LACLAU, J.P.; PICCOLO, M.C.; ARENQUE, B.C.; BERI, C.; MIETTON, L.; MUNIZ, M.R.A.; JORDAN-MEILLE, L.; BUCKERIDGE, M.S.; NOUVELLON, Y.; RANGER, J.; BOUILLET, J.P. Influence of potassium and sodium nutrition on leaf area components in *Eucalyptus grandis* trees. **Plant Soil**, v.371, p.19–35, 2013.

BELLOTE, A.F.J.; DEDECEK, R.A.; SILVA, H.D. da. Nutrientes minerais, biomassa e deposição de serapilheira em plantio de *Eucalyptus* com diferentes sistemas de manejo de resíduos florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 56, p.31–41, 2008.

BINKLEY, D.; CAMPOE, O.C.; ALVARES, C.; CARNEIRO, R.L.; CEGATTA, I.; STAPE, J.L. The interactions of climate, spacing and genetics on clonal *Eucalyptus* plantations across Brazil and Uruguay. **Forest Ecology and Management**, v.405, p.271–283, 2017.

BRANT, A.N.; CHEN, H.Y.H. Patterns and mechanisms of nutrient. Resorption in Plants, **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.34, n.5, p.471-486, 2015.

BOERNER, R. E. J. Foliar nutrient dynamics and nutrient use efficiency of four deciduous tree species in relation to site fertility. **Journal of Applied Ecology**, v. 21, n. 3, p. 1029-1040, 1984.

CAI, Z.Q.; BONGERS F. Contrasting nitrogen and phosphorus resorption efficiencies in trees and lianas from a tropical montane rain forest in Xishuangbanna, south-west China. **Journal of Tropical Ecology**, v.23, p.115–118, 2007.

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; RODRIGUES, L.M. Teor e Redistribuição de Nutrientes das folhas e nos Galhos em um Povoamento de *Acacia mearnsii* de Wild. (Acácia-negra). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 45, p. 69-88, 2002.

CALDEIRA, M.V.W.; MOREIRA, F.L.; GONÇALVES, E.O.; CAMPANHARO, I.F.; CASTRO, K.C. Teor e redistribuição de nutrientes das folhas de *Bixa arborea* Huber.

e *Joannesia princeps* Vell. em área de restauração florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 45, n. 114, p. 305-317, 2017.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.LF.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.375-470, 2007.

CARTAXANA, P.; CATARINO F. Nitrogen resorption from senescing leaves of three salt marsh plant species. **Plant Ecology**, v.159, p.95–102, 2002.

CORREA, M.E.F., ANDRADE, A.G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. de A. S., SILVA, L. S., CANELLAS, L.P., CAMARGO, F.A. DE O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. Porto Alegre: Metropole. p.137-158, 2008.

DECHEN, A.R; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.LF.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.91-132, 2007.

DEFELIPO, B. V. RIBEIRO, A. C. **Análise química do solo (metodologia)**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 26p, 1997. (Boletim de extensão 29).

DELL, B.; MALAJACZUK, N.; GROVE, T.S. **Nutrient disorders in plantation eucalypts**. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 104p, 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 2nd ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solos**.3.ed. Brasília, Embrapa Solos, 2017. 573p.

ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A.; SANTOS, F.C. Potássio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.LF.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.551-594, 2007.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005.187p.

FIFE, D. N; NAMBIAR, E. K. S.; SAUR, E. Retranslocation of foliar nutrients in evergreen tree species planted in a Mediterranean environment. **Tree Physiology**, n.28, p.187–196, 2008.

FERNANDES, L.V. **Normas e determinação de faixas de suficiência para diagnose foliar com base no crescimento relativo de eucalipto**. 2010. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. **ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Portuguese). R package version 1.2.0.** 2018.

<https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes.pt>

GONÇALVES, J.L. M.; STAPE, J.L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V.A.G.; GAVA, J.L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J. L. de M., BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), p.1-58, 2000.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; LACLAU, J.P.; BOUILLET, J.P.; RANGER, J. Assessing the effects of early silvicultural management on long-term site productivity of fast-growing eucalypt plantations: the Brazilian experience. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, v.70, nº. 2, p.105-118, 2008.

HAAG, H.P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais.** Campinas: Fundação Cargill, 144p, 1985.

HODECKER, B.E.R. **Comparison of drought stress responses of tolerant and sensitive eucalypt genotypes.** 2015, 148f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

KLABIN, 2020. Plano de Manejo Florestal Telêmaco Borba-PR: Resumo Público 2020.

KOZOVITS, A. R.; BUSTAMANTE, M. M. C.; GAROFALO, C. R.; BUCCIG, S.; FRANCO, A. C.; GOLDSTEIN G.; MEINZER, F.C. Nutrient resorption and patterns of litter production and decomposition in a Neotropical Savanna. **Functional Ecology**, v.21, p.1034-1043, 2007.

LACLAU, J.P.; ALMEIDA, J. C.R.; GONÇALVES, J.L.M.; SAINT-ANDRE, L.; VENTURA, M. RANGER, J.; MOREIRA, R.M.; NOUVELLON, Y. Influence of nitrogen and potassium fertilization on leaf lifespan and allocation of above-ground growth in Eucalyptus plantations. **Tree Physiology**, v.29, p.111–124, 2008.

LAJTHA, K. Nutrient reabsorption efficiency and the response to phosphorus fertilization in the desert shrub *Larrea tridentata* (DC.) Cov. **Biogeochemistry** v.4, p.265-276, 1987.

MARQUES, L.F.; SOUTO, J.S.; CAVALCANTE, L.F.; MESQUITA, E.F.; NASCIMENTO, J.A.M. Composição mineral e redistribuição de nutrientes em gravioleira. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.23, 2018.

MENDES, A.D.R.; OLIVEIRA, L.E.M.; NASCIMENTO, M.N.; REIS, K.L.; BONOME, L.T.S. Concentração e redistribuição de nutrientes minerais nos diferentes estádios foliares de seringueira. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 4, p. 525 – 532, 2012.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds.

**Fertilidade do solo.** Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.471-550, 2007.

OLIVEIRA, J. R. **Crescimento, produção e eficiência nutricional de genótipos de eucalipto em diferentes condições edafoclimáticas de Minas Gerais.** 2017. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2017.

POGGIANI, F., SCHUMACHER, M.V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES, J. L. de M., BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), p.287-308, 2000.

PROTIL, C.Z.; MARQUES, R.; PROTIL, R.M. Variação sazonal e redistribuição de bioelementos de quatro espécies arbóreas em três tipologias florestais da floresta atlântica do Paraná. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 3, p. 699-717, 2009.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2020. URL <https://www.R-project.org/>.

REIS, M.G.F. BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N.F. & NOVAIS, R.F., eds. **Relação solo-eucalipto.** Viçosa, MG, Folha de Viçosa, p.265-302, 1990.

ROCHA, A. A. **Deposição, decomposição e acumulação de serapilheira e nutrientes em fragmentos de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, Paranaguá, PR.** 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2006.

ROCHA, J.H.T.; DU TOIT, B.; GONÇALVES, J.L.M. Ca and Mg nutrition and its application in *Eucalyptus* and *Pinus* plantations. **Forest Ecology and Management** , v. 442, p.63–78, 2019.

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; HATSCHBACH, G.G. As unidade fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, v.24, n.1, p.75-92, 2002.

RODRIGUES, F.A.V. **Crescimento de eucalipto em idade jovem e movimentação de cálcio e magnésio no solo em resposta à aplicação de calcário e gesso agrícola.** 2013. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

RODRIGUES, M.R.L.; NEVES, C.S.V.J.; SILVA, A.C.; SANTOS, A.R.; PAIVA, A.V.; MELLO, S.L.M. Concentração e redistribuição de nutrientes em folhas de *Hevea brasiliensis* e *Pinus oocarpa*. **Semina: Ciências Agrárias**, v.21, n.1, p.61-66, 2000.

ROLAS. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Comissão de Química e Fertilidade do Solo.10. ed. Porto Alegre, 400p, 2004.

SANTOS, F.M.; CHAER, G.M.; DINIZ, A.R.; BALIEIRO, F.C. Nutrient cycling over five years of mixed-species plantations of *Eucalyptus* and *Acacia* on a sandy tropical soil. **Forest Ecology and Management**, v.384, p.110–121, 2017.

SÃO JOSÉ, J.F.B.; VARGAS, L.K.; BAYER, C.; LISBOA, B.B.; ARAÚJO, E.F. Initial growth and nutrition of *Eucalyptus* under different management of harvest residues. **Floresta e Ambiente**, v.27, n.4, 2020.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H. **Análise química em plantas**. Piracicaba. ESALQ, 1974. 56p.

SAUR, E.; NAMBIAR, E.K.S.; FIFE, D.N. Foliar nutrient retranslocation in *Eucalyptus globulus*. **Tree Physiology**, v.20, p.1105–1112, 2000.

SILVA, I.R.; MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.LF.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.275-374, 2007.

SILVA, P.H.M.; POGGIANI, F.; LIBARDI, P.L.; GONÇALVES, A. N. Fertilizer management of eucalypt plantations on sandy soil in Brazil: Initial growth and nutrient cycling. **Forest Ecology and Management**, v.301, n.1, p.67-78, 2013.

SILVA, P.H.M.; POGGIANI, F.; LACLAU, J.P. Applying sewage sludge to *Eucalyptus grandis* plantations: effects on biomass production and nutrient cycling through litterfall. **Applied and Environmental Soil Science**, p.11, 2011.

SILVEIRA, R.L.V.A.; GAVA, J.L.; MALAVOLTA, E. Nutrição e Adubação Potássica em *Eucalyptus*. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. **Potássio na Agricultura Brasileira**. Editora KP Potafos, 841p, 2005.

SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.M.; OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.LF.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.551-594, 2007.

SOUSA, R.N. **Eucalypt productivity in response to soil profile conditioning in the brazilian Cerrado**. 2018. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2018.

STEFANUTO, V.A. **Efeito do cálcio na homeostase de brotações de um clone de *Eucalyptus grandis* hill (ex maiden) sob condições de deficiência hídrica induzida in vitro**. 2002. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2002.

SWITZER, G. L., NELSON, L. E. Nutrient accumulation and cycling in *Loblolly pine* (*Pinus taeda* L.) plantation ecosystems: the first twenty years. **Soil Science Society of America Proceedings**, v. 36, p. 143 – 147, 1972.

VAN HEERWAARDEN, L.M.; TOET, S.; AERTS R. Current measures of nutrient resorption efficiency lead to a substantial underestimation of real resorption efficiency: facts and solutions. **OIKOS**, v.101, n.3, p.664-669, 2003.

VERGUTZ, L.; MANZONI, S.; PORPORATO, A.; NOVAIS, R.F.; JACKSON, R.B. Global resorption efficiencies and concentrations of carbon and nutrients in leaves of terrestrial plants. **Ecological Monographs**, v.82, n.2, p. 205–220, 2012.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M.V. Concentração e retranslocação de nutrientes em acículas de *Pinus taeda* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 4, p. 375-382, 2009.

YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, n. 19, p.1467-1476, 1988.

YUAN, Z. LI, L. HAN, X.; HUANG, J. JIANG, G.; WAN, S. Soil characteristics and nitrogen resorption in *Stipa krylovii* native to northern China. **Plant and Soil**, v.273, p.257–268, 2005.

YUAN, Z.Y.; CHEN, Y. H. Negative effects of fertilization on plant nutrient resorption. **Ecology**, v. 96, nº. 2, p. 373–380, 2015.

## CAPÍTULO 3

### A INFLUÊNCIA DO MANEJO DE RESÍDUOS DA COLHEITA E DAS FERTILIZAÇÕES MINERAIS SOBRE O CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE PLANTIOS COMERCIAIS DE EUCALIPTO

#### RESUMO

A manutenção de resíduos da colheita e serapilheira na área de plantio, associada com as fertilizações, pode manter ou elevar a produtividade florestal. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo conhecer como o manejo dos resíduos da colheita associado a fertilizações minerais influenciam na massa de matéria seca das árvores, no coeficiente de utilização biológica (CUB), no índice de eficiência nutricional (EU), na fertilidade do solo e no crescimento e produção de plantios comerciais de eucalipto. Este estudo foi realizado em uma área de plantações comerciais de eucalipto na região de Telêmaco Borba-PR-Brasil. A área foi dividida em duas partes, uma denominada Área Harvester+Forwarder (HF), enquanto a outra foi chamada de Área Feller+Skidder (FS). Os experimentos foram instalados em faixas, com quatro repetições. Os tratamentos, nas duas áreas experimentais, foram arranjados em esquema fatorial 3x3. Na área FS, os tratamentos consistiram de: sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0), sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira (R2) combinados com fertilizações: baixa fertilização (A0), com fertilização mineral para incremento médio anual aos 7 anos de idade (IMA7) igual a  $65 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , denominada média fertilização (A1) e com fertilização mineral (em cobertura e complementar) equivalente a 3,10; 2,62 e 3,50 vezes superior de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$ , respectivamente, àquela aplicada para IMA7 igual a  $65 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  denominada alta fertilização (A2). Na área HF, os tratamentos foram os mesmos da área FS com exceção do tratamento com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira (R2). Em março de 2017, foi realizado o plantio das mudas de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* - clone I144), no espaçamento de 3,30 x 1,82 m. Cada unidade experimental possuía 100 plantas e parcela útil composta pelas 36 plantas centrais. Em ambas as áreas foram avaliadas a massa de matéria seca dos componentes de parte aérea das árvores, o conteúdo, o coeficiente de utilização biológica, a eficiência de uso de nutrientes

pelas plantas, a fertilidade do solo, o crescimento e a produção florestal. De modo geral, em ambas as áreas, a massa de matéria seca e o conteúdo de nutrientes das árvores, o coeficiente de utilização biológica (CUB), o índice de eficiência nutricional (EU), a fertilidade do solo e o crescimento e produção são influenciados positivamente pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e serapilheira e as fertilizações. A manutenção de resíduos da colheita potencializa o efeito positivo das fertilizações e vice-versa. Os resultados obtidos no presente estudo são aplicáveis para o clone I144 (*E.urophylla* x *E.grandis*) para as condições fisiográficas da região de Telêmaco Borba-PR. Recomenda-se que outros estudos sejam desenvolvidos em outras regiões com diferentes clones para verificar se as respostas em relação a manutenção dos resíduos da colheita e serapilheira e as fertilizações serão similares, uma vez que o ganho é genótipo dependente.

Palavras-chave: *Eucalyptus* spp. Produtividade. Solos florestais. Eficiência nutricional.

## 1. INTRODUÇÃO

Os resíduos provenientes da colheita florestal têm sido utilizados para a geração de energia térmica e elétrica pelas indústrias de base florestal (Vidal & Hora, 2011; Santiago & Rezende, 2014). Porém, uma parte dos resíduos florestais devem ser mantidos na área visando a conservação do solo (Vidal & Hora, 2011), uma vez que a retirada ou a queima levam a perdas significativas de carbono (C) e nitrogênio (N) via volatilização, lixiviação e erosão resultando em uma maior exportação de nutrientes, redução da matéria orgânica do solo (MOS) e também da produtividade de povoamentos de *Eucalyptus* (Mendham et al., 2003; Bellote et al., 2008; Laclau et al., 2010; Achat et al., 2015; Rocha et al. 2016; Rocha et al. 2018).

Práticas de manejo como a manutenção de resíduos da colheita no sítio, podem contribuir para aumento da produtividade florestal devido a melhora do estado nutricional das árvores, principalmente em solos altamente intemperizados (Mendham et al., 2003; Bellote et al., 2008; Santana et al., 2008; Paes et al., 2013).

A manutenção da copa e o descascamento das árvores proporciona efeitos benéficos para a sustentabilidade das florestas plantadas de eucalipto como: o aumento ou manutenção da matéria orgânica do solo (MOS), o aumento da umidade do solo, redução da exportação de nutrientes e aumento da fertilidade do solo (Dedecek et al., 2007; Santana et al., 2008; Laclau et al., 2010; Demolinari et al., 2017).

Apesar da manutenção dos resíduos florestais na área reduzir as perdas de nutrientes nas rotações subsequentes (Kumaraswamy et al. 2014), a quantidade de nutrientes pode não ser suficiente para que as árvores se encontrem bem nutridas, sendo necessário realizar a fertilização (Barros et al., 2000). Assim, a prática de fertilização é recomendada quando a oferta do solo é menor do que a planta demanda para se obter a produção esperada (Barros et al., 2000).

De modo geral, os solos brasileiros apresentam baixa fertilidade natural e a utilização de fertilizantes e corretivos tem sido fundamental para manter ou elevar a produtividade florestal (Barros et al., 2000; Gonçalves et al., 2000; Jesus et al., 2012; Silva et al., 2013; Rodrigues et al., 2016). Os sistemas de recomendação de fertilizantes para eucalipto tem sido baseados na produção esperada e na eficiência de uso dos nutrientes (Barros et al., 2000). No entanto, a eficiência de uso de nutrientes pode ser afetada por diversos fatores como por exemplo: a idade, espécie

ou clone e a qualidade do sítio (Barros et al., 1986; Santana et al., 2002; Camargo et al. 2004). Alguns estudos em povoamentos de eucalipto tem relatado que a associação entre fertilizações com a manutenção dos resíduos florestais pode aumentar os teores disponíveis de nutrientes no solo, a produtividade florestal (Bellote et al., 2008; São José et al., 2020; Ferreira, 2021) e influenciar na eficiência de uso dos nutrientes (Barros, 2019). Porém essas informações ainda são escassas, sendo necessários mais estudos que envolvam essa temática, principalmente visando gerar informações para calibrar os sistemas de recomendação de fertilizantes para esta cultura.

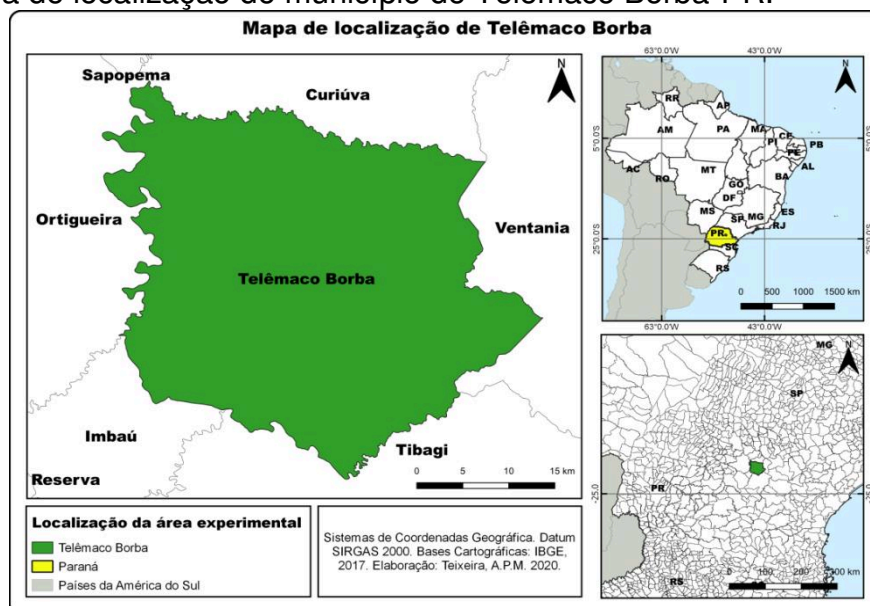
Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo conhecer como o manejo dos resíduos da colheita associado a fertilizações minerais influenciam na massa de matéria seca das árvores, no coeficiente de utilização biológica (CUB), no índice de eficiência nutricional (EU), na fertilidade do solo e no crescimento e produção de plantios comerciais de eucalipto.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### *2.1. Descrição da área de estudo e instalação do experimento*

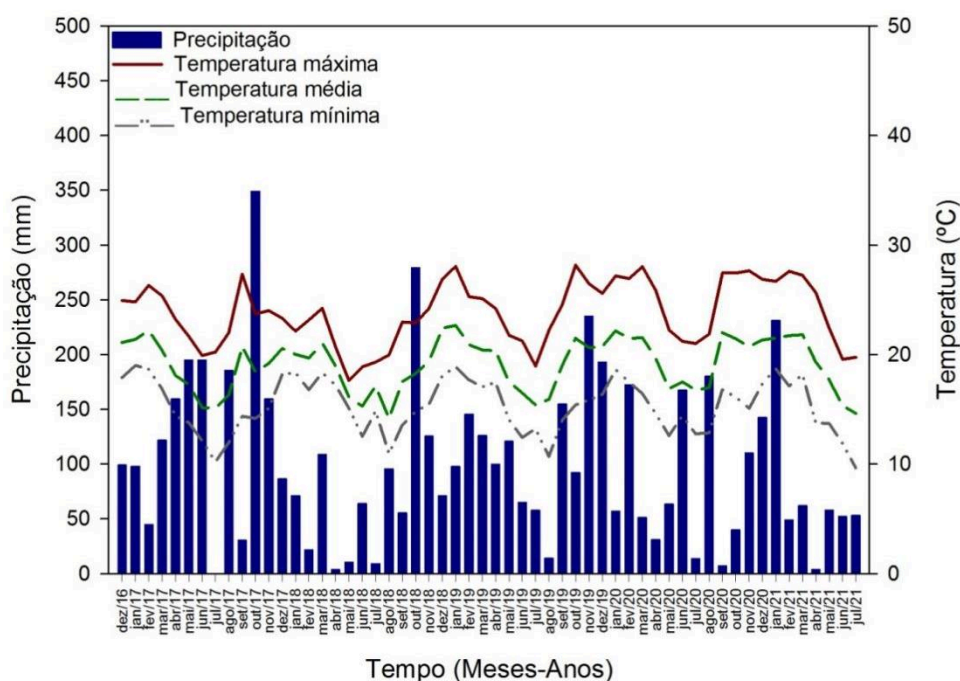
O estudo foi realizado em plantações comerciais de eucalipto localizadas na região de Telêmaco Borba, Paraná – Brasil (coordenadas geográficas 24°18'02,0"S e 50°27' 58,4"W e altitude média de 920 m) (Figura 1). O clima da região é classificado como clima oceânico, sem estação seca e com verão ameno, com temperatura média anual de 18°C e precipitação pluviométrica média de 1.600 mm (Cfb-Classificação de Köppen) (Alvares et al., 2013). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2006). A cobertura vegetal da região é classificada como floresta ombrófila mista, complementada por floresta estacional semidecidual, campos naturais e cerrado (Roderjan et al., 2002; Klabin, 2020). As informações sobre precipitações, temperaturas máximas, médias e mínimas das áreas experimentais durante o período de estudo estão apresentadas na Figura 2.

Figura 1– Mapa de localização do município de Telêmaco Borba-PR.



Fonte: Elaborado pela autora.

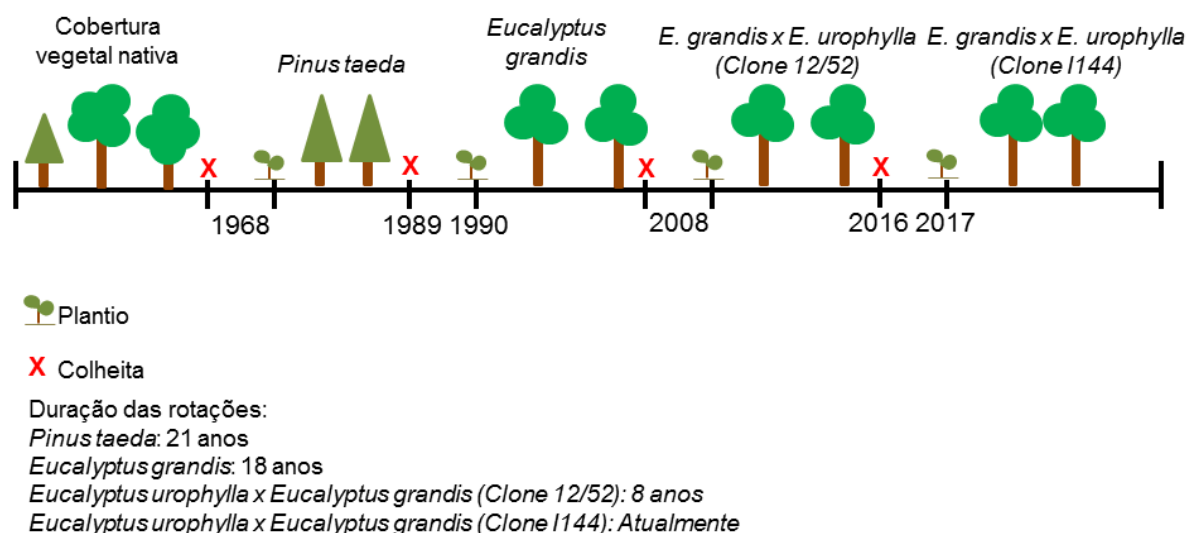
Figura 2– Precipitações e temperaturas máximas, médias e mínimas para o município de Telêmaco Borba-PR no período de dezembro de 2016 a julho de 2021. Dados obtidos das estações meteorológicas da empresa Klabin/SA durante a condução do estudo. As distâncias das estações meteorológicas em relação à área experimental são de 11 e 13 km.



Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação ao histórico de uso da área experimental (Figura 3), em 1968 a cobertura vegetal nativa foi substituída por um plantio de *Pinus taeda* cuja colheita das árvores foi realizada em 1989. No ano de 1990, foi realizado o plantio de *Eucalyptus grandis* sendo a colheita realizada em 2008. Em 2008, foi realizado o plantio de *E.urophylla* x *E.grandis* (clone 12/52), cujo corte foi realizado no final de 2016. No momento da colheita do povoamento a área foi dividida em duas partes sendo uma colhida com o sistema Harvester+Forwarder (Área HF) o qual processa as árvores no interior do talhão mantendo os resíduos da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e a serapilheira na área (Gonçalves et al., 2008). Enquanto na outra foi utilizado sistema de colheita com Feller+Skidder (Área FS) o qual retira as árvores inteiras (lenho e casca) e faz o processamento das mesmas nas bordas do talhão mantendo as cascas neste local (Gonçalves et al., 2008). Essas duas áreas constituíram o experimento, cujos dados foram analisados independentemente.

Figura 3– Histórico de uso da área experimental.



Fonte: Elaborado pela autora.

Em janeiro de 2017, antes da instalação do experimento, o resíduo proveniente da colheita anterior (resíduos da colheita) foi removido da área experimental com o auxílio de uma escavadeira hidráulica, de um trator de esteiras e, quando necessário, foi realizada a catação manual. No momento da limpeza, os resíduos da colheita foram depositados nas bordas das áreas experimentais para que posteriormente fossem distribuídos de acordo com os tratamentos. O preparo de

solo foi realizado por meio de subsolagem até 50 cm de profundidade, utilizando subsolador de arrasto. Para o controle de formigas cortadeiras, na fase de implantação do povoamento, foi feita distribuição sistemática de iscas formicida (4 kg ha<sup>-1</sup>), e ao longo da rotação foram realizadas rondas periódicas.

Foram realizadas amostragens de solo nas áreas com o objetivo de caracterização química. As amostras foram coletadas dentro de cada parcela, nas quais quatro amostras simples foram utilizadas para constituição das amostras compostas nas camadas de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade. As amostras de solo foram secas ao ar e passadas em peneira de 2 mm (TFSA) para caracterização química (Embrapa, 2017) (Tabela 1).

Os experimentos foram instalados em faixas, com quatro repetições. Os tratamentos, nas duas áreas experimentais, foram arranjos em esquema fatorial 3x3, sendo três quantidades iniciais de materiais vegetais provenientes da colheita anterior (resíduos da colheita) como os tratamentos principais e três níveis de fertilizações como os tratamentos secundários (Figura 4).

Para a área FS, os tratamentos consistiram de: sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0), sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira (R2) combinados com fertilizações: baixa fertilização (A0), com fertilização mineral para incremento médio anual aos 7 anos de idade (IMA7) igual a 65 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> denominada média fertilização (A1) e com fertilização mineral (em cobertura e complementar) equivalente a 3,10; 2,62 e 3,50 vezes superior de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, àquela aplicada para IMA7 igual a 65 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> denominada alta fertilização (A2) (Figura 4) (Tabelas 2 e 3).

Para a área HF, os tratamentos consistiram de: sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0), sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira (R2) combinados com fertilizações: baixa fertilização (A0), com fertilização mineral para incremento médio anual aos 7 anos de idade (IMA7) igual a 65 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> denominada média fertilização (A1) e com fertilização mineral (em cobertura e complementar) equivalente a 3,10; 2,62 e 3,50 vezes superior de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, àquela aplicada para IMA7 igual a 65 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> denominada alta fertilização (A2) (Figura 4) (Tabelas 2 e 3).

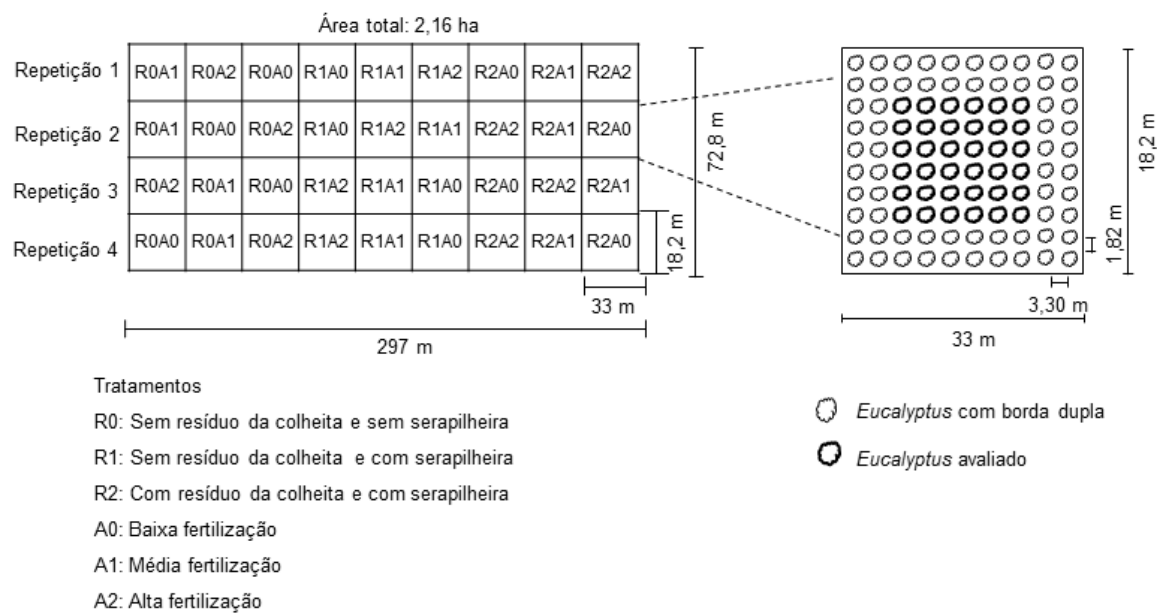
As quantidades dos materiais vegetais (resíduos da colheita e serapilheira) mantidos nas áreas experimentais foram definidas por meio de amostragem, em 10 parcelas na área FS e 12 parcelas na área HF, ambas com 9 m<sup>2</sup>. As quantidades iniciais dos materiais vegetais e os seus respectivos conteúdos de nutrientes (t ha<sup>-1</sup>) no início do experimento estão descritos na Tabela 2. Os materiais vegetais que correspondem aos tratamentos R1 e R2, em ambas as áreas foram distribuídos uniformemente nas parcelas.

As quantidades de fertilizantes aplicadas foram calculadas de acordo com o software Nutreecalc® (Barros et al., 1995) levando em consideração a produtividade obtida na rotação anterior (incremento médio anual aos 7 anos de idade (IMA7) igual a 65 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). Foi realizada a aplicação em área total de 1,5 tonelada por hectare (t ha<sup>-1</sup>) de calcário dolomítico (31% de CaO e 21% de MgO).

Em março de 2017, foi realizado o plantio manual das mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (clone I144), no espaçamento de 3,30 x 1,82 m. Cada unidade experimental possuía 100 plantas, com bordadura dupla e parcela útil composta pelas 36 plantas centrais.

Em ambas as áreas, na implantação dos experimentos, foram aplicados manualmente 250 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante NPK 04.42.06 nos tratamentos média fertilização (A1) e alta fertilização (A2). Após 5 meses do plantio, em agosto de 2017, foi realizada a fertilização de cobertura sendo aplicados manualmente 250 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante NPK 10.05.30 com 0,5% de boro (B) no tratamento média fertilização (A1) e 416 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante NPK 10.05.30 com 0,5% de boro (B) no tratamento alta fertilização (A2). Após 17 meses do plantio, em agosto de 2018, todos os tratamentos com fertilização (A0, A1 e A2) receberam 250 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante NPK 10.05.30 com 0,5% de boro (B). Após 31 meses de plantio, em outubro de 2019, o tratamento com alta fertilização (A2) recebeu 200 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante NPK 18.06.24 com 0,5% de boro (B) e 150 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio (KCl) (Tabela 3).

Figura 4— Croqui apresentando a disposição dos tratamentos nas áreas experimentais (Área FS e Área HF).



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 1-Análise química de amostras de solo da área em que a colheita da rotação anterior foi realizada pelo sistema Feller+Skidder (FS) e pelo sistema Harvester+Forwarder (HF).

Área	Trat.	Prof.	MOS	pH	N	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTCa	CTCt	V	m	P-rem	S	B	Cu	Mn	Fe	Zn
			dag kg <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O	dag kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>						cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				----%----	mg L <sup>-1</sup>				mg dm <sup>-3</sup>		
FS	R0	0-10	4,37	3,96	0,12	1,60	22	0,63	0,26	1,91	10,25	0,94	2,85	11,19	8,4	66,8	15,45	30,1	0,4	1,67	14,7	42,05	0,36
		10-20	3,07	4,06	0,08	0,50	7	0,23	0,11	1,72	8,25	0,36	2,07	8,61	4,1	82,8	10,9	32,9	0,31	2,02	3,9	39,7	0,18
		20-40	2,35	4,34	0,06	0,10	1	0,15	0,08	1,48	6,7	0,23	1,7	6,93	3,25	86,75	12,2	33,55	0,2	1,97	3,3	30,5	0,19
		40-60	1,96	4,39	0,05	0,05	0,5	0,16	0,07	1,14	5,65	0,23	1,37	5,88	3,9	83,35	8,75	33,75	0,14	1,65	3,9	19,3	0,12
	R1	0-10	4,04	4,06	0,11	2,20	18	0,7	0,32	1,76	9,35	1,06	2,82	10,41	10,15	62,85	14,25	32,05	0,37	1,76	11,25	45,9	0,35
		10-20	3	4,24	0,08	1,00	9,5	0,5	0,17	1,57	7,85	0,69	2,26	8,54	7,85	70,1	12,6	32,3	0,36	1,86	3,95	35,3	0,24
		20-40	2,81	4,35	0,07	0,50	4	0,36	0,14	1,43	7,3	0,51	1,94	7,81	6,5	74,15	11,45	34,75	0,28	1,86	2,85	28,1	0,24
		40-60	2,09	4,34	0,06	0,50	0,5	0,2	0,08	1,29	6,15	0,27	1,56	6,42	4,2	82,7	10,1	30,75	0,18	1,7	4	22	0,16
	R2	0-10	4,24	3,96	0,11	1,90	19	0,77	0,42	1,91	9,55	1,24	3,14	10,79	11,3	61,1	16,45	29,95	0,46	1,53	13,35	48,15	0,36
		10-20	2,94	4,09	0,08	1,15	6,5	0,36	0,2	1,52	7,8	0,57	2,09	8,37	6,75	73,05	13	30,3	0,38	1,74	4,75	45,35	0,26
		20-40	2,42	4,27	0,07	0,50	3,5	0,19	0,09	1,53	7,15	0,28	1,81	7,43	3,8	84,4	10,25	34,05	0,27	1,91	3,3	31,2	0,27
		40-60	2,09	4,26	0,05	0,30	1,5	0,17	0,09	1,29	5,95	0,26	1,55	6,21	4,15	83,45	8,15	35,05	0,21	1,79	5,45	26,8	0,35

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira; Prof.: Profundidade; pH em água: Relação 1:2,5; P, K, Fe, Zn, Mn, Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>: Extrator: KCl - 1 mol L<sup>-1</sup>; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> - pH 7,0; SB = Soma de Bases Trocáveis; t - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; T - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V= Índice de Saturação por Bases; m= Índice de Saturação por Alumínio; MOS (Matéria orgânica) = Carbono orgânico x 1,724 -Walkley-Black (Yeomans & Bremner, 1988); P-rem = Fósforo Remanescente; S: Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B - Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983).

Continua...

Tabela 1-Análise química de amostras de solo da área em que a colheita da rotação anterior foi realizada pelo sistema Feller+Skidder (FS) e pelo sistema Harvester+Forwarder (HF).

Área	Trat.	Prof.	MOS	pH	N	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTCa	CTCt	V	m	P-rem	S	B	Cu	Mn	Fe	Zn
			dag kg <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O	dag kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			----%----	mg L <sup>-1</sup>				mg dm <sup>-3</sup>		
R0		0-10	3,85	4,34	0,14	1,05	45,5	1,03	0,32	1,33	9,35	1,46	2,79	10,81	13,4	48,3	14,45	27,15	0,52	2,71	13,75	47,3	0,42
		10-20	3,33	4,34	0,09	1,70	26,5	0,62	0,19	1,43	8,35	0,87	2,3	9,22	9,55	63,3	11,45	28,95	0,41	3,31	5,25	44,6	4,96
		20-40	2,68	4,37	0,07	1,45	3,5	0,27	0,09	1,33	7,45	0,37	1,7	7,82	4,6	78,9	10,8	29,8	0,35	3,28	3,1	33,3	3,32
		40-60	2,22	4,31	0,11	0,05	1,5	0,1	0,06	1,15	6,2	0,17	1,31	6,37	2,6	87,3	10,45	33,25	0,25	2,68	4,85	24,2	0,34
HF	R1	0-10	3,72	4,01	0,10	2,25	29,5	0,58	0,43	1,48	8	1,09	2,56	9,09	11,9	57,7	20,2	25,95	0,6	1,6	25,5	73,2	1,66
		10-20	2,35	4,26	0,06	0,80	36,5	0,17	0,17	1,62	6,6	0,42	2,04	7,02	6	79,6	14,1	28,1	0,39	1,78	6,45	59,45	1,45
		20-40	1,77	4,47	0,05	2,35	14,5	0,25	0,09	1,19	5,1	0,38	1,57	5,48	6,8	76,65	13,95	26,65	0,25	1,58	3,8	34,15	0,25
		40-60	1,57	4,49	0,04	0,05	1,5	0,12	0,06	0,96	4,55	0,18	1,14	4,73	4	84,15	13	29,45	0,18	1,36	5,5	23,45	0,26
R2		0-10	3,85	4,14	0,10	2,45	43,5	0,89	0,63	1,28	8,03	1,63	2,91	9,66	16,13	49,83	20,48	24,9	0,53	1,31	18,25	58,05	0,41
		10-20	2,38	4,2	0,07	1,50	19,5	0,2	0,18	1,45	6,6	0,43	1,88	7,03	6	77,55	15,23	26,08	0,39	1,4	6,43	41,48	0,29
		20-40	2,06	4,31	0,05	0,57	14	0,4	0,19	1,24	5,85	0,62	1,86	6,47	9	69,8	15,35	27,23	0,25	1,52	4	34,9	0,4
		40-60	1,7	4,46	0,05	0,28	5,5	0,18	0,09	1,19	5,1	0,29	1,48	5,39	5,28	81,05	12,38	27,7	0,19	1,38	4,93	26,15	0,2

Trat.: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho casca e ponteira) e com serapilheira; Prof.: Profundidade; pH em água: Relação 1:2,5; P, K, Fe, Zn, Mn, Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>: Extrator: KCl - 1 mol L<sup>-1</sup>; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> - pH 7,0; SB = Soma de Bases Trocáveis; t - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; T - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V= Índice de Saturação por Bases; m= Índice de Saturação por Alumínio; MOS (Matéria orgânica) = Carbono orgânico x 1,724 -Walkley-Black (Yeomans & Bremner, 1988); P-rem = Fósforo Remanescente; S: Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B - Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983).

Tabela 2-Quantidades iniciais dos materiais vegetais (t ha<sup>-1</sup>) e respectivos conteúdos de nutrientes (kg ha<sup>-1</sup>) no início do experimento nas áreas Feller+Skidder (FS) e Harvester+Forwarder (HF).

Área	Trat.	Quantidade inicial (t ha <sup>-1</sup> )	Conteúdo(kg ha <sup>-1</sup> )										
			N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
FS	R0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	R1	6,6200	43,1128	1,5557	2,7473	26,1987	5,9249	2,7804	0,0791	70,9477	0,0859	1,6688	0,0610
	R2	17,6428	93,4043	3,4063	7,2437	75,6020	15,5691	6,3468	0,1275	78,6339	0,1495	4,2794	0,1663
HF	R0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	R1	7,6417	65,2407	3,0376	10,6983	53,6445	11,4243	4,9098	0,0795	45,0568	0,0989	2,6330	0,0988
	R2	46,9115	238,6960	11,6927	57,2619	422,0451	51,0989	15,8411	0,2110	64,7224	0,3053	10,2641	0,5061

Trat.: R0: sem resíduo e sem serapilheira; R1: sem resíduo e com serapilheira; R2: área FS: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira; R2: área HF: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira.

Tabela 3-Quantidades de fertilizantes aplicados nas áreas experimentais.

Tratamentos	Fertilizações	Data	Formulação NPK	Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	B
A0	Implantação	mar/17	04.42.06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cobertura	ago/17	10.05.30 + 0,5% de Boro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Manutenção	ago/18	10.05.30 + 0,5% de Boro	250,00	25,00	12,50	75,00	1,25
				Total	25,00	12,50	75,00	1,25
A1	Implantação	mar/17	04.42.06	250,00	10,00	105,00	15,00	0,00
	Cobertura	ago/17	10.05.30 + 0,5% de Boro	250,00	25,00	12,50	75,00	1,25
	Manutenção	ago/18	10.05.30 + 0,5% de Boro	250,00	25,00	12,50	75,00	1,25
				Total	60,00	130,00	165,00	2,50
A2	Implantação	mar/17	04.42.06	250,00	10,00	105,00	15,00	0,00
	Cobertura	ago/17	10.05.30 + 0,5% de Boro	416,00	41,60	20,80	124,80	2,08
	Manutenção	ago/18	10.05.30 + 0,5% de Boro	250,00	25,00	12,50	75,00	1,25
	Complementar	out/19	18.06.24 + 0,5% de Boro	200,00	36,00	12,00	48,00	1,00
	Complementar	out/19	KCl	150,00	0,00	0,00	90,00	0,00
				Total	112,60	150,30	352,80	4,33

A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização.

## 2.2 Crescimento e produção florestal

Foi realizado o inventário florestal contínuo das duas áreas experimentais visando determinar o crescimento florestal, medindo-se o diâmetro com casca a 1,30 m de altura (*dap*) e a altura total (Ht) de todas as árvores aos 12, 27, 39 e 49 meses de idade.

Na área HF, aos 13 e 36 meses de idade e na área FS, aos 13 e 38 meses de idade, após a determinação do *dap* dos indivíduos, o *dap* médio de cada parcela foi calculado conforme a equação 1 (Campos & Leite, 2017):

$$q = \sqrt{\frac{\sum dap^2}{n}}$$

(Equação 1)

Em que, q: é o diâmetro quadrático médio de cada parcela.

Foram selecionadas árvores de *dap* médio para serem abatidas e submetidas à cubagem rigorosa. Foram consideradas árvores de *dap* médio dentro do intervalo de mais ou menos um desvio padrão (Soares et al., 2011).

Cada árvore de *dap* médio foi mensurada quanto a altura total (Ht), *dap*, diâmetro e comprimento das seções da árvore nas posições correspondentes a 0, 25, 50, 75 e 100 % da altura comercial (Hc) (diâmetro: 3 cm aos 13 meses; diâmetro: 4 cm aos 36 e 38 meses). A área das seções foi calculada utilizando a fórmula de Smalian, conforme descrito em Soares et al. (2011).

Com os valores de *dap* e fator de forma das árvores de *dap* médio aos 13, 36 e 38 meses de idade ajustou-se o modelo exponencial  $y = ax^b + \epsilon$ , onde calculou-se um fator de forma (y) em função do *dap* (x) para cada árvore dos inventários realizados aos 12, 27, 39 e 49 meses de idade.

Em seguida, para cada árvore dos inventários realizados aos 12, 27, 39 e 49 meses de idade, foi calculado o volume cilíndrico (m<sup>3</sup>) a partir da equação 2 (Soares et al., 2011):

$$\text{Volume cilíndrico} = \pi \times \frac{dap^2}{4000} \times Ht$$

(Equação 2)

O volume cilíndrico (m<sup>3</sup>) foi multiplicado pelos valores de fator de forma e se obteve o volume do sólido (m<sup>3</sup>). Após isso, para cada parcela, em cada idade foi calculado o volume por hectare (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) a partir da equação 3:

$$\text{Volume (m}^3\text{ha}^{-1}) = \text{Volume da parcela} \times \frac{10000}{\text{área da parcela}}$$

(Equação 3)

Onde: Volume da parcela: é o somatório do volume sólido dentro da parcela; área útil da parcela: foi considerado o valor de 216,22 m<sup>2</sup>.

O modelo logístico descrito em Campos & Leite (2017) foi ajustado para avaliar a estimativa e tendência do crescimento em volume de tronco (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações.

$$y = \frac{\beta_0}{1 + \beta_1^{-\beta_2 I}} + \varepsilon$$

Em que: y é a variável considerada na idade (I);  $\beta$  é o parâmetro do modelo.

As equações obtidas foram comparadas empregando os testes de identidade de modelos para regressões não lineares. As comparações das equações do modelo logístico foram feitas 2 a 2 para analisar a hipótese de igualdade entre as mesmas (Santos et al., 2017).

### *2.3 Análise dos componentes da parte aérea das árvores e da serapilheira*

As árvores abatidas aos 13, 36 e 38 meses de idade foram separadas nos componentes folhas, galhos, casca e lenho. Nessa mesma ocasião, foi realizada a coleta de serapilheira, mediante gabaritos com dimensões de 1 x 1 m. A serapilheira foi colhida em quatro pontos por parcela e foi homogeneizada.

A massa da matéria verde total de todos os componentes das árvores (folha, galho, casca e lenho) e a serapilheira foram pesadas no campo e subamostras de cada um deles foram retiradas e pesadas no campo e em laboratório, onde foram secas em estufa de circulação forçada de ar à 65°C, até massa constante. A massa de matéria seca de cada componente das árvores e da serapilheira foram determinadas e a partir destes valores, foi obtida a massa da matéria seca total por árvore.

As subamostras dos componentes das árvores e a serapilheira foram moídas em moinho tipo Wiley com peneira de abertura de 1mm e analisadas quimicamente.

A quantificação de nitrogênio (N) do material vegetal foi realizada a partir da digestão sulfúrica e determinada pelo método Kjeldahl (Bataglia et al., 1983). Após digestão nitroperclórica (Sarruge & Haag, 1974) foram determinados os teores de

fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn) e boro (B) por espectrômetro de emissão ótica em plasma indutivamente acoplado (ICP- OES).

O conteúdo de nutrientes dos componentes da parte aérea das árvores e da serapilheira foram calculados pelo produto do teor do nutriente ( $\text{g kg}^{-1}$ ) pela massa de matéria seca extrapolada por hectare.

#### 2.4 *Coeficiente de utilização biológica (CUB) e o índice de eficiência nutricional (EU)*

O coeficiente de utilização biológica (CUB), foi calculado conforme a equação descrita por Barros et al. (1986):

$$\text{CUB} = \frac{\text{MS}}{\text{CNU}}$$

Onde: CUB é o coeficiente de utilização biológica do nutriente na parte aérea das árvores em  $\text{Mg Mg}^{-1}$ ; MS é a massa da matéria seca da parte aérea das árvores em  $\text{Mg ha}^{-1}$ ; CNU é o conteúdo do nutriente na parte aérea das árvores em  $\text{Mg ha}^{-1}$ .

O índice de eficiência nutricional foi calculado de acordo com a equação descrita por Siddiqui & Glass (1981):

$$\text{EU} = \frac{\text{MS}^2}{\text{CNU}}$$

Onde: EU: índice de eficiência nutricional do nutriente na parte aérea das árvores em  $\text{kg}^2 \text{kg}^{-1}$ ; MS é a massa da matéria seca da parte aérea das árvores em  $\text{kg}^2 \text{ha}^{-1}$ ; Cnu é o conteúdo do nutriente na parte aérea das árvores em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

#### 2.5 *Decomposição dos materiais vegetais e taxa de liberação de nutrientes*

Para avaliar a dinâmica de decomposição dos resíduos da colheita e serapilheira, em junho de 2017, foram instaladas 12 parcelas com 5,84 kg de resíduos da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira provenientes da área HF (HFR2); 12 parcelas com 3,88 kg de resíduos da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira provenientes da área FS (FSR2); e 12 parcelas com 1,18 kg de somente serapilheira (R1), parcelas essas com área de  $1 \text{ m}^2$  (Tabela 4). As avaliações da decomposição dos materiais vegetais foram realizadas em junho 2017, janeiro de 2018, setembro de 2018 e abril de 2019.

A taxa de decomposição e a liberação de nutrientes foram determinadas pelo modelo exponencial de Olson (1963):

$$X = X_0 e^{-kt} + \epsilon$$

Onde: X: é massa de matéria seca remanescente ou conteúdo de nutriente após um período de tempo; X<sub>0</sub>: é massa da matéria seca inicial ou conteúdo de nutriente inicial; k: é a taxa constante de decomposição ou liberação dos nutrientes. O tempo necessário para que 50% do material vegetal fosse decomposto ou nutrientes liberados foi calculado pela equação  $t_{0,5}(\text{anos}) = \ln(2)/k$ . De posse desse modelo foi então estimado a quantidade remanescente dos resíduos da colheita e da serapilheira e nutrientes liberados após 1,70 ano (Abril de 2019) e 2,58 anos (Março de 2020) de decomposição.

## *2.6 Análise de solo*

Por ocasião do abate das árvores com 36 e 38 meses de idade, das áreas HF e FS, respectivamente, amostras compostas de solo foram coletadas nas camadas de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade. Quatro amostras simples foram colhidas na linha de plantio e quatro na entrelinha de plantio por parcela formando uma amostra composta por profundidade. As amostras de solo foram secas ao ar e passadas em peneira de 2 mm (TFSA) para caracterização química (Embrapa, 2017).

## *2.7 Análise estatística*

Os dados de massa da matéria seca dos componentes das árvores, conteúdo de nutrientes, coeficiente de utilização biológico, eficiência de uso de nutrientes, fertilidade do solo (por profundidade e localização) e a produtividade (49 meses de idade) obtidos de ambas as áreas (HF e FS) foram submetidos a testes de normalidade (Teste de Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Teste de Bartlett) e, quando necessário, foram utilizadas as seguintes transformações: logarítmica e raiz quadrada dos dados.

As diferenças entre os tratamentos foram testadas com a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste LSD a 10% de significância. Todas as análises foram realizadas no software R versão 4.0.2. (R Core Team, 2020), pacote ExpDes.pt: Experimental Designs (Portuguese) versão 1.2.0 (Ferreira et al., 2018).

Tabela 4—Quantidades iniciais dos materiais vegetais das parcelas do experimento de decomposição ( $\text{kg m}^{-2}$ ) e respectivos conteúdos de nutrientes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) no início do experimento.

Trat.	Quantidade inicial ( $\text{kg m}^{-2}$ )	Conteúdo ( $\text{kg ha}^{-1}$ )										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
R1	1,1842	33,7024	1,8333	14,1290	66,0241	12,6979	1,9356	0,0555	1,6881	0,0464	2,7922	0,0937
FSR2	3,8803	180,1436	13,7596	92,7773	144,5983	39,5691	8,2558	0,1677	2,8637	0,1542	6,8540	0,3765
HFR2	5,8371	243,7386	19,4342	173,5919	574,3053	92,9890	11,1909	0,2107	3,4097	0,1953	17,9049	0,5692

Trat.: Tratamento; R1: Com serapilheira; FSR2: Com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e com serapilheira provenientes da área FS; HFR2: Com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e com serapilheira provenientes da área HF.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Área Feller+Skidder (FS)

##### 3.1.1 Massa da matéria seca dos componentes das árvores, conteúdo de nutrientes, coeficiente de utilização biológica (CUB) e eficiência de uso dos nutrientes (EU)

Após 13 meses de instalação do experimento, observou-se que a massa de matéria seca das folhas e galhos não foi afetada ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 5). No entanto, os valores de massa da matéria seca de casca, de lenho e de parte aérea foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelas fertilizações sendo os maiores valores verificados para as plantas que receberam a média (A1) e alta fertilização (A2) (Tabela 5). Já a massa da matéria seca da serapilheira foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo resíduos da colheita, sendo o maior valor observado nas plantas submetidas ao tratamento com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 5).

Em relação aos conteúdos de nutrientes das árvores, somente o conteúdo de K foi afetado ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita, sendo os maiores valores verificados para as plantas que receberam o tratamento com resíduo e com serapilheira (R2) (Figura 5). Quanto ao efeito das fertilizações, sobre o conteúdo de nutrientes, todos os nutrientes avaliados (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, B, Fe e Mn) foram afetados ( $p < 0,1$ ) e os maiores valores observados nas plantas submetidas a média (A1) e alta fertilização (A2) (Figuras 5, 6, 7 e 8).

Já os conteúdos de nutrientes da serapilheira foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita, sendo os maiores valores verificados para as plantas submetidas ao tratamento com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 6).

Em relação aos resultados obtidos após 38 meses de instalação do experimento, a massa de matéria seca das folhas foi afetada ( $p < 0,1$ ) pela interação dos resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 7). Os maiores valores de massa de matéria seca das folhas foram verificados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1) (Tabela 7).

Já a massa de matéria seca de galhos foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações, sendo os maiores valores observados para as plantas submetidas à média (A1) e à alta fertilização (A2) (Tabela 7).

A massa de matéria seca da casca, de lenho e parte aérea foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações. Para casca, os maiores valores foram observados nas plantas que receberam o tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0), média fertilização (A1) e alta fertilização (A2). Já para o lenho, os maiores valores foram verificados nas plantas submetidas aos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2), média fertilização (A1) e alta fertilização (A2). Enquanto para a parte aérea, os maiores valores observados foram verificados nas plantas submetidas aos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) e alta fertilização (A2) (Tabela 7).

A massa da matéria seca da serapilheira foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo resíduos da colheita, sendo o maior valor verificado para as plantas que receberam o tratamento sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) (Tabela 7).

Os conteúdos de nutrientes de P, K, B, Mn e Fe nas árvores foram afetados ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Figuras 9 e 10). Para o P, os maiores valores foram verificados nas plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1). Já para o K, os maiores valores foram observados nas plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2). Para o B, os maiores valores foram verificadas nas plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1). Já para o Mn, os maiores valores foram observados nas plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) e sem resíduo da colheita e com serapilheira

e alta fertilização (R1A2). Para o Fe, os maiores valores foram observados nas plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1) e com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0).

O conteúdo de N, Ca, e S, foi afetado ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Figuras 11 e 12). Para o N, os maiores valores estavam associados aos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2), a média fertilização (A1) e a alta fertilização (A2) (Figura 11). Já para o Ca, os maiores valores estavam relacionados ao tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) e a média fertilização (A1) (Figura 11). Enquanto para o S, os maiores valores estavam associados aos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0), com resíduo da colheita e com serapilheira (R2), a média fertilização (A1) e a alta fertilização (A2) (Figura 12).

Já o conteúdo de Mg, Cu e Zn foi afetado ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações. Para o Mg, os maiores valores foram observados em plantas submetidas à média fertilização (A1). Já para o Zn, os maiores valores foram verificados nas plantas que receberam a alta fertilização (A2). Enquanto para o Cu, os maiores valores observados nas plantas submetidas à média (A1) e à alta fertilização (A2) (Figuras 11 e 12).

Já em relação aos conteúdos de N, P, K, Ca, Mg, S, B e Fe na serapilheira estes não foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 8). Por outro lado, Mn foi afetado ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações, sendo observado os maiores conteúdos em plantas submetidas à média (A1) e à alta fertilização (A2) (Tabela 8). Já os conteúdos de Cu e Zn, foram afetados ( $p < 0,1$ ) pela interação dos resíduos da colheita e as fertilizações. Para Cu, os maiores valores foram observados em plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0) e com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1). Enquanto para

Zn, os maiores valores foram verificados em plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0) e com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) (Tabela 8).

Em relação ao coeficiente de utilização biológica (CUB), não houve efeito ( $p > 0,1$ ) dos tratamentos sobre o CUB de P, Mg, Cu, Zn, B e Mn (Tabelas 9 e 10). Já o CUB de N e Ca foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações, sendo os maiores valores observados para as plantas submetidas a alta fertilização (A2) (Tabela 9). Enquanto o CUB de S foi afetado ( $p < 0,1$ ) pelos resíduos da colheita, sendo os maiores valores verificados para as plantas que receberam o tratamento sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) (Tabela 9).

Já o CUB de K e Fe, foi afetado pela interação dos resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 9 e 10). Para o K, os maiores valores foram verificados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0) e com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0). Já para o Fe, os maiores valores foram verificados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0).

Quando avalia-se o índice de eficiência de utilização de nutrientes (EU), verifica-se que a EU de N, P, K, Mg, Cu e B foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações (Tabelas 11 e 12). Para o N, P, Cu e B, os maiores valores foram observados para as plantas submetidas à média fertilização e à alta fertilização. Já para o K, os maiores valores foram verificados para as plantas que receberam a média fertilização (A1). Enquanto para o Mg, os maiores valores foram observados para as plantas submetidas à alta fertilização (A2).

Já a EU de Ca e S foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabelas 11). Para Ca, os maiores valores foram verificados para as plantas submetidas aos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1), com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) e alta fertilização (A2). Enquanto para S, os maiores valores foram observados para as plantas submetidas aos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2), média fertilização (A1) e alta fertilização (A2).

Já a EU de Fe e Mn foi afetada ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabelas 12). Para o Fe, os maiores valores foram verificados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0).

Já para o Mn, os maiores valores foram observados para as plantas que receberam as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0).

A Eu de Zn não foi afetada ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos de colheita e as fertilizações (Tabelas 12).

Tabela 5–Massa média de matéria seca ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) de folhas, galhos, casca, lenho, parte aérea e serapilheira em povoamentos de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 13 meses de idade.

		Folha				Galho			
	A0	A1	A2	Total		A0	A1	A2	Total
R0	2,2344 (37,43%)	3,4436 (38,78%)	3,4988 (28,96%)	3,0589 A (32,39%)	R0	1,8894 (31,48%)	2,9516 (26,15%)	3,4686 (28,77%)	2,7699 A (28,80%)
R1	2,6385 (39,57%)	3,1081 (25,56%)	3,4328 (28,97%)	3,0598 A (32,37%)	R1	2,0784 (31,13%)	2,8062 (25,78%)	3,0496 (25,46%)	2,6447 A (27,46%)
R2	2,0619 (36,95%)	3,2177 (29,49%)	3,1619 (27,52%)	2,8139 A (31,32%)	R2	1,6992 (30,30%)	2,6212 (24,06%)	3,2392 (27,36%)	2,5198 A (27,24%)
Total	2,3116 a	3,2565 a	3,3645 a		Total	1,8890 a	2,7930 a	3,2524 a	
		Casca				Lenho			
	A0	A1	A2	Total		A0	A1	A2	Total
R0	0,5211 (8,69%)	1,0827 (9,67%)	1,2084 (10,02%)	0,9374 A (9,46%)	R0	1,3432 (22,4%)	3,7694 (33,4%)	3,8882 (32,24%)	3,0003 A (29,35%)
R1	0,5116 (7,30%)	1,1922 (10,94%)	1,2019 (10,05%)	0,9686 A (9,57%)	R1	1,4443 (21,56%)	3,7773 (34,74%)	4,2774 (35,52%)	3,1663 A (30,60%)
R2	0,5110 (9,05%)	1,1814 (10,89%)	1,2466 (10,66%)	0,9796 A (10,20%)	R2	1,3341 (23,70%)	3,8460 (35,56%)	4,0429 (34,45%)	3,0743 A (31,24%)
Total	0,5146 b	1,1521 a	1,2190 a		Total	1,3739 b	3,7976 a	4,0695 a	
		Parte aérea				Serapilheira			
	A0	A1	A2	Total		A0	A1	A2	Total
R0	5,9882	11,2474	12,0639	9,7665 A	R0	4,6284	4,9469	4,4022	4,6592 C
R1	6,6727	10,8838	11,9617	9,8394 A	R1	24,0059	28,2420	28,9650	27,0710 B
R2	5,6061	10,8664	11,6905	9,3877 A	R2	43,9176	46,8237	48,2869	46,3427 A
Total	6,0890 b	10,9992 a	11,9054 a		Total	24,1840 a	26,6709 a	27,2180 a	

R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Valores entre parênteses representam a porcentagem do componente da árvore (folha, galho, casca e lenho) em relação ao somatório total dos componentes da árvore. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Figura 5—Conteúdo médio de N (a) Efeito dos resíduos da colheita; b) Efeito das fertilizações, P (c) Efeito dos resíduos da colheita; d) Efeito das fertilizações e K (e) Efeito dos resíduos da colheita; f) Efeito das fertilizações nos componentes das árvores de eucalipto (folha, galho, casca e lenho) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) sob diferentes manejos de resíduos da colheita e fertilizações após 13 meses de instalação do experimento. R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

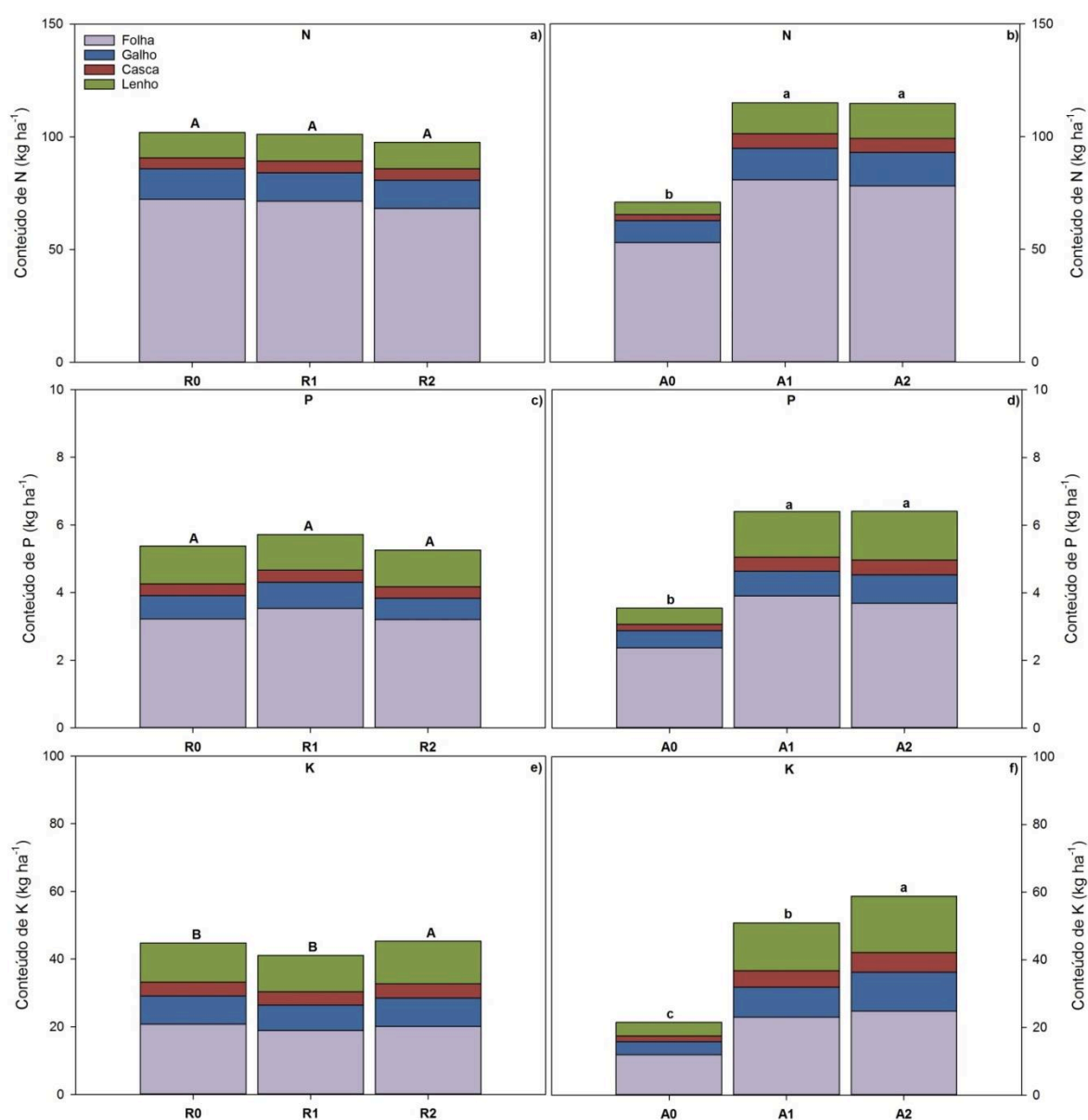


Figura 6—Conteúdo médio de Ca (a) Efeito dos resíduos da colheita; b) Efeito das fertilizações, Mg (c) Efeito dos resíduos da colheita; d) Efeito das fertilizações e S (e) Efeito dos resíduos da colheita; f) Efeito das fertilizações nos componentes das árvores de eucalipto (folha, galho, casca e lenho) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) sob diferentes manejos de resíduos da colheita e fertilizações após 13 meses de instalação do experimento. R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

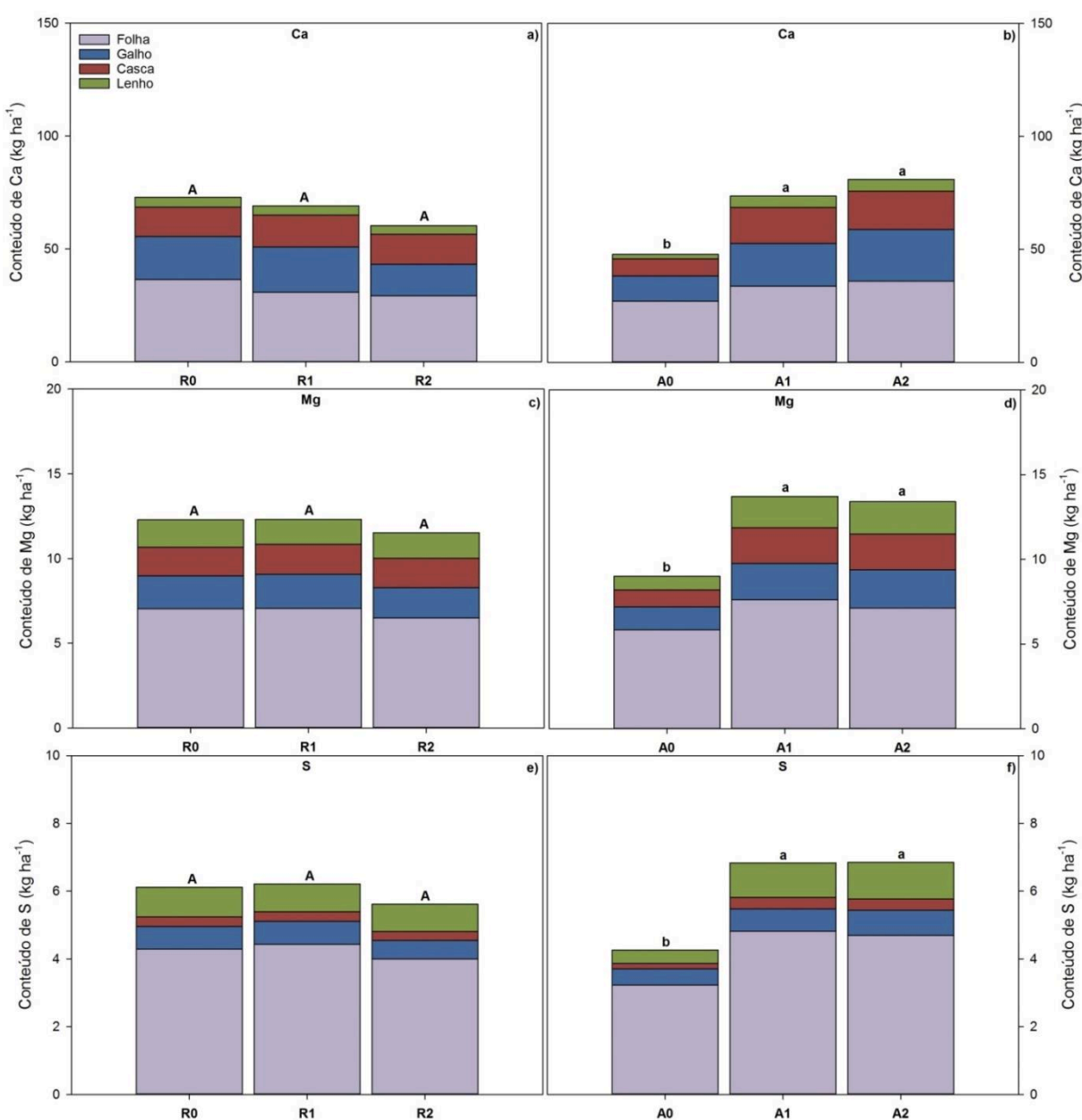


Figura 7–Conteúdo médio de Cu (a) Efeito dos resíduos da colheita; b) Efeito das fertilizações, B (c) Efeito dos resíduos da colheita; d) Efeito das fertilizações e Zn (e) Efeito dos resíduos da colheita; f) Efeito das fertilizações nos componentes das árvores de eucalipto (folha, galho, casca e lenho) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) sob diferentes manejos de resíduos da colheita e fertilizações após 13 meses de instalação do experimento. R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

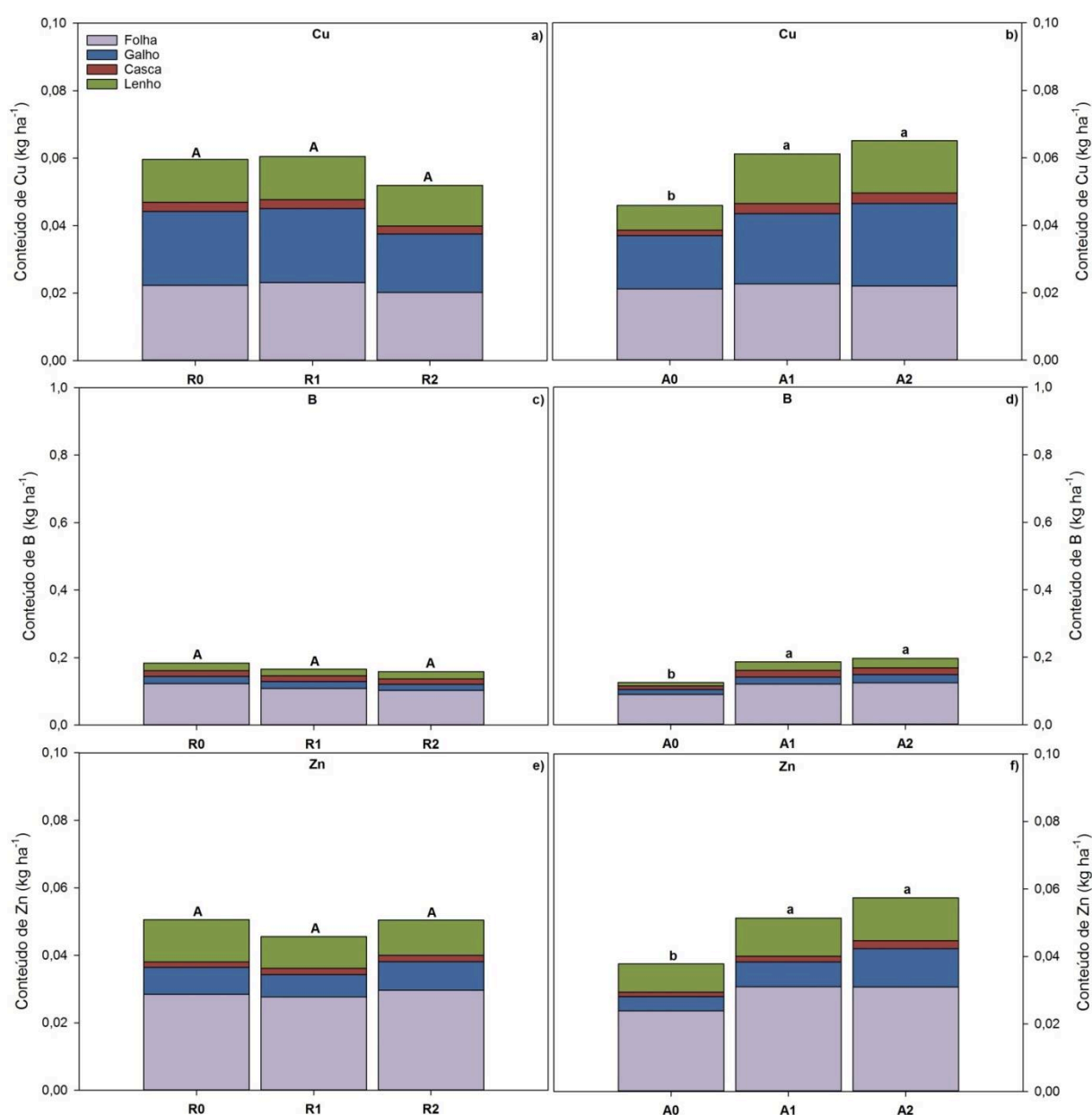


Figura 8—Conteúdo médio de Fe (a) Efeito dos resíduos da colheita; b) Efeito das fertilizações, Mn (c) Efeito dos resíduos da colheita; d) Efeito das fertilizações nos componentes das árvores de eucalipto (folha, galho, casca e lenho) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) sob diferentes manejos de resíduos da colheita e fertilizações após 13 meses de instalação do experimento. R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

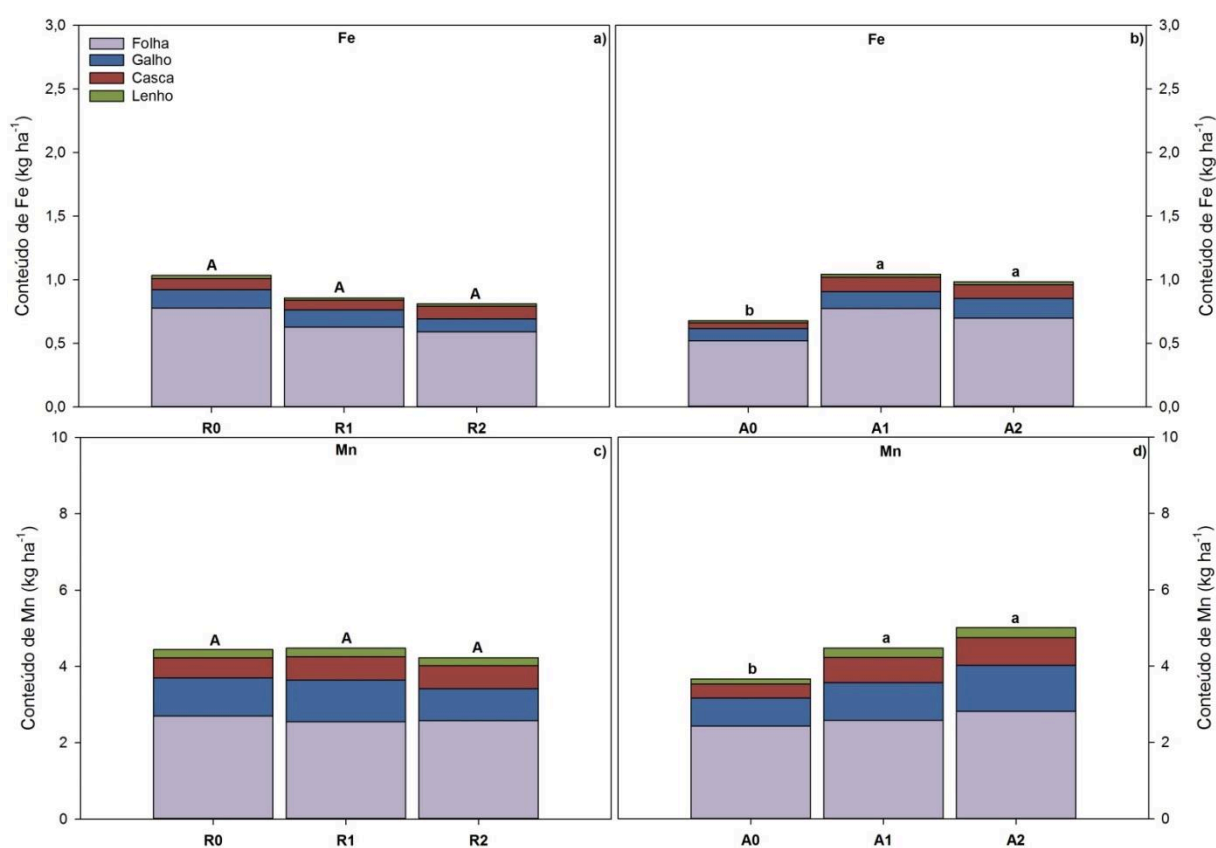


Tabela 6—Conteúdo médio de nutrientes (kg ha<sup>-1</sup>) na serapilheira em povoamentos de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 13 meses de idade.

Serapilheira														
N					P					K				
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	21,5554	18,6679	18,9800	19,7344 C	R0	0,7045	0,6866	1,0036	0,7982 C	R0	1,3710	2,0486	4,2909	2,5702 C
R1	108,7619	131,1055	156,5923	132,1533 B	R1	4,6241	5,1596	6,0405	5,2747 B	R1	9,2005	12,6544	13,5102	11,7884 B
R2	202,8899	223,6797	245,9731	224,1809 A	R2	8,0991	9,8371	10,6445	9,5269 A	R2	17,8988	24,3043	23,6118	21,9383 A
Total	111,0691 a	124,4844 a	140,5151 a		Total	4,4759 a	5,2278 a	5,8962 a		Total	9,4901 a	13,0024 a	13,8043 a	
Ca					Mg					S				
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	23,0778	18,1177	32,3459	24,5138 C	R0	2,5722	2,2474	3,4833	2,7676 C	R0	1,1025	1,1503	1,5826	1,2785 C
R1	137,0885	139,2279	152,9572	143,0912 B	R1	13,7815	15,8091	20,1763	16,5890 B	R1	7,4103	8,3847	8,9730	8,2560 B
R2	254,6145	370,8314	360,8270	328,7576 A	R2	33,7704	42,5956	44,1289	40,1650 A	R2	9,9692	12,5263	14,1204	12,2053 A
Total	138,2603 a	176,0590 a	182,0434 a		Total	16,7080 a	20,2174 a	22,5962 a		Total	6,1607 a	7,3538 a	8,2253 a	
Cu					Zn					B				
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,0369	0,0347	0,0398	0,0371 C	R0	0,0205	0,0226	0,0286	0,0239 C	R0	0,0211	0,0251	0,0413	0,0292 C
R1	0,2417	0,2734	0,3070	0,2740 B	R1	0,1514	0,1638	0,2357	0,1836 B	R1	0,1358	0,1360	0,1749	0,1489 B
R2	0,2658	0,3623	0,3828	0,3370 A	R2	0,1987	0,2573	0,2795	0,2452 A	R2	0,2347	0,2680	0,2219	0,2415 A
Total	0,1815 a	0,2234 a	0,2432 a		Total	0,1235 a	0,1479 a	0,1813 a		Total	0,1305 a	0,1430 a	0,1460 a	
Fe					Mn									
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	10,2651	9,1225	12,0773	10,4883 B	R0	0,6622	0,7056	1,1359	0,8346 C					
R1	54,5364	91,1521	108,6360	84,7748 A	R1	4,2863	5,3223	5,9759	5,1948 B					
R2	38,4293	76,6665	54,0090	56,3683 A	R2	7,5858	10,5150	11,3319	9,8109 A					
Total	34,4103 a	58,9804 a	58,2408 a		Total	4,1781 a	5,5143 a	6,1479 a						

Trat: Tratamentos; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Tabela 7–Massa média de matéria seca (Mg ha<sup>-1</sup>) de folhas, galhos, casca, lenho, parte aérea e serapilheira em povoamentos de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 38 meses de idade.

	Folha				Galho			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	2,6251 Ab (4,82%)	3,1533 Aa (3,93%)	3,5351 ABa (3,84%)	3,1045 (4,19%)	R0 8,2869 (15,32%)	10,4144 (12,94%)	10,2180 (11,06%)	9,6398 A (13,11%)
R1	2,7064 Ab (5,24%)	3,6840 Aa (4,45%)	3,3502 Ba (3,90%)	3,2468 (4,53%)	R1 8,1360 (15,66%)	10,0871 (12,21%)	10,5067 (12,20%)	9,5766 A (13,36%)
R2	2,7081 Ab (4,32%)	3,6025 Aa (4,23%)	4,0492 Aa (4,34%)	3,4533 (4,30%)	R2 7,7744 (12,39%)	9,9416 (11,65%)	10,1492 (10,84%)	9,2884 A (11,62%)
Total	2,6799	3,4799	3,6448		Total 8,0658 b	10,1477 a	10,2913 a	
	Casca				Lenho			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	6,4674 (11,99%)	9,7565 (12,12%)	11,1159 (12,21%)	9,1133 A (12,11%)	R0 37,1414 (67,87%)	61,4338 (71,01%)	67,3492 (72,90%)	55,3081 B (70,59%)
R1	5,9131 (11,32%)	9,3598 (11,30%)	8,9643 (10,40%)	8,0791 B (11,01%)	R1 35,6662 (67,78%)	64,3613 (72,04%)	63,3797 (73,49%)	54,4691 B (71,11%)
R2	7,0135 (11,06%)	9,4718 (11,15%)	9,3740 (10,05%)	8,6198 AB (10,75%)	R2 46,3463 (72,24%)	67,3348 (72,98%)	69,6164 (74,77%)	61,0992 A (73,33%)
Total	6,4646 b	9,5294 a	9,8181 a		Total 39,7179 b	64,3766 a	66,7818 a	
	Parte aérea				Serapilheira			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	54,5208	80,1988	92,2182	75,6459 B	R0 11,1944	11,7055	10,2083	11,0361 B
R1	52,4217	82,9378	86,2009	73,8534 B	R1 11,4583	17,5750	13,7708	14,2681 A
R2	63,8423	85,2788	93,1888	80,7600 A	R2 11,0451	12,2951	13,1667	12,1690 B
Total	56,9282 c	82,8051 b	90,5360 a	76,7564	Total 11,2326 a	13,8586 a	12,3819 a	

R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Valores entre parênteses representam a porcentagem do componente da árvore (folha, galho, casca e lenho) em relação ao somatório total dos componentes da árvore. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Figura 9—Conteúdo médio de P (a) Interação entre os resíduos da colheita e as fertilizações, K (b) Interação entre os resíduos da colheita e as fertilizações e B (c) Interação entre os resíduos da colheita e as fertilizações nos componentes das árvores de eucalipto (folha, galho, casca e lenho) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) sob diferentes manejos de resíduos da colheita e fertilizações após 38 meses de instalação do experimento. R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

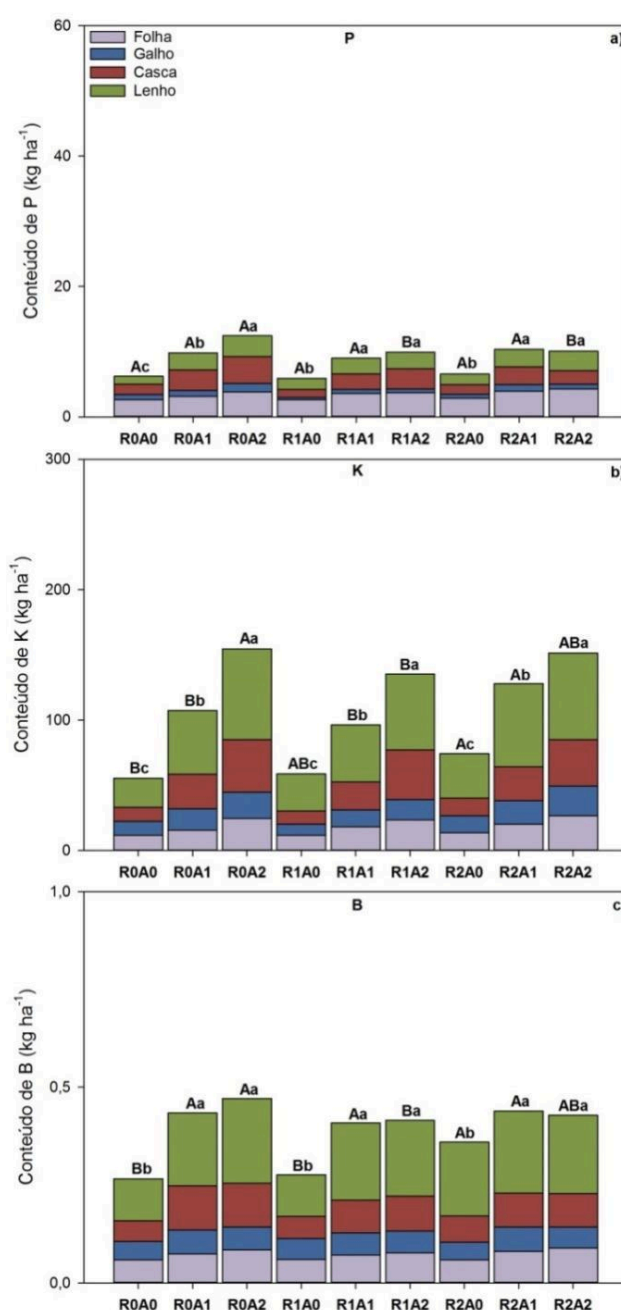


Figura 10—Conteúdo médio de Fe (a) Interação entre os resíduos da colheita e as fertilizações e Mn (b) Interação entre os resíduos da colheita e as fertilizações nos componentes das árvores de eucalipto (folha, galho, casca e lenho) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) sob diferentes manejos de resíduos da colheita e fertilizações após 38 meses de instalação do experimento. R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

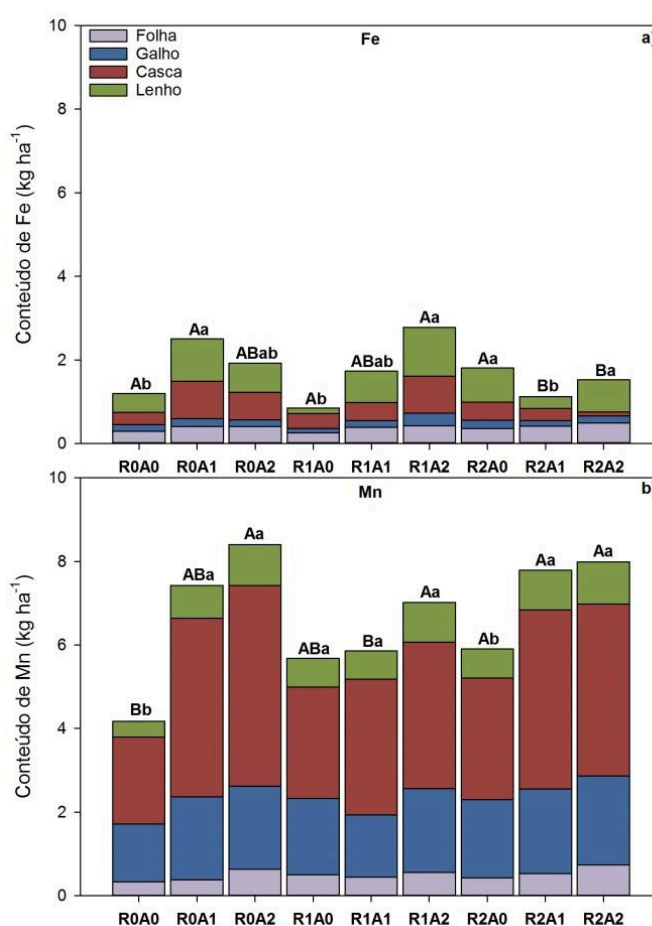


Figura 11–Conteúdo médio de N (a) Efeito dos resíduos da colheita; b) Efeito das fertilizações, Ca (c) Efeito dos resíduos da colheita; d) Efeito das fertilizações e Mg (e) Efeito dos resíduos da colheita; f) Efeito das fertilizações) nos componentes das árvores de eucalipto (folha, galho, casca e lenho) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) sob diferentes manejos de resíduos da colheita e fertilizações após 38 meses de instalação do experimento. R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

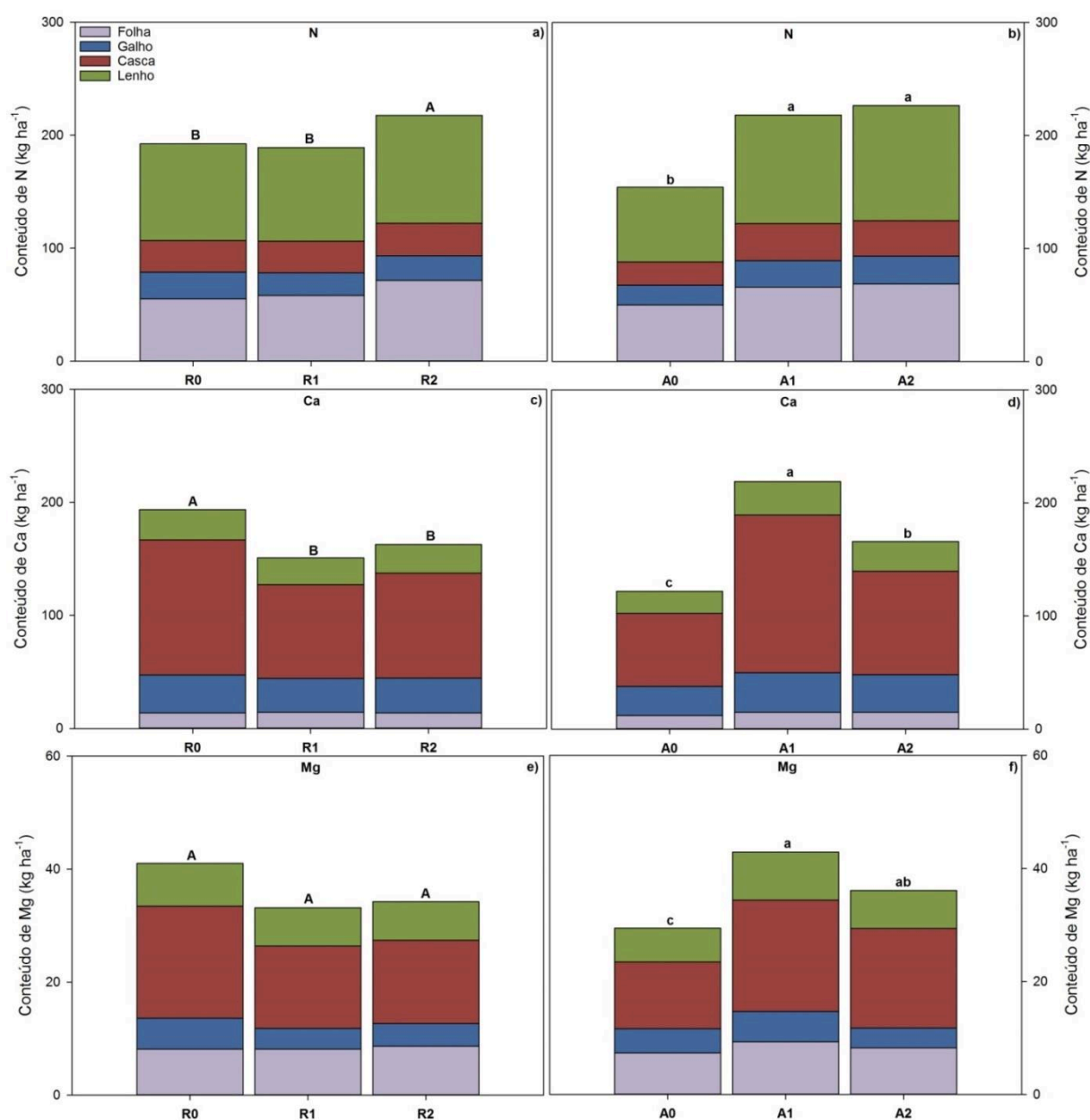


Figura 12—Conteúdo médio de S (a) Efeito dos resíduos da colheita; b) Efeito das fertilizações), Cu (c) Efeito dos resíduos da colheita; d) Efeito das fertilizações) e Zn (e) Efeito dos resíduos da colheita; f) Efeito das fertilizações) nos componentes das árvores de eucalipto (folha, galho, casca e lenho) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) sob diferentes manejos de resíduos da colheita e fertilizações após 38 meses de instalação do experimento. R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

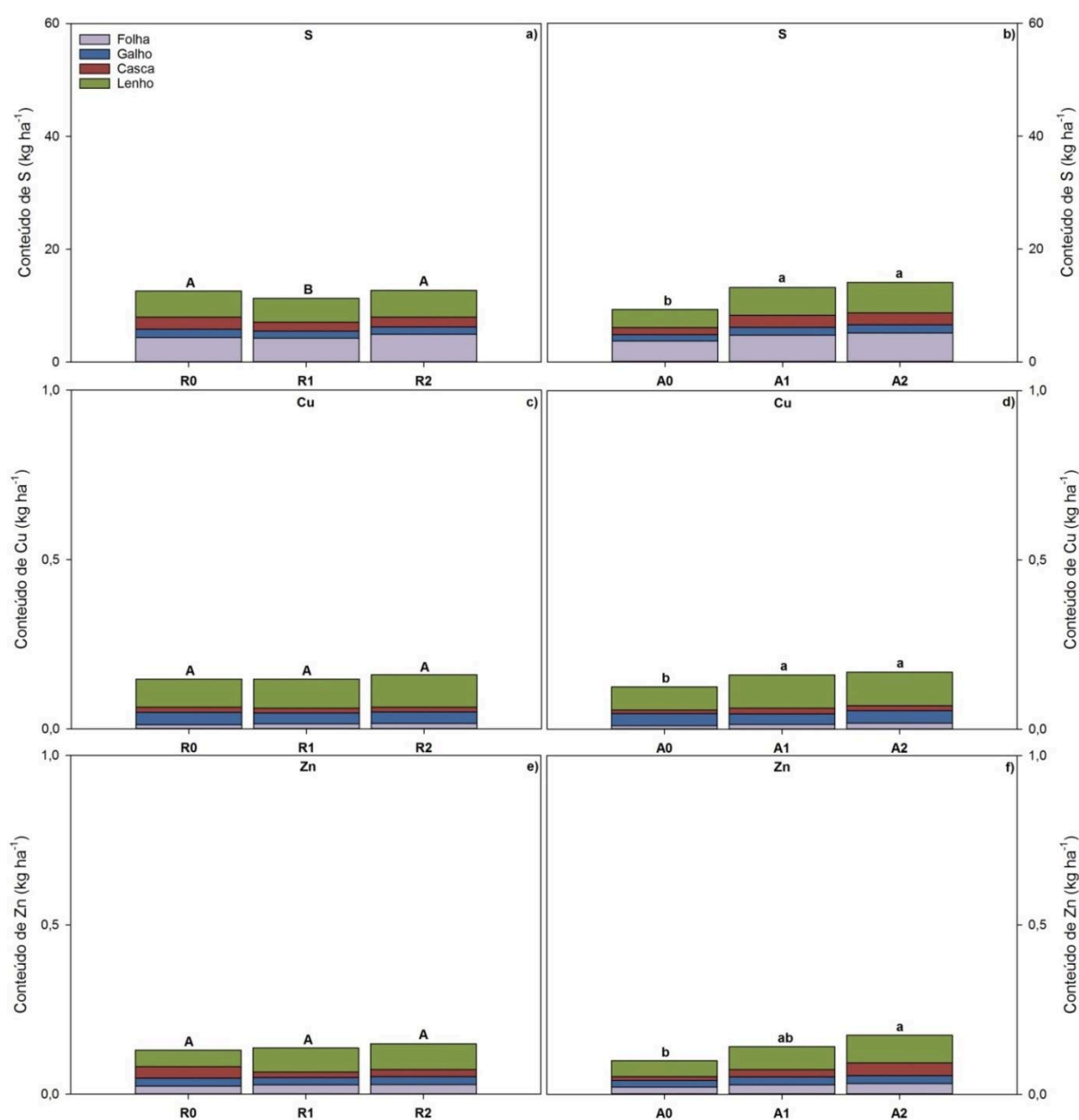


Tabela 8—Conteúdo médio de nutrientes (kg ha<sup>-1</sup>) na serapilheira em povoamentos de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 38 meses de idade.

Serapilheira														
N				P				K						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	88,2592	89,8022	73,7137	83,9250 A	R0	3,6944	3,8815	3,4965	3,6908 A	R0	9,7743	11,4208	13,3892	11,5281 A
R1	85,1138	122,6934	85,8168	97,8747 A	R1	3,5822	4,8829	4,1190	4,1947 A	R1	9,9689	16,6134	14,3844	13,6556 A
R2	84,4328	94,2461	88,2108	88,9632 A	R2	3,5780	3,8803	4,2271	3,8951 A	R2	10,4060	14,1421	13,7911	12,7797 A
Total	85,9353 a	102,2472 a	82,5804 a		Total	3,6182 a	4,2149 a	3,9475 a		Total	10,0497 a	14,0588 a	13,8549 a	
Ca				Mg				S						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	71,4019	81,4061	77,8275	76,8785 A	R0	18,4303	18,7565	14,3985	17,1951 A	R0	7,4201	8,1940	6,5164	7,3768 A
R1	77,2699	108,3763	71,0561	85,5674 A	R1	17,1212	23,7192	16,4178	19,0860 A	R1	7,2129	12,1654	7,2940	8,8907 A
R2	69,4749	76,0487	78,4805	74,6680 A	R2	15,9261	19,2758	16,7085	17,3035 A	R2	6,6756	7,7009	7,6076	7,3280 A
Total	72,7156 a	88,6104 a	75,7880 a		Total	17,1592 a	20,5838 a	15,8416 a		Total	7,1029 a	9,3534 a	7,1393 a	
Cu				Zn				B						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,1242 Aa	0,1433 Aa	0,0957 Ba	0,1211	R0	0,1330 Aa	0,1538 Aa	0,1164 Ba	0,1344	R0	0,1864	0,1986	0,2064	0,1971 A
R1	0,1006 Ab	0,1492 Aab	0,1869 Aa	0,1456	R1	0,1082 Ab	0,1776 Aa	0,2048 Aa	0,1635	R1	0,2136	0,2624	0,2103	0,2288 A
R2	0,1282 Aa	0,1139 Aa	0,1637 Aa	0,1352	R2	0,1360 Aa	0,1308 Aa	0,1956 Aa	0,1542	R2	0,1917	0,2193	0,2133	0,2081 A
Total	0,1177	0,1355	0,1487		Total	0,1258	0,1541	0,1723	0,1507	Total	0,1972 a	0,2268 a	0,2100 a	
Fe				Mn										
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	96,2956	116,0504	60,0529	90,7997 A	R0	3,0071	4,0082	3,9615	3,6589 A					
R1	44,1130	88,8356	167,5493	100,1660 A	R1	3,5293	4,9968	4,3987	4,3083 A					
R2	97,0591	76,8581	135,9925	103,3032 A	R2	3,8034	4,6812	4,8522	4,4456 A					
Total	79,1559 a	93,9147 a	121,1983 a	98,0896	Total	3,4466 b	4,5621 a	4,4041 a						

Trat: Tratamentos; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Tabela 9–Coeficiente de utilização biológica (CUB) ( $\text{Mg Mg}^{-1}$ ) de macronutrientes (N, P, K Ca, Mg e S) na parte aérea em povoamentos de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 38 meses de idade.

N				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	378,0568	423,2726	399,3540	400,22778 A
R1	347,3416	413,1232	430,1651	396,8766 A
R2	387,2225	372,9436	380,9992	380,3884 A
Total	370,8736 b	403,1131 a	403,5061 a	
P				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	8926,8126	8689,8924	7486,2159	8367,6403 A
R1	8899,2329	9721,9753	8848,8797	9156,6959 A
R2	9669,0035	8824,9117	9326,6768	9273,5307 A
Total	9165,0163 a	9078,9265 a	8553,9241 a	
K				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	986,5827 Aa	791,4082 Bb	606,3986 Ac	794,7965
R1	897,6926 Aa	928,1059 Aa	641,3850 Ab	822,3945
R2	876,0073 Aa	721,1552 Bab	624,5089 Ab	740,5572
Total	920,0942	813,5564	624,0975	
Ca				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	460,8684	347,6908	485,5692	431,3761 A
R1	484,8019	460,8143	659,3657	534,9940 A
R2	503,1275	478,2140	580,8725	520,7380 A
Total	482,9326 ab	428,9064 b	575,2691 a	
Mg				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	1951,2947	1759,2444	2421,5701	2044,0364 A
R1	2149,1775	2248,6854	2738,8789	2378,9139 A
R2	2121,4936	2332,1398	2799,4194	2417,6843 A
Total	2073,9886 a	2113,3565 a	2653,2895 a	
S				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	6129,8968	6229,6599	6100,0643	6153,2070 B
R1	5800,3290	7109,9021	6852,6820	6587,6377 A
R2	6455,9823	6647,5062	6417,7983	6507,0956 AB
Total	6128,7360 a	6662,3561 a	6456,8482 a	

Trat: Tratamentos; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Tabela 10–Coeficiente de utilização biológica (CUB) ( $\text{Mg Mg}^{-1}$ ) de micronutrientes (Cu, Zn, B, Fe e Mn) na parte aérea em povoamentos de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 38 meses de idade.

Cu				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	494189,4888	523981,8814	554242,6224	524137,9975 A
R1	419844,1259	596575,0451	535052,3057	517157,1589 A
R2	480130,9365	546501,4378	535430,8082	520687,7275 A
Total	464721,5171 a	555686,1214 a	541575,2454 a	
Zn				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	810001,5535	612685,4308	668032,7048	696906,5630 A
R1	467991,8676	923364,6928	516296,4134	635884,3246 A
R2	746722,1318	604775,7990	562955,6716	638151,2008 A
Total	674905,1843 a	713608,6409 a	582428,2632 a	
B				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	205602,8601	194830,9234	196042,8624	198825,5486 A
R1	191569,3309	215691,6777	207489,6008	204916,8698 A
R2	178264,7673	206103,7156	218045,4325	200804,6385 A
Total	191812,3195 a	205542,1056 a	207192,6319 a	
Fe				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	54920,1827 Aa	37225,2797 Ba	48562,3077 ABa	46902,5900
R1	63621,2218 Aa	59517,8823 ABab	33472,0370 Bb	52203,7137
R2	39583,5815 Ab	82722,8710 Aa	66821,5819 Aab	63042,6781
Total	52708,3287	59822,0110	49618,6422	
Mn				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	12542,6222	12040,8028	10989,4025	11857,6092 A
R1	9706,5595	15220,0323	12281,9269	12402,8396 A
R2	11381,3344	11772,9898	11873,4574	11675,9272 A
Total	11210,1721 a	13011,2749 a	11714,9289 a	

Trat: Tratamentos; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Tabela 11—Índice de eficiência de utilização de nutrientes (EU) ( $\text{kg}^2 \text{kg}^{-1}$ ) de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) na parte aérea em povoamentos de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 38 meses de idade.

N				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	20552,2725	36015,5866	37087,8919	31218,5837 A
R1	18369,5690	36251,1637	37084,4841	30568,4056 A
R2	24824,7855	34085,5785	35465,3556	31458,5732 A
Total	21248,8756 b	35450,7762 a	36545,9106 a	
P				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	483533,7224	744021,9903	696427,8408	641327,8512 A
R1	469879,6503	758875,2365	759392,3510	662715,7460 A
R2	625024,8432	689837,4104	871219,4734	728693,9090 A
Total	526146,0720 b	730911,5457 a	775679,8884 a	
K				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	54010,0576	67957,2351	56195,9853	59387,7594 A
R1	46994,6833	82011,5732	55181,8376	61396,0313 A
R2	56047,3465	65779,4853	58302,6197	60043,1505 A
Total	52350,6958 b	71916,0979 a	56560,1475 ab	
Ca				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	24621,4166	33314,1358	37795,8472	31910,4665 B
R1	25741,8138	40872,1559	57263,6823	41292,5507 A
R2	31601,4879	43159,4241	54117,3757	42959,4292 A
Total	27321,5728 c	39115,2386 b	49725,6351 a	
Mg				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	103650,1750	149276,9157	226958,8032	159961,9646 A
R1	114600,4946	197507,3291	237601,4018	183236,4085 A
R2	136064,8443	211312,6827	261337,9311	202905,1527 A
Total	118105,1713 c	186032,3092 b	241966,0454 a	
S				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	337149,9422	534455,8160	563674,5902	478426,7828 C
R1	307099,5864	626222,9875	590959,7897	508094,1212 B
R2	419816,6836	606159,6524	597205,0148	541060,4503 A
Total	354688,7374 b	588946,1520 a	583946,4649 a	

Trat: Tratamentos; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Tabela 12—Índice de eficiência de utilização de nutrientes (EU) ( $\text{kg}^2 \text{kg}^{-1}$ ) de micronutrientes (Cu, Zn, B, Fe e Mn) na parte aérea em povoamentos de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 38 meses de idade.

Cu				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	27200724,0175	44858285,0462	51212108,0531	41090372,3723 A
R1	22439420,6800	52949474,7842	46218210,0921	40535701,8521 A
R2	31318744,2949	49289584,5878	49921661,2619	43509996,7149 A
Total	26986296,3308 b	49032448,1394 a	49117326,4691 a	
Zn				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	46985765,5664	52705952,2963	62251670,6599	53981129,5076 A
R1	24658558,6765	81724439,9005	44984281,8057	50455760,1276 A
R2	50573792,5331	53835330,4459	52786282,5547	52398468,5112 A
Total	40739372,2587 a	62755240,8809 a	53340745,0068 a	
B				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	11193089,9481	16621335,2036	18193948,4617	15336124,53778 A
R1	10154737,2750	19136999,9223	17893722,6254	15728486,6076 A
R2	11382685,1275	18710213,1184	20354385,9253	16815761,3904 A
Total	10910170,7835 b	18156182,7481 a	18814019,0041 a	
Fe				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	3054720,4421 Aa	3093874,5903 Ba	4485417,4081 ABa	3544670,8135
R1	3310131,1834 Aa	5165012,4845 Ba	2901689,7429 Ba	3792277,8036
R2	2656200,4003 Ab	7570369,5248 Aa	6180717,4118 Aa	5469095,7790
Total	3007017,3419	5276418,8665	4522608,1876	
Mn				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	870815,5294 Aa	1050716,6208 Aa	1016657,1535 Aa	979396,4346
R1	509567,9676 Bb	1349196,2138 Aa	1059447,9081 Aa	972737,3632
R2	751852,1491 ABa	1083522,5171 Aa	1108777,4069 Aa	981384,0244
Total	710745,2154	1161145,1173	1061627,4895	

Trat: Tratamentos; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

### 3.1.2 Fertilidade do solo

Para a camada 0-10 cm de profundidade na linha de plantio não houve efeito ( $p>0,1$ ) dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações sobre os teores de P, Ca, Mg, S, Cu, Zn, B, Fe e Mn (Tabela 13). Por outro lado, os teores de K foram afetados ( $p<0,1$ ) pelas fertilizações apresentando os maiores valores para o tratamento com alta fertilização (A2).

Já para os teores de N foram afetados ( $p<0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 13). Os maiores teores de N estavam relacionados as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2) e com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1).

Para a camada 0-10 cm de profundidade na entrelinha de plantio não houve efeito ( $p>0,1$ ) dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações sobre os teores de N, Ca, S, Cu, Fe e Mn (Tabela 13).

Já os teores de P foram afetados ( $p<0,1$ ) pelos resíduos da colheita, apresentando os maiores valores para o tratamento com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 13).

Em relação aos teores de K, estes foram afetados ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações. Os maiores teores de K estavam relacionados aos tratamentos com resíduo da colheita e serapilheira (R2) e alta fertilização (A2) (Tabela 13).

Os teores de Mg, Zn e B foram afetados pela interação ( $p<0,1$ ) dos resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 13). Para o Mg, os maiores teores estavam relacionados as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), sem

resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0).

Para o Zn, os maiores teores estavam associados as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) e com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2).

Já para B, os maiores teores estavam relacionados as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2).

Para a camada 10-20 cm de profundidade na linha de plantio não houve efeito ( $p>0,1$ ) dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações sobre os teores de P, Ca, Mg, Cu, Zn e Fe (Tabela 13).

Os teores de K, S, B e Mn foram afetados ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações (Tabela 13). Para K, B e Mn, os maiores teores estavam associados a alta fertilização (A2). Em contrapartida, os maiores teores de S estavam relacionados a baixa (A0) e média fertilização (A1) (Tabela 13).

Já os teores de N foram afetados pela interação ( $p<0,1$ ) dos resíduos da colheita e as fertilizações. Os maiores teores de N estavam relacionados as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1).

Para a camada 10-20 cm de profundidade na entrelinha de plantio não houve efeito ( $p>0,1$ ) dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações sobre os teores de P, Ca e Cu (Tabela 13). Os teores de K foram afetados ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita, apresentando os maiores teores para o tratamento com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 13).

Já os teores de N, Mg, S, Zn, B, Fe e Mn foram afetados ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 13). Os maiores valores de teores de N estavam associados as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2).

Para o Mg, os maiores teores estavam relacionados as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2).

Já para o S, os maiores teores estavam associados as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0).

Para Zn, os maiores teores estavam relacionados as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1).

Para B, os maiores teores estavam associados as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo

da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2).

Enquanto para Fe, os maiores teores estavam relacionados as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2).

Já para Mn, os maiores teores estavam associados as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2).

Para a camada 20-40 cm de profundidade na linha de plantio não houve efeito ( $p>0,1$ ) dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações sobre os teores de P, Ca, Mg, S, Cu e Mn (Tabela 13).

Os teores de N e Fe foram afetados ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita (Tabela 13). Para estes nutrientes, os maiores teores foram observados para o tratamento sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1). Por outro lado, os teores de K e B foram afetados ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações. Para K, os maiores teores estavam associados a alta fertilização (A2) (Tabela 13). Já para B, os maiores teores estavam relacionados a média (A1) e alta fertilização (A2) (Tabela 13).

Já os teores de Zn foram afetados ( $p<0,1$ ) pela interação dos resíduos da colheita e as fertilizações. Os maiores teores de Zn estavam associados as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0) e com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2).

Para a camada 20-40 cm de profundidade na entrelinha de plantio não houve efeito ( $p>0,1$ ) dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações sobre os teores de N, K, Ca, B e Fe (Tabela 13).

Os teores de P foram afetados ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita. Para este nutriente, os maiores valores de teores foram observados no tratamento com resíduo da colheita e com serapilheira (R2). Enquanto para o teor de

Mn, comportamento oposto foi verificado e os maiores valores de teores estavam associados a baixa fertilização (A0) e média fertilização (A1) (Tabela 13).

Já os teores de Mg, S, Cu e Zn foram afetados ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 13). Os maiores teores de Mg estavam relacionados as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0).

Em relação ao S, os maiores teores estavam associados as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) e com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2).

Já para Cu, os maiores teores estavam relacionados as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2) e com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2).

Enquanto para Zn, os maiores teores estavam associados as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2) e com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2).

Para a camada 40-60 cm de profundidade na linha de plantio não houve efeito ( $p > 0,1$ ) dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações sobre os teores de P, Ca, Mg, S, Cu, Zn, B, Fe e Mn (Tabela 13). Por outro lado, os teores de K foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelas fertilizações, apresentando os maiores valores para o tratamento com alta fertilização (A2) (Tabela 13).

Já os teores de N foram afetados ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 13). Os maiores teores de N estavam relacionados as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0).

Para a camada 40-60 cm de profundidade na entrelinha de plantio não houve efeito ( $p > 0,1$ ) dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações sobre os teores de N, P, Mg, Cu, Zn, Fe e Mn (Tabela 13).

Os teores de K e B foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita, sendo os maiores valores observados no tratamento com resíduo da colheita e com serapilheira (R2). Enquanto os teores de Ca e S, foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações (Tabela 13). Para Ca, os maiores teores estavam associados a baixa (A0) e média fertilização (A1). Já para S, os maiores teores estavam relacionados a baixa (A0) e alta fertilização (A2) (Tabela 13).

Tabela 13–Valores médios de macro e micronutrientes na linha e entrelinha de plantio de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 38 meses de idade, nas profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

0-10 cm - Linha														
N				P				K						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,1210 ABa	0,1227 Aa	0,1323 Aa	0,1253	R0	1,3750	1,5500	1,3250	1,4167 A	R0	17,2500	15,7500	31,0000	21,3333 A
R1	0,0998 Bb	0,1290 Aa	0,1280 Aa	0,1189	R1	1,2750	1,4500	1,9000	1,5417 A	R1	18,7500	17,2500	26,0000	20,6667 A
R2	0,1263 Aa	0,1158 Aa	0,1160 Aa	0,1193	R2	1,6000	2,2000	1,9500	1,9167 A	R2	16,2500	17,2500	29,5000	21,0000 A
Total	0,1157	0,1225	0,1254		Total	1,4167 a	1,7333 a	1,7250 a		Total	17,4167 b	16,7500 b	28,8333 a	
Ca				Mg				S						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,3100	0,4200	0,4500	0,3933 A	R0	0,1433	0,0967	0,1575	0,1325 A	R0	6,9500	9,0750	5,3000	7,1083 A
R1	0,6367	0,4625	0,3725	0,4906 A	R1	0,1525	0,1175	0,1825	0,1508 A	R1	12,7500	7,4500	13,9500	11,3833 A
R2	0,3175	0,3600	0,3075	0,3283 A	R2	0,1400	0,1300	0,1300	0,1333 A	R2	7,5250	6,2500	1,1750	4,9833 A
Total	0,4214 a	0,4142 a	0,3767 a		Total	0,1453 a	0,1147 a	0,1567 a		Total	9,0750 a	7,5917 a	6,8083 a	
Cu				Zn				B						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	1,7725	1,7975	1,5875	1,7192 A	R0	20,8400	7,2100	9,8400	12,6300 A	R0	0,7433	0,7175	0,7467	0,7340 A
R1	1,6900	1,5675	1,7400	1,6658 A	R1	14,9375	18,0625	7,5950	13,5317 A	R1	0,7450	0,7575	0,7200	0,7422 A
R2	1,5825	1,6825	1,8150	1,6933 A	R2	22,1700	5,5750	13,4425	13,7292 A	R2	0,7050	0,7550	0,8225	0,7608 A
Total	1,6817 a	1,6825 a	1,7142 a		Total	19,3158 a	10,2825 a	10,2925 a		Total	0,7267 a	0,7433 a	0,7690 a	
Fe				Mn										
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	50,7750	52,7250	51,4750	51,6583 A	R0	12,7250	9,9750	15,6000	12,7667 A					
R1	51,0000	50,5750	53,4750	51,6833 A	R1	13,2000	11,9500	11,7000	12,2833 A					
R2	52,3000	47,2500	54,0250	51,1917 A	R2	9,8250	8,6750	11,5250	10,0083 A					
Total	51,3583 a	50,1833 a	52,9917 a		Total	11,9167 a	10,2000 a	12,9417 a						

Trat: Tratamento; N: dag kg<sup>-1</sup>; P, K, S, Cu, Zn, B, Fe, Mn: mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg: cmolc dm<sup>-3</sup>. P, K, Fe, Zn, Mn, Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: Extrator: KCl -1 mol L<sup>-1</sup>; S: Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B: Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983). R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 13–Valores médios de macro e micronutrientes na linha e entrelinha de plantio de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 38 meses de idade, nas profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

0-10 cm - Entrelinha														
N				P				K						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,1188	0,1218	0,1040	0,1148 A	R0	2,1250	1,1250	1,2250	1,4917 B	R0	12,7500	13,7500	21,5000	16,0000 B
R1	0,1245	0,1428	0,1210	0,1294 A	R1	1,0750	1,9000	1,6500	1,5417 AB	R1	11,2500	14,2500	25,7500	17,0833 AB
R2	0,1413	0,1440	0,1250	0,1368 A	R2	2,2000	2,0500	1,6750	1,9750 A	R2	23,0000	18,5000	18,0000	19,8333 A
Total	0,1282 a	0,1362 a	0,1167 a		Total	1,8000 a	1,6917 a	1,5167 a		Total	15,6667 b	15,5000 b	21,7500 a	
Ca				Mg				S						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,3225	0,7000	0,3333	0,4519 A	R0	0,1475 Aa	0,2675 Aa	0,3125 Aa	0,2425	R0	6,2500	13,7000	14,5000	11,4833 A
R1	0,6133	0,3625	0,2000	0,3919 A	R1	0,1425 Aa	0,1475 Aa	0,1825 Aa	0,1575	R1	2,0000	3,5250	11,5000	5,6750 A
R2	0,3600	0,3650	0,1575	0,2942 A	R2	0,3475 Aa	0,1850 Aab	0,1025 Ab	0,2117	R2	9,2000	8,2250	10,8750	9,4333 A
Total	0,4319 a	0,4758 a	0,2303 a		Total	0,2125	0,2000	0,1992		Total	5,8167 a	8,4833 a	12,2917 a	
Cu				Zn				B						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	1,7025	1,4000	1,7225	1,6083 A	R0	4,2925 Aab	2,8275 Ab	14,4225 Aa	7,1808	R0	0,6550 Ba	0,6200 Ba	0,6200 Aa	0,6317
R1	1,5075	1,6050	1,6875	1,6000 A	R1	2,8033 Ab	4,5100 Aab	15,4200 Aa	7,5778	R1	0,5475 Cb	0,6500 Ba	0,6433 Aa	0,6136
R2	1,5775	1,5300	1,5625	1,5567 A	R2	9,0367 Aa	7,9033 Aa	3,9125 Aa	6,9508	R2	0,7950 Aa	0,8350 Aa	0,7100 Ab	0,7800
Total	1,5958 a	1,5117 a	1,6575 a		Total	5,3775	5,0803	11,2517		Total	0,6658	0,7017	0,6578	
Fe				Mn										
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	51,5000	45,4000	47,5500	48,1500 A	R0	8,7500	10,2000	11,9750	10,3083 A					
R1	44,7000	54,2500	43,5000	47,4833 A	R1	10,6000	11,8750	9,1500	10,5417 A					
R2	65,1750	60,0000	54,0250	59,7333 A	R2	15,0500	10,7250	9,1750	11,6500 A					
Total	53,7917 a	53,2167 a	48,3583 a		Total	11,4667 a	10,9333 a	10,1000 a						

Trat: Tratamento; N: dag kg<sup>-1</sup>; P, K, S, Cu, Zn, B, Fe, Mn: mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg: cmolc dm<sup>-3</sup>. P, K, Fe, Zn, Mn, Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: Extrator: KCl -1 mol L<sup>-1</sup>; S: Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B: Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983). R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela13–Valores médios de macro e micronutrientes na linha e entrelinha de plantio de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 38 meses de idade, nas profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

10-20 cm - Linha														
N				P				K						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,0933 ABb	0,1055 Ab	0,1203 Aa	0,1063	R0	0,9000	1,5250	1,0500	1,1583 A	R0	7,7500	11,7500	17,7500	12,4167 A
R1	0,1058 Aa	0,0975 Aa	0,1098 ABa	0,1043	R1	1,1250	0,7250	1,3250	1,0583 A	R1	10,7500	8,2500	13,7500	10,9167 A
R2	0,0905 Ba	0,0975 Aa	0,0963 Ba	0,0948	R2	0,8000	1,3000	1,0750	1,0583 A	R2	8,7500	9,2500	15,5000	11,1667 A
Total	0,0965	0,1002	0,1088		Total	0,9417 a	1,1833 a	1,1500 a		Total	9,0833 b	9,7500 b	15,6667 a	
Ca				Mg				S						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,2325	0,2300	0,2375	0,2333 A	R0	0,0733	0,1175	0,1175	0,1028 A	R0	15,1500	16,5000	13,1000	14,9167 A
R1	0,3000	0,1367	0,2200	0,2189 A	R1	0,1025	0,0650	0,1175	0,0950 A	R1	7,4750	18,3000	4,5750	10,1167 A
R2	0,1875	0,2000	0,1450	0,1775 A	R2	0,1075	0,0875	0,0675	0,0875 A	R2	13,5500	12,3000	4,8750	10,2417 A
Total	0,2400 a	0,1889 a	0,2008 a		Total	0,0944 a	0,0900 a	0,1008 a		Total	12,0583 a	15,7000 a	7,5167 b	
Cu				Zn				B						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	1,9450	2,0875	1,7775	1,9367 A	R0	8,2375	7,4875	25,5650	13,7633 A	R0	0,5825	0,5750	0,6425	0,6000 A
R1	1,8300	1,8525	1,9075	1,8633 A	R1	6,2800	13,0050	9,5850	9,6233 A	R1	0,5100	0,5525	0,6133	0,5580 A
R2	1,9100	1,7550	1,8375	1,8342 A	R2	9,1200	6,5350	5,3775	7,0108 A	R2	0,5400	0,6200	0,6033	0,5921 A
Total	1,8950 a	1,8983 a	1,8408 a		Total	7,8792 a	9,0092 a	13,5092 a		Total	0,5480 b	0,5825 ab	0,6203 a	
Fe				Mn										
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	42,9750	48,2250	45,1250	45,4417 A	R0	5,9000	8,0250	9,7500	7,8917 A					
R1	56,5250	48,1500	46,9750	50,5500 A	R1	7,6750	7,7500	5,7750	7,0667 A					
R2	56,2000	45,7750	44,6750	48,8833 A	R2	6,9000	5,1750	7,6750	6,5833 A					
Total	51,9000 a	47,3833 a	45,5917 a		Total	6,8250 b	6,9833 b	7,7333 a						

Trat: Tratamento; N: dag kg<sup>-1</sup>; P, K, S, Cu, Zn, B, Fe, Mn: mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg: cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. P,K,Fe,Zn,Mn,Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: Extrator: KCl -1 mol L<sup>-1</sup>; S: Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B: Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983). R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 13–Valores médios de macro e micronutrientes na linha e entrelinha de plantio de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 38 meses de idade, nas profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

10-20 cm - Entrelinha														
N				P				K						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,0785 ABa	0,0785 Aa	0,0750 Aa	0,0773	R0	0,8250	0,4250	0,7500	0,6667 A	R0	4,0000	5,2500	8,7500	6,0000 B
R1	0,0723 Bb	0,0905 Aa	0,0723 Ab	0,0783	R1	0,3500	1,2000	0,8750	0,8083 A	R1	3,7500	5,7500	7,2500	5,5833 B
R2	0,0948 Aa	0,0808 Aa	0,0813 Aa	0,0856	R2	1,3250	1,4250	1,0500	1,2667 A	R2	11,2500	10,0000	10,0000	10,4167 A
Total	0,0818	0,0833	0,0762		Total	0,8333 a	1,0167 a	0,8917 a		Total	6,3333 a	7,0000 a	8,6667 a	
Ca				Mg				S						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,1225	0,1400	0,1300	0,1308 A	R0	0,0650 Aa	0,0925 Aa	0,0700 Aa	0,0758	R0	11,4750 Aa	7,2000 Ab	19,0250 Aa	12,5667
R1	0,2100	0,1675	0,1100	0,1625 A	R1	0,0625 Aa	0,0750 Aa	0,0550 Aa	0,0642	R1	14,0500 Aa	11,9000 Aa	7,2000 ABa	11,0500
R2	0,1067	0,1200	0,0825	0,1031 A	R2	0,1000 Aa	0,0725 Aab	0,0500 Ab	0,0742	R2	19,5000 Aa	17,4000 Aa	4,1000 Bb	13,6667
Total	0,1464 a	0,1425 a	0,1075 a		Total	0,0758	0,0800	0,0583	0,0714	Total	15,0083	12,1667	10,1083	12,4278
Cu				Zn				B						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	2,1975	1,8700	2,0250	2,0308 A	R0	3,6550 Aa	3,5333 Aa	2,0667 Ba	3,0850	R0	0,4525 Ba	0,4200 Ba	0,4175 Aa	0,4300
R1	1,8400	2,0075	2,0075	1,9517 A	R1	2,7133 Aa	2,1233 Aa	6,9300 ABa	3,9222	R1	0,3675 Bc	0,5400 Aa	0,4575 Ab	0,4550
R2	1,7525	1,9075	2,2733	1,9778 A	R2	5,0633 Ab	3,0333 Ab	11,8333 Aa	6,6433	R2	0,5867 Aa	0,5500 Aab	0,4800 Ab	0,5389
Total	1,9300 a	1,9283 a	2,1019 a		Total	3,8106	2,8967	6,9433		Total	0,4689	0,5033	0,4517	0,4746
Fe				Mn										
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	38,9250 ABa	34,3500 Ba	38,6750 Aa	37,3167	R0	3,0750 Ba	2,9750 Ba	3,7500 Aa	3,2667					
R1	33,6750 Bb	49,7250 Ab	35,6250 Aa	39,6750	R1	4,6667 Ab	7,1000 Aa	2,6000 Ac	4,7889					
R2	48,0750 Aa	46,0250 ABa	44,7250 Aa	46,2750	R2	4,2000 ABa	4,3000 Ba	4,0000 Aa	4,1667					
Total	40,2250	43,3667	39,6750		Total	3,9806	4,7917	3,4500						

Trat: Tratamento; N: dag kg<sup>-1</sup>; P, K, S, Cu, Zn, B, Fe, Mn: mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg: cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. P,K,Fe,Zn,Mn,Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: Extrator: KCl -1 mol L<sup>-1</sup>; S: Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B: Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983). R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 13–Valores médios de macro e micronutrientes na linha e entrelinha de plantio de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 38 meses de idade, nas profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

20-40 cm - Linha														
N				P				K						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,0643	0,0715	0,0743	0,0700 AB	R0	0,3000	0,3333	0,5000	0,3778 A	R0	3,2500	4,7500	9,5000	5,8333 A
R1	0,0833	0,0660	0,0735	0,0743 A	R1	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000 A	R1	3,7500	2,7500	5,7500	4,0833 A
R2	0,0695	0,0653	0,0613	0,0653 B	R2	0,4250	0,5333	0,4750	0,4778 A	R2	3,0000	3,2500	7,5000	4,5833 A
Total	0,0723 a	0,0676 a	0,0697 a		Total	0,3750 a	0,4222 a	0,4583 a		Total	3,3333 b	3,5833 b	7,5833 a	
Ca				Mg				S						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,0850	0,1075	0,1100	0,1008 A	R0	0,0525	0,0550	0,0400	0,0492 A	R0	15,4250	16,8750	9,3000	13,8667 A
R1	0,1367	0,0667	0,0975	0,1003 A	R1	0,0400	0,0325	0,0500	0,0408 A	R1	10,7000	11,6500	14,6250	12,3250 A
R2	0,0825	0,0950	0,0800	0,0858 A	R2	0,0400	0,0350	0,0325	0,0358 A	R2	18,3750	10,3750	11,0000	13,2500 A
Total	0,1014 a	0,0897 a	0,0958 a		Total	0,0442 a	0,0408 a	0,0408 a		Total	14,8333 a	12,9667 a	11,6417 a	
Cu				Zn				B						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	1,9550	1,9850	1,8300	1,9233 A	R0	20,6000 Aa	2,6975 Bb	3,7250 Aab	9,0075	R0	0,3725	0,4500	0,5150	0,4458 A
R1	2,0950	2,3975	2,1650	2,2192 A	R1	8,7825 Ab	40,5050 Aa	6,7725 Ab	18,6867	R1	0,3675	0,4375	0,4475	0,4175 A
R2	2,0250	2,1100	1,9925	2,0425 A	R2	13,4400 Aa	3,0800 Ba	11,9600 Aa	9,4933	R2	0,4050	0,4900	0,4175	0,4375 A
Total	2,0250 a	2,1642 a	1,9958 a		Total	14,2742	15,4275	7,4858		Total	0,3817 b	0,4592 a	0,4600 a	
Fe				Mn										
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	29,2000	32,3500	32,2000	31,2500 B	R0	2,4250	2,5250	3,4750	2,8083 A					
R1	41,6250	46,5000	35,9750	41,3667 A	R1	2,9750	2,9750	2,5500	2,8333 A					
R2	35,4500	44,8250	33,6500	37,9750 AB	R2	2,2750	1,9500	2,4500	2,2250 A					
Total	35,4250 a	41,2250 a	33,9417 a		Total	2,5583 a	2,4833 a	2,8250 a						

Trat: Tratamento; N: dag kg<sup>-1</sup>; P, K, S, Cu, Zn, B, Fe, Mn: mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg: cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. P,K,Fe,Zn,Mn,Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: Extrator: KCl -1 mol L<sup>-1</sup>; S: Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B: Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983). R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 13–Valores médios de macro e micronutrientes na linha e entrelinha de plantio de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 38 meses de idade, nas profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

20-40 cm - Entrelinha														
N				P				K						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,0643	0,0665	0,0595	0,0634 A	R0	0,2250	0,1500	0,3500	0,2417 B	R0	2,0000	2,2500	4,2500	2,8333 A
R1	0,0658	0,0668	0,0610	0,0645 A	R1	0,2250	0,4750	0,5500	0,4167 AB	R1	1,2500	1,2500	4,2500	2,2500 A
R2	0,0675	0,0678	0,0608	0,0653 A	R2	0,8000	0,3667	0,4250	0,5306 A	R2	3,2500	3,5000	2,7500	3,1667 A
Total	0,0658 a	0,0670 a	0,0604 a		Total	0,4167 a	0,3306 a	0,4417 a		Total	2,1667 a	2,3333 a	3,7500 a	
Ca				Mg				S						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,0950	0,0800	0,1225	0,0992 A	R0	0,0400 Ab	0,0500 Aab	0,0775 Aa	0,0558	R0	7,9750 Bb	17,3250 Aab	21,2000 Aa	15,5000
R1	0,1133	0,1225	0,0675	0,1011 A	R1	0,0300 Aa	0,0450 Aa	0,0325 ABa	0,0358	R1	21,8500 Aa	8,7500 Ab	11,8750 Aab	14,1583
R2	0,1200	0,0800	0,0500	0,0833 A	R2	0,0525 Aa	0,0400 Aa	0,0225 Ba	0,0383	R2	13,4500 Ba	13,3000 Aa	13,3000 Aa	13,3500
Total	0,1094 a	0,0942 a	0,0800 a		Total	0,0408	0,0450	0,0442	0,0433	Total	14,4250	13,1250	15,4583	
Cu				Zn				B						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	2,1250 Aa	1,8650 Ba	2,0075 Aa	1,9992	R0	1,7400 Ab	8,4600 Aa	2,5950 Ab	4,2650	R0	0,3575	0,3350	0,3200	0,3375 A
R1	2,1867 Aab	2,4667 Aa	1,9925 Ab	2,2153	R1	3,2825 Aa	5,7700 ABa	2,4700 Aa	3,8408	R1	0,3125	0,3650	0,3450	0,3408 A
R2	2,0967 Aa	2,0025 Ba	1,8775 Aa	1,9922	R2	4,5700 Aa	4,2700 Ba	1,5633 Aa	3,4678	R2	0,4375	0,3850	0,3325	0,3850 A
Total	2,1361	2,1114	1,9592	2,0689	Total	3,1975	6,1667	2,2094	3,8579	Total	0,3692 a	0,3617 a	0,3325 a	
Fe				Mn										
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	30,8500	26,0000	28,8000	28,5500 A	R0	2,3750	2,4250	2,6000	2,4667 A					
R1	36,9250	41,3250	27,0750	35,1083 A	R1	3,1000	3,6750	2,3000	3,0250 A					
R2	32,1250	39,8000	28,1500	33,3583 A	R2	2,3250	2,4250	1,7750	2,1750 A					
Total	33,3000 a	35,7083 a	28,0083 a		Total	2,6000 ab	2,8417 a	2,2250 b						

Trat: Tratamento; N: dag kg<sup>-1</sup>; P, K, S, Cu, Zn, B, Fe, Mn: mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg: cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. P,K,Fe,Zn,Mn,Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: Extrator: KCl -1 mol L<sup>-1</sup>; S: Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B: Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983). R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 13–Valores médios de macro e micronutrientes na linha e entrelinha de plantio de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 38 meses de idade, nas profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

40-60 cm - Linha														
N					P					K				
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,0555 Bb	0,0700 Aa	0,0650 Aa	0,0635	R0	0,3750	0,2000	0,5500	0,3750 A	R0	1,5000	2,2500	4,2500	2,6667 A
R1	0,0613 Aa	0,0578 Ba	0,0603 ABA	0,0598	R1	0,1500	0,1750	0,4500	0,2583 A	R1	0,7500	0,5000	3,5000	1,5833 A
R2	0,0600 ABA	0,0570 Ba	0,0560 Ba	0,0577	R2	0,3750	0,5750	0,3500	0,4333 A	R2	3,7500	0,5000	2,2500	2,1667 A
Total	0,0589	0,0616	0,0604		Total	0,3000 a	0,3167 a	0,4500 a		Total	2,0000 b	1,0833 b	3,3333 a	
Ca					Mg					S				
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,0975	0,1050	0,1125	0,1050 A	R0	0,0500	0,0375	0,0400	0,0425 A	R0	11,3750	15,7250	11,3250	12,8083 A
R1	0,0967	0,1025	0,1125	0,1039 A	R1	0,0250	0,0275	0,0450	0,0325 A	R1	10,8000	7,8250	19,4750	12,7000 A
R2	0,0850	0,0733	0,0900	0,0828 A	R2	0,0350	0,0300	0,0350	0,0333 A	R2	12,1750	11,9750	5,4000	9,8500 A
Total	0,0931 a	0,0936 a	0,1050 a		Total	0,0367 a	0,0317 a	0,0400 a		Total	11,4500 a	11,8417 a	12,0667 a	
Cu					Zn					B				
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	1,9200	1,8250	1,9150	1,8867 A	R0	5,9850	2,9200	4,5600	4,4883 A	R0	0,3725	0,3950	0,3750	0,3808 A
R1	1,9575	2,0425	1,9075	1,9692 A	R1	4,2833	2,6875	2,1000	3,0236 A	R1	0,3025	0,3325	0,4350	0,3567 A
R2	1,8825	1,8225	1,9150	1,8733 A	R2	3,6367	2,5567	9,2725	5,1553 A	R2	0,3725	0,3750	0,3550	0,3675 A
Total	1,9200 a	1,8967 a	1,9125 a		Total	4,6350 a	2,7214 a	5,3108 a		Total	0,3492 a	0,3675 a	0,3883 a	
Fe					Mn									
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	24,4750	24,8000	29,7000	26,3250 A	R0	2,9000	3,6250	4,1750	3,5667 A					
R1	30,9500	29,0250	27,3250	29,1000 A	R1	3,8000	3,7750	3,1250	3,5667 A					
R2	27,7000	25,9000	26,7500	26,7833 A	R2	3,1500	2,9750	3,1000	3,0750 A					
Total	27,7083 a	26,5750 a	27,9250 a		Total	3,2833 a	3,4583 a	3,4667 a						

Trat: Tratamento; N: dag kg<sup>-1</sup>; P, K, S, Cu, Zn, B, Fe, Mn: mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg: cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. P,K,Fe,Zn,Mn,Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: Extrator: KCl -1 mol L<sup>-1</sup>; S: Extrator - Fosfato monocalcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B: Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983). R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 13–Valores médios de macro e micronutrientes na linha e entrelinha de plantio de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 38 meses de idade, nas profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

40-60 cm - Entrelinha														
N				P				K						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,0548	0,0560	0,0533	0,0547 A	R0	0,1500	0,1000	0,1750	0,1417 A	R0	0,5000	1,0000	1,7500	1,0833 B
R1	0,0565	0,0568	0,0590	0,0574 A	R1	0,1500	0,2250	0,2000	0,1917 A	R1	1,5000	1,0000	2,0000	1,5000 B
R2	0,0585	0,0643	0,0565	0,0598 A	R2	0,2333	0,2750	0,1000	0,2028 A	R2	2,2500	1,7500	5,0000	3,0000 A
Total	0,0566 a	0,0590 a	0,0563 a		Total	0,1778 a	0,2000 a	0,1583 a		Total	1,4167 a	1,2500 a	2,9167 a	
Ca				Mg				S						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,0875	0,1567	0,0933	0,1125 A	R0	0,0350	0,0450	0,0400	0,0400 A	R0	8,3750	2,2250	12,7750	7,7917 A
R1	0,1175	0,2067	0,0650	0,1297 A	R1	0,0275	0,0500	0,0300	0,0358 A	R1	10,8250	0,6250	5,3250	5,5917 A
R2	0,2100	0,1267	0,0925	0,1431 A	R2	0,0600	0,0400	0,0350	0,0450 A	R2	8,1500	3,6250	7,8750	6,5500 A
Total	0,1383 a	0,1633 a	0,0836 b		Total	0,04083 a	0,0450 a	0,0350 a		Total	9,1167 a	2,1583 b	8,6583 a	
Cu				Zn				B						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	1,8600	1,7100	1,6725	1,7475 A	R0	5,8575	25,6525	9,4595	13,6565 A	R0	0,3025	0,3025	0,3550	0,3200 AB
R1	1,7900	1,9400	1,8400	1,8567 A	R1	7,2075	7,4225	3,9975	6,2092 A	R1	0,2825	0,3125	0,3025	0,2992 B
R2	1,7325	1,7625	1,7725	1,7558 A	R2	13,4567	20,8475	4,8550	13,0531 A	R2	0,3433	0,3600	0,3325	0,3453 A
Total	1,7942 a	1,8042 a	1,7617 a		Total	8,8406 a	17,9742 a	6,1040 a		Total	0,3094 a	0,3250 a	0,3300 a	
Fe				Mn										
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	23,8750	21,3500	20,6750	21,9667 A	R0	3,4500	3,2250	3,4000	3,3583 A					
R1	25,1000	26,1500	22,3750	24,5417 A	R1	4,1000	4,5500	3,2500	3,9667 A					
R2	25,1750	25,0250	24,4500	24,8833 A	R2	3,8250	4,2000	3,6750	3,9000 A					
Total	24,7167 a	24,1750 a	22,5000 a		Total	3,7917 a	3,9917 a	3,4417 a						

Trat: Tratamento; N: dag kg<sup>-1</sup>; P, K, S, Cu, Zn, B, Fe, Mn: mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg: cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. P,K,Fe,Zn,Mn,Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: Extrator: KCl -1 mol L<sup>-1</sup>; S: Extrator - Fosfato monocalcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B: Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983). R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

### 3.1.3 Crescimento e produção florestal

O crescimento das plantas aos 49 meses de idade foi afetado ( $p < 0,1$ ) pela interação entre os tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Figura 13). Os maiores valores de volume de tronco estavam relacionados as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2).

Foi observado que o volume de tronco das plantas que receberam as combinações de com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2) e com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), foram em ordem crescente 12,62%, 22,41%, 24,28%, 30,11%, 30,30%, 32,41%, 34,94%, respectivamente, maiores do que as plantas que receberam o tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0). Por outro lado, o volume de tronco das plantas que receberam o tratamento sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0) foi 10,41% menor do que das plantas que receberam o tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0).

Avaliando as equações ajustadas pelo modelo Logístico foi verificado que as combinações das curvas de produção de R0A1+R1A1, R2A1+R2A2, R0A2+R1A2 e R0A2+R2A2 foram iguais ( $p > 0,1$ ), ou seja, não existe diferença entre as produções máximas estimadas para estes tratamentos e deve-se usar os coeficientes das equações reduzidas (Tabela 14). Por outro lado, foi observado que as demais combinações das curvas de produção diferiram ( $p < 0,1$ ), ou seja, existe diferença entre as curvas de produção e deve-se adotar os coeficientes das equações específicas dos tratamentos (Tabela 14). Comparativamente ao tratamento R0A0, os tratamentos R2A0, R0A1, R0A2, promoveram ganhos em produção de 14,35%, 22,14% e 33,40%, respectivamente (Tabela 14 e Figura 14). Por outro lado, o tratamento R1A0 foi 9,93% menor do que o R0A0. Comparando com o tratamento

R0A1, os tratamentos R2A1 e R0A2 promoveram ganhos em produção de 6,39% e 9,22%, respectivamente (Tabela 14 e Figura 14). Comparativamente ao tratamento R1A0, os tratamentos R2A0, R1A1 e R1A2 aumentaram a produção em 26,97%, 38,75% e 45,11% (Tabela 14 e Figura 15). Comparando com o tratamento R1A1, os tratamentos R2A1 e R1A2 promoveram ganhos em produção de 3,98% e 4,52% respectivamente (Tabela 14 e Figuras 15 e 16). Comparativamente ao tratamento R1A2, o tratamento R2A2 aumentou a produção em 4,02% (Tabela 14 e Figura 16). Comparado ao tratamento R2A0, os tratamentos R2A1 e R2A2 aumentaram a produção em 13,62% e 18,19%, respectivamente (Tabela 14 e Figura 16).

Figura 13—Volume médio de tronco ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ) de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 49 meses de idade. R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

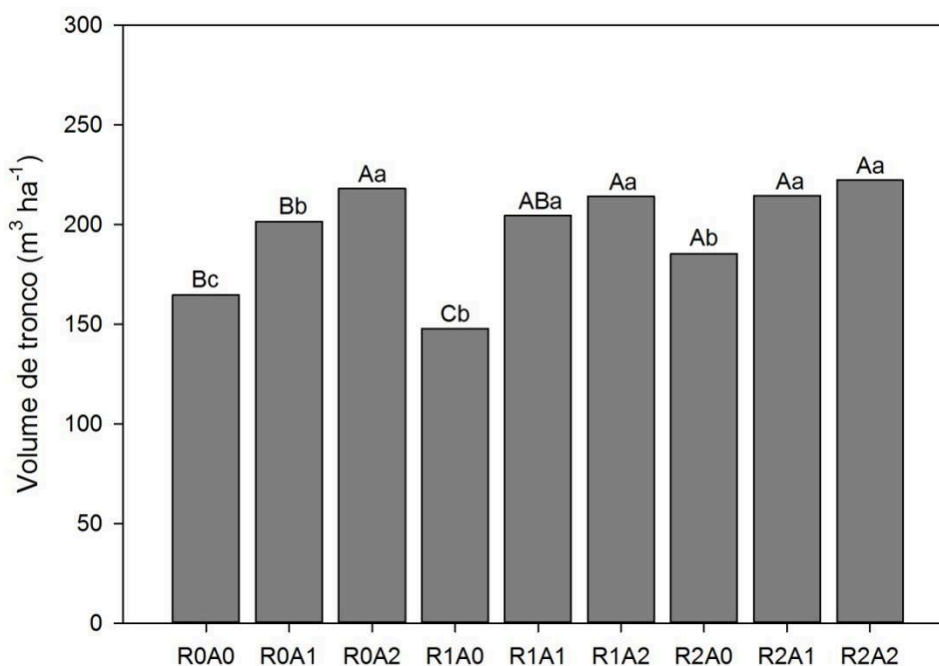


Tabela 14–Parâmetros do modelo Logístico ajustado para volume de tronco ( $m^3 ha^{-1}$ ) de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 49 meses de idade e correspondentes  $p$ -valor dos testes de identidade de modelo não lineares.

Tratamento	Equação	p-valor	%
R0A0	$V=169,068636/(1+100,170768exp(-0,157826))$		
R0A1	$V=206,496467/(1+72,042120exp(-0,155272))$		
R0A2	$V=225,541755/(1+86,105081exp(-0,157671))$		
R1A0	$V=152,275117/(1+144,963696exp(-0,167370))$		
R1A1	$V=211,278421/(1+86,239845exp(-0,158670))$		
R1A2	$V=220,973472/(1+96,200134exp(-0,162774))$		
R2A0	$V=193,341681/(1+105,821456exp(-0,154451))$		
R2A1	$V=219,683874/(1+83,747543exp(-0,160672))$		
R2A2	$V=228,508357/(1+93,222387exp(-0,163253))$		
R0A0+R0A1	$V=187,548848/(1+84,307235exp(-0,156870))$	0,000000	122,14
R0A0+R0A2	$V=197,022578/(1+93,437821exp(-0,158480))$	0,000000	133,40
R0A1+R0A2	$V=216,137120/(1+78,230100exp(-0,156095))$	0,000018	109,22
R0A0+R1A0	$V=160,791931/(1+117,483044exp(-0,161763))$	0,008560	90,07
R0A0+R2A0	$V=181,248456/(1+102,277702exp(-0,155695))$	0,009962	114,36
R1A0+R2A0	$V=172,731415/(1+120,893862exp(-0,159987))$	0,000000	126,97
R1A0+R1A1	$V=181,618427/(1+107,949197exp(-0,162678))$	0,000000	138,75
R1A0+R1A2	$V=186,356173/(1+115,324196exp(-0,165304))$	0,000000	145,11
R1A1+R1A2	$V=216,122214/(1+91,112967exp(-0,160739))$	0,041594	104,59
R0A1+R1A1	$V=208,976670/(1+78,235693exp(-0,156653))$	<b>0,606743</b>	
R0A1+R2A1	$V=213,086990/(1+77,723506exp(-0,158000))$	0,000737	106,39
R1A1+R2A1	$V=215,506895/(1+84,644419exp(-0,159538))$	0,018163	103,98
R2A0+R2A1	$V=205,942636/(1+93,057530exp(-0,157857))$	0,000000	113,62
R2A0+R2A2	$V=210,133616/(1+99,702425exp(-0,159884))$	0,000000	118,19
R2A1+R2A2	$V=224,121656/(1+88,210410exp(-0,161883))$	<b>0,120232</b>	
R0A2+R1A2	$V=223,236619/(1+90,893623exp(-0,160178))$	<b>0,815179</b>	
R0A2+R2A2	$V=226,986530/(1+89,51110exp(-0,160447))$	<b>0,195323</b>	
R1A2+R2A2	$V=224,747281/(1+94,584290exp(-0,162980))$	0,098372	104,02

R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Valores em negrito indicam igualdade entre as equações ( $p>0,1$ ), pelo teste F (teste de identidade de modelo não lineares). %: porcentagem relativa levando em consideração a produção máxima dos tratamentos comparados 2 a 2 que diferiram entre si (isto comparando com a menor produtividade máxima alcançada).

Figura 14– Curva de produção de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações quando da aplicação dos tratamentos combinados R0A0+R0A1 (a), R0A0+R0A2 (b), R0A1+R0A2 (c), R0A0+R1A0 (d), R0A0+R2A0 (e) e R0A1+R2A1 (f). R0A0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização; R0A1: sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização; R0A2: sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização; R1A0: sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização; R2A0: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira e baixa fertilização; R2A1: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira e média fertilização.

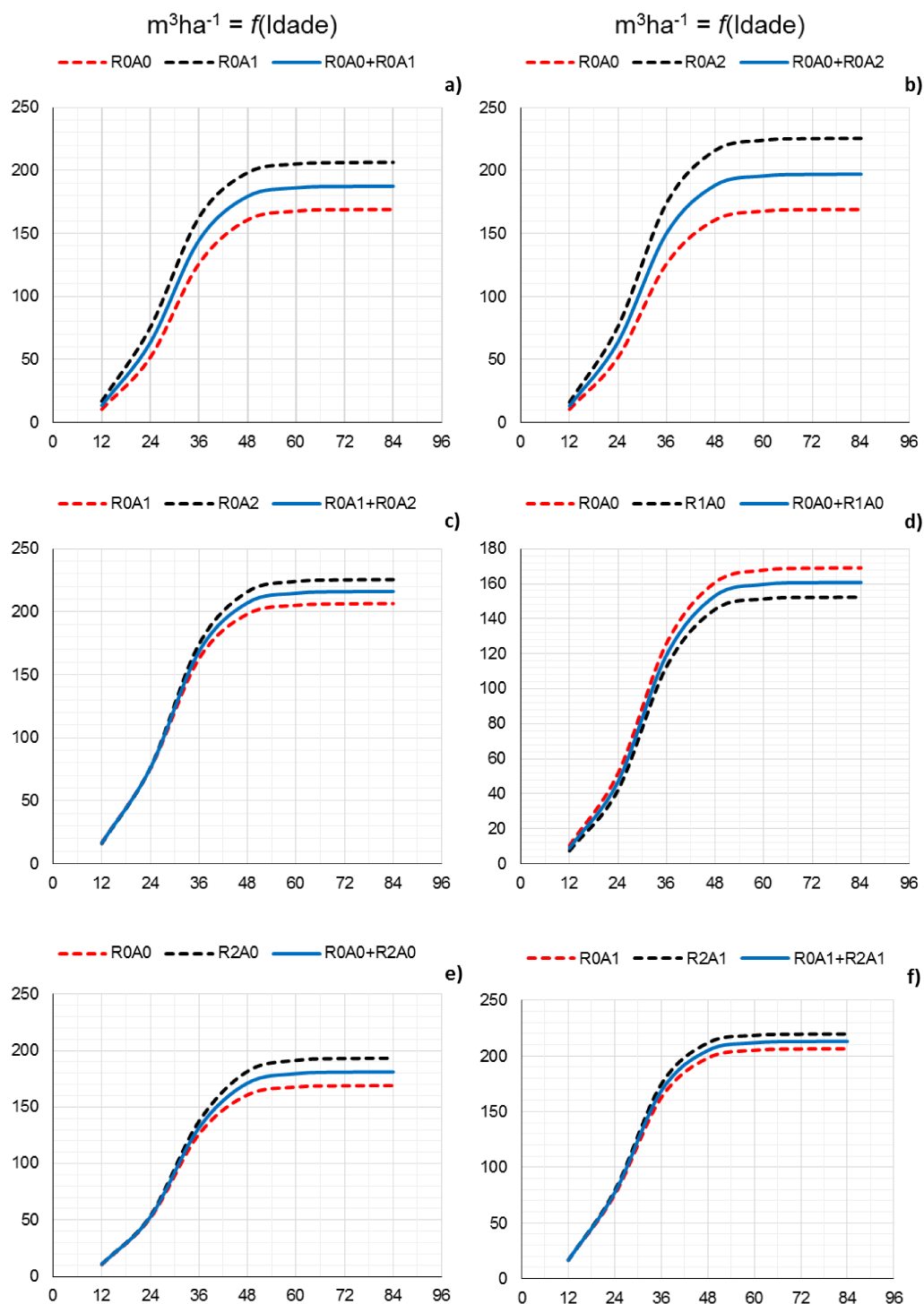


Figura 15– Curva de produção de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações quando da aplicação dos tratamentos combinados R1A0+R2A0 (a), R1A0+R1A1 (b), R1A0+R1A2 (c) e R1A1+R1A2 (d). R1A0: sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização; R1A1: sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização; R1A2: sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização; R2A0: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira e baixa fertilização.

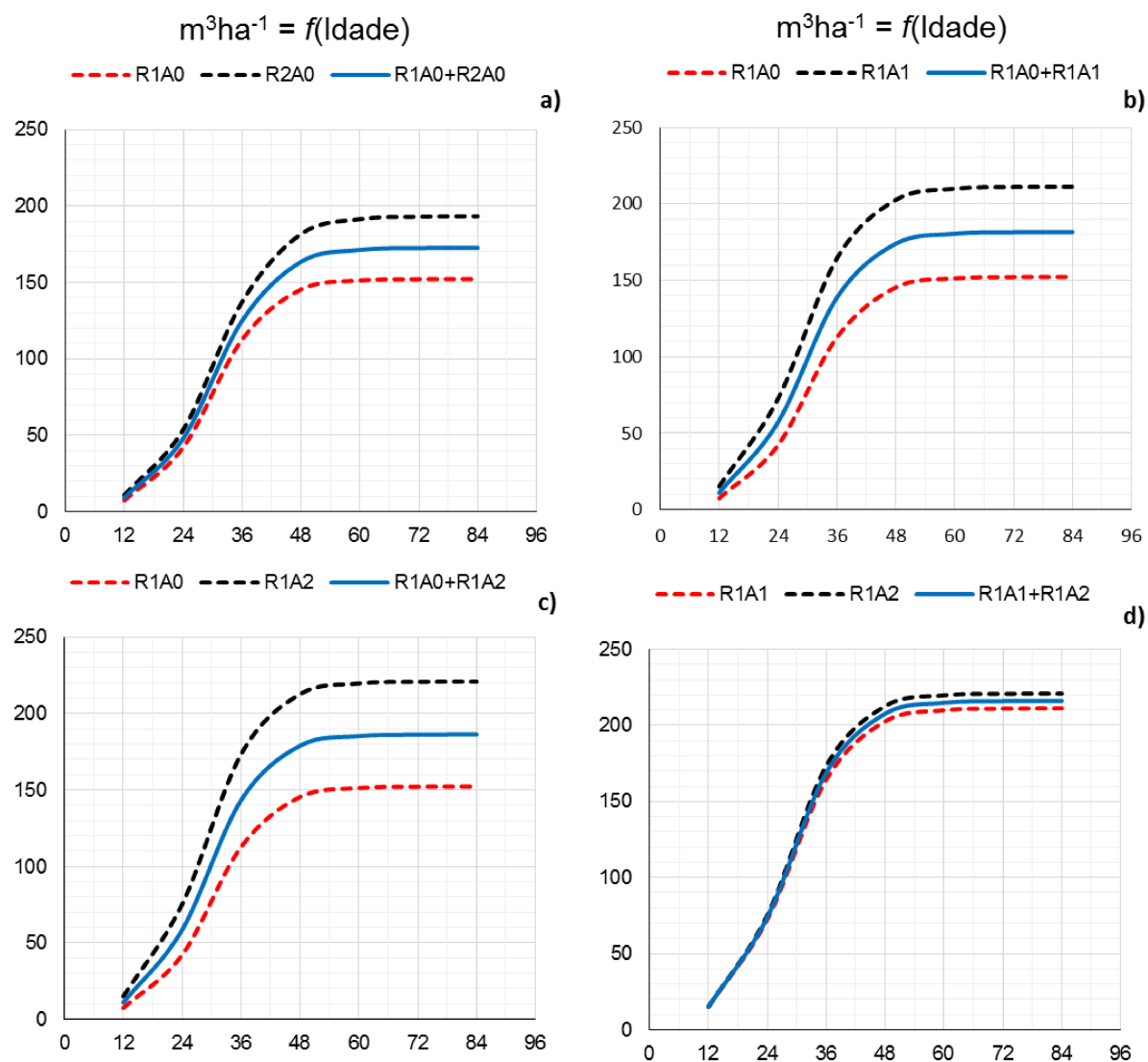
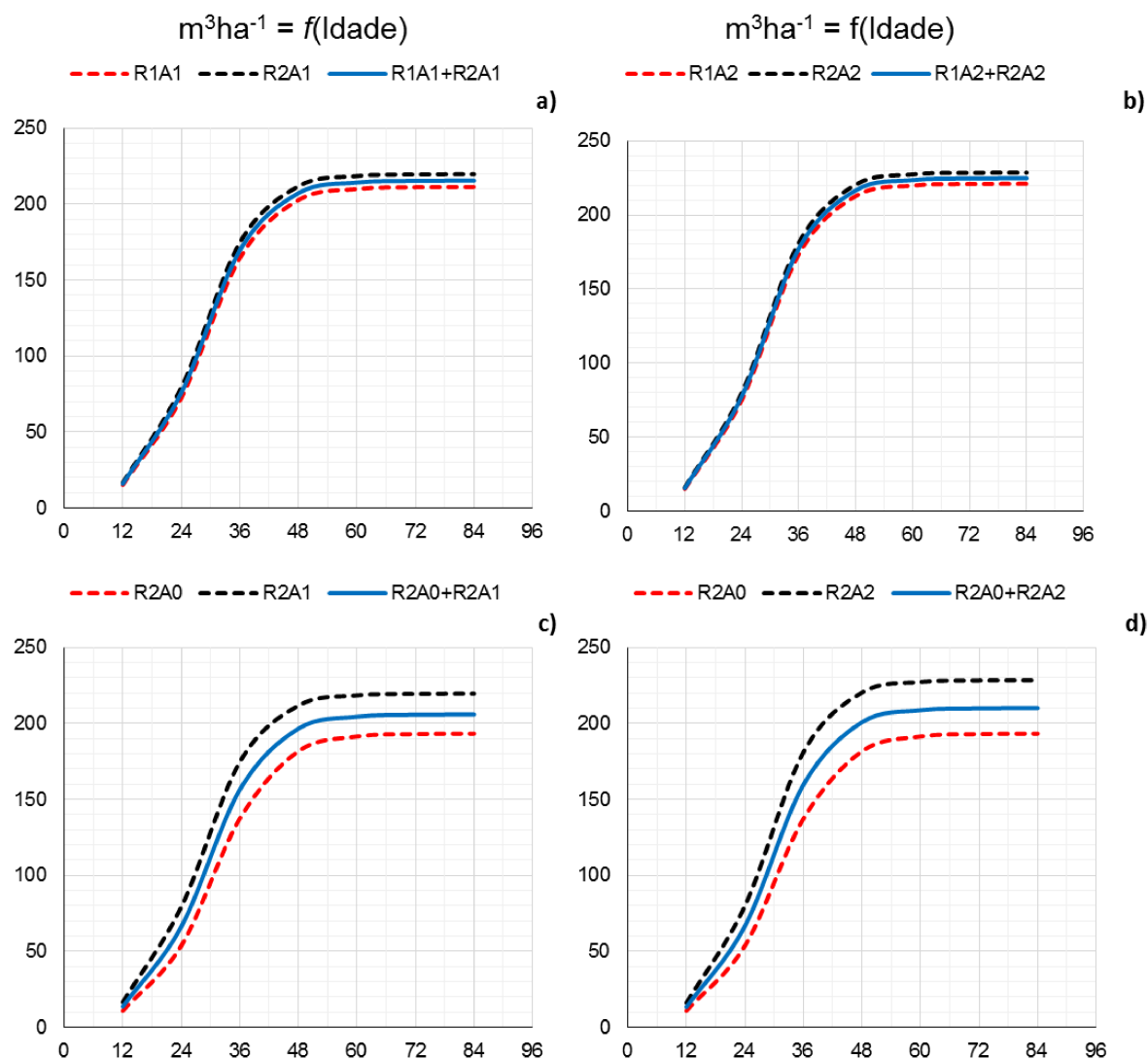


Figura 16 – Curva de produção de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações quando da aplicação dos tratamentos combinados R1A1+R2A1 (a), R1A2+R2A2 (b), R2A0+R2A1 (c) e R2A0+R2A2 (d). R1A1: sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização; R1A2: sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização; R2A0: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira e baixa fertilização; R2A1: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira e média fertilização; R2A2: com resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira e alta fertilização.



### 3.2 Área Harvester+Forwarder (HF)

#### 3.2.1 Massa da matéria seca dos componentes das árvores, conteúdo de nutrientes, coeficiente de utilização biológica (CUB) e eficiência de uso dos nutrientes (EU)

Após 13 meses de instalação do experimento, verificou-se que a massa de matéria seca das folhas, galhos, casca, lenho e parte aérea foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações, apresentando os maiores valores nas plantas que receberam a média (A1) e alta fertilização (A2) (Tabela 15).

Já a massa da matéria seca da serapilheira foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo resíduos da colheita, sendo os maiores valores verificados na área em que as plantas receberam o tratamento com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 15).

Em relação aos conteúdos de nutrientes nas árvores, o conteúdo de K e Cu foi afetado ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos de colheita e as fertilizações (Figuras 17 e 19). Para o K, os maiores valores de conteúdo foram observados nas plantas que receberam os tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2), média fertilização (A1) e alta fertilização (A2) (Figura 17).

Já para o Cu, os maiores valores de conteúdo foram verificados nas plantas submetidas aos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira (R0), média fertilização (A1) e alta fertilização (A2) (Figura 19).

O conteúdo de Fe foi afetado pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita ( $p < 0,1$ ), sendo os maiores valores observados nas plantas que receberam o tratamento sem resíduo da colheita e com serapilheira (R0) (Figura 20).

Já o conteúdo de N, P, Ca, Mg, S, Zn, B e Mn foi afetado ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações. Para esses nutrientes, os maiores valores foram observados nas plantas submetidas aos tratamentos com média (A1) e alta fertilização (A2) (Figuras 17, 18, 19 e 20).

Os conteúdos de nutrientes na serapilheira foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita. Para N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, B e Mn, os maiores conteúdos estavam relacionados ao tratamento com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 16). Já para Cu e Fe, os maiores conteúdos estavam relacionados ao tratamento sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e com resíduo da colheita e com serapilheira (R2).

Em relação aos resultados obtidos após 36 meses de instalação do experimento, foi observado que a massa de matéria seca das folhas e galhos foi afetada pela interação dos resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 17).

Para as folhas, os maiores valores estavam relacionados as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2) e com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0).

Para os galhos, os maiores valores estavam associados as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0) e com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0).

A massa de matéria seca de casca e parte aérea foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações (Tabela 17), sendo observado os maiores valores nas plantas que receberam a média fertilização (A1) e alta fertilização (A2) que não diferiram entre si (Tabela 17).

Já a massa da matéria de seca do lenho foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 17). Os maiores valores de massa de matéria seca do lenho foram verificados para as plantas submetidas aos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0), com resíduo da colheita e com serapilheira (R2), média fertilização (A1) e alta fertilização (A2) (Tabela 17).

Já a massa da matéria seca da serapilheira não foi afetada ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 17).

Em relação aos conteúdos de nutrientes nas árvores, o conteúdo de N, P e S foi afetado ( $p < 0,1$ ) pelas interações dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Figura 21).

Para N, os maiores conteúdos estavam relacionados as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1),

sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2) e com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1).

Já para o P, os maiores valores estavam associados as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1).

Enquanto para o S, os maiores valores estavam relacionados as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2).

Já para Ca e Mg não houve efeito dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e fertilizações sobre os conteúdos (Figura 22).

Para K, Cu e Mn foi verificado efeito significativo ( $p < 0,1$ ) dos tratamentos envolvendo resíduos da colheita e as fertilizações (Figuras 23 e 24). Para K e Mn, os maiores conteúdos estavam associados às plantas que receberam os tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) e alta fertilização (A2) (Figuras 23 e 24). Já para Cu, os maiores conteúdos estavam associados as plantas submetidas aos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira (R0) e alta fertilização (A2) (Figura 23).

Enquanto B, Zn e Fe foram afetados ( $p > 0,1$ ) pelas fertilizações. Para B e Fe os maiores conteúdos foram verificados nas plantas que receberam os tratamentos média fertilização (A1) e alta fertilização (A2) (Figuras 23 e 24). Já para o Zn, os maiores valores foram observados nas plantas que receberam a alta fertilização (A2).

Em relação aos conteúdos de nutrientes na serapilheira, N, K, Mg, S, Cu, Zn, B e Fe não foram afetados ( $p > 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 18). Por outro lado, o Ca e o Mn foram afetados ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita (Tabela 18) sendo os maiores conteúdos verificados nas plantas que receberam o tratamento sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1).

Já o conteúdo de P foi afetado pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos de colheita e as fertilizações ( $p < 0,1$ ). Os maiores conteúdos de P foram

observados em plantas submetidas as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0) (Tabela 18).

Em relação ao coeficiente de utilização biológica (CUB) não houve efeito ( $p > 0,1$ ) dos tratamentos sobre o CUB de Mg, S, Zn e Fe (Tabelas 19 e 20).

Já o CUB de K e B foi afetado ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações. Para o K, os maiores valores foram verificados nas plantas que receberam a baixa fertilização (A0) e a média fertilização (A1). Já para o CUB de B maiores valores foram observados em plantas submetidas a média fertilização (A1) (Tabela 20).

O CUB de Cu e Mn foi afetado ( $p < 0,1$ ) pelos resíduos da colheita (Tabela 20). O CUB de Cu apresentou os maiores valores nas plantas que receberam o tratamento sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1). Enquanto para o CUB de Mn, os maiores valores foram verificados em plantas submetidas ao tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) (Tabela 20).

Já o CUB de N, P e Ca foi afetado ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 19). Os maiores valores de CUB de N foram verificados para as plantas que receberam as combinações sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2) e com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0).

Para o P, os maiores valores de CUB foram observados em plantas que receberam as combinações sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2) e com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2).

Já os maiores valores de CUB de Ca foram observados para as plantas submetidas as combinações sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) e com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0).

Em relação ao índice de eficiência de utilização de nutrientes (EU), a EU de N, K, Mg, S, Cu, Zn e B foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações (Tabelas 21 e 22). Para N, Mg, S, Cu e Zn, os maiores valores foram verificados em plantas que receberam os tratamentos com média fertilização (A1) e alta fertilização (A2). Já para a EU de K e B, os maiores valores foram verificados para as plantas submetidas aos tratamentos com média fertilização (A1).

Já a EU de P e Mn foi afetada ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabelas 21 e 22). Quanto a EU de P, os maiores valores foram verificados para as plantas que receberam os tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) e média fertilização (A1) (Tabela 21).

Já para a EU de Mn, os maiores valores foram observados para as plantas submetidas aos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0), média fertilização (A1) e alta fertilização (A2) (Tabela 22).

A EU de Ca foi afetada ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações. Os maiores valores de EU de Ca foram observados para as plantas submetidas as combinações sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0) e com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0).

Já para a EU de Fe não houve efeito ( $p > 0,1$ ) dos tratamentos envolvendo resíduos da colheita e fertilizações (Tabela 22).

Tabela 15–Massa média de matéria seca ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) de folhas, galhos, casca, lenho, parte aérea e serapilheira em povoamentos de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 13 meses de idade.

	Folha				Galho			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	2,7880 (33,89%)	3,6050 (27,64%)	3,4865 (26,36%)	3,2932 A (29,30%)	R0 2,3617 (28,58%)	3,7076 (27,95%)	3,7631 (28,31%)	3,2775 A (28,28%)
R1	2,2154 (28,87%)	3,4994 (27,31%)	3,2541 (26,79%)	2,9896 A (27,66%)	R1 2,1586 (29,14%)	3,8504 (29,25%)	3,1919 (26,34%)	3,0670 A (28,24%)
R2	2,3428 (33,19%)	3,3024 (26,59%)	3,3407 (27,11%)	2,9953 A (28,96%)	R2 1,9960 (27,55%)	3,0757 (24,77%)	3,3150 (27,08%)	2,7956 A (26,47%)
Total	2,4487 b	3,4689 a	3,3604 a		Total 2,1721 b	3,5446 a	3,4234 a	
	Casca				Lenho			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	0,7570 (9,22%)	1,2821 (9,98%)	1,2723 (9,65%)	1,1038 A (9,62%)	R0 2,3231 (28,31%)	4,4394 (34,43%)	4,7427 (35,68%)	3,8350 A (32,81%)
R1	0,7482 (10,14%)	1,3236 (10,27%)	1,2234 (10,07%)	1,0984 A (10,16%)	R1 2,3278 (31,85%)	4,2438 (33,17%)	4,4894 (36,81%)	3,6870 A (33,94%)
R2	0,6955 (9,79%)	1,3807 (11,07%)	1,2471 (10,22%)	1,1078 A (10,36%)	R2 2,1125 (29,47%)	4,6579 (37,57%)	4,3623 (35,58%)	3,7109 A (34,21%)
Total	0,7336 b	1,3288 a	1,2476 a		Total 2,2545 b	4,4470 a	4,5314 a	
	Parte aérea				Serapilheira			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	8,2298	12,8157	13,2646	11,4367 A	R0 7,6045	6,9693	7,0925	7,2221 C
R1	7,4500	11,9625	12,1588	10,5238 A	R1 25,9236	26,2464	27,0249	26,3983 B
R2	7,1468	12,4166	12,2652	10,6095 A	R2 38,2235	43,7263	36,5513	39,5004 A
Total	7,6089 b	12,3983 a	12,5629 a		Total 23,9172 a	25,6473 a	23,5563 a	

R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Valores entre parênteses representam a porcentagem do componente da árvore (folha, galho, casca e lenho) em relação ao somatório total dos componentes da árvore. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Figura 17–Conteúdo médio de N (a) Efeito dos resíduos da colheita; b) Efeito das fertilizações, P (c) Efeito dos resíduos da colheita; d) Efeito das fertilizações e K (e) Efeito dos resíduos da colheita; f) Efeito das fertilizações nos componentes das árvores de eucalipto (folha, galho, casca e lenho) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) sob diferentes manejos de resíduos da colheita e fertilizações após 13 meses de instalação do experimento. R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

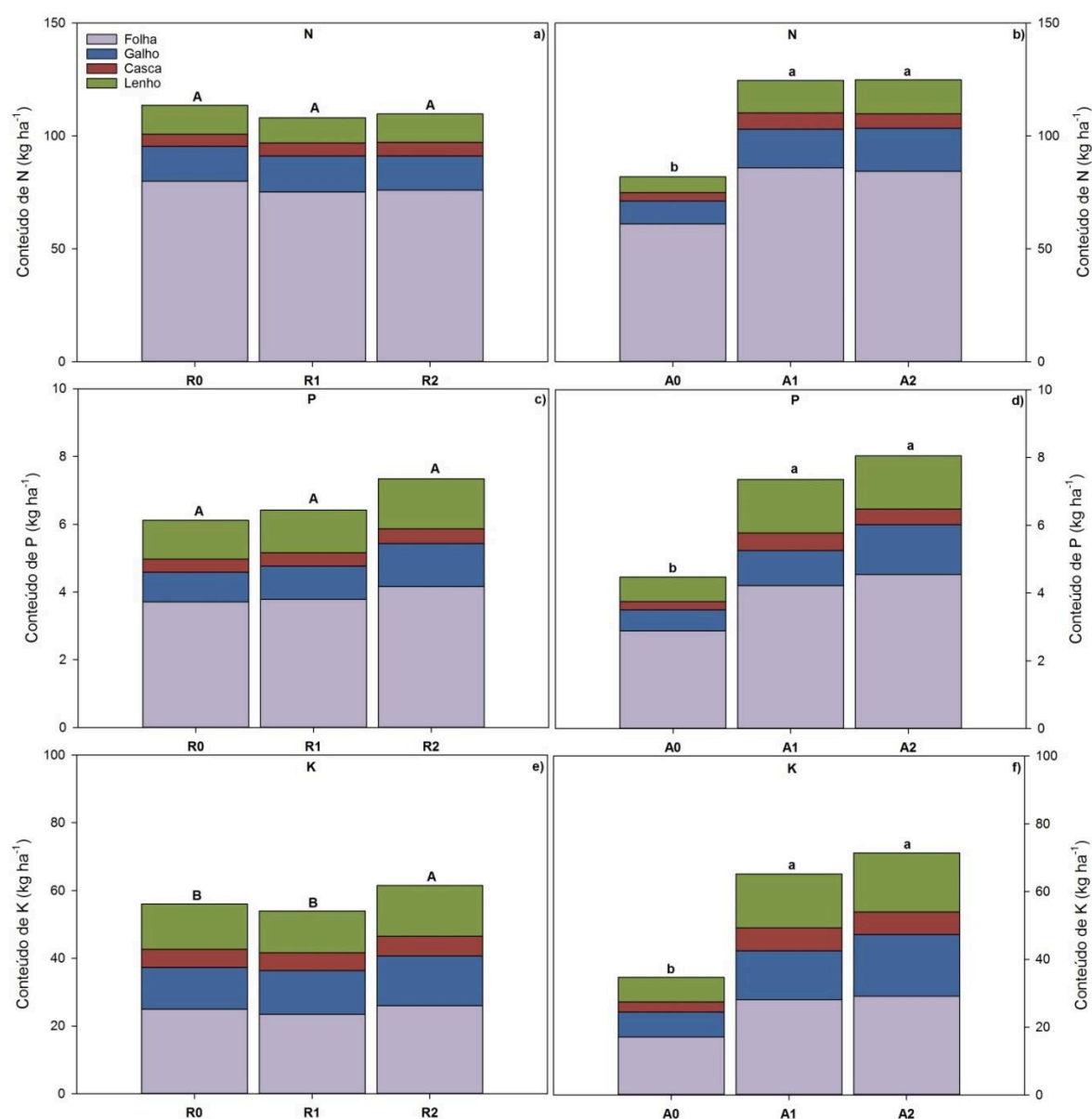


Figura 18—Conteúdo médio de Ca (a) Efeito dos resíduos da colheita; b) Efeito das fertilizações, Mg (c) Efeito dos resíduos da colheita; d) Efeito das fertilizações e S (e) Efeito dos resíduos da colheita; f) Efeito das fertilizações nos componentes das árvores de eucalipto (folha, galho, casca e lenho) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) sob diferentes manejos de resíduos da colheita e fertilizações após 13 meses de instalação do experimento. R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

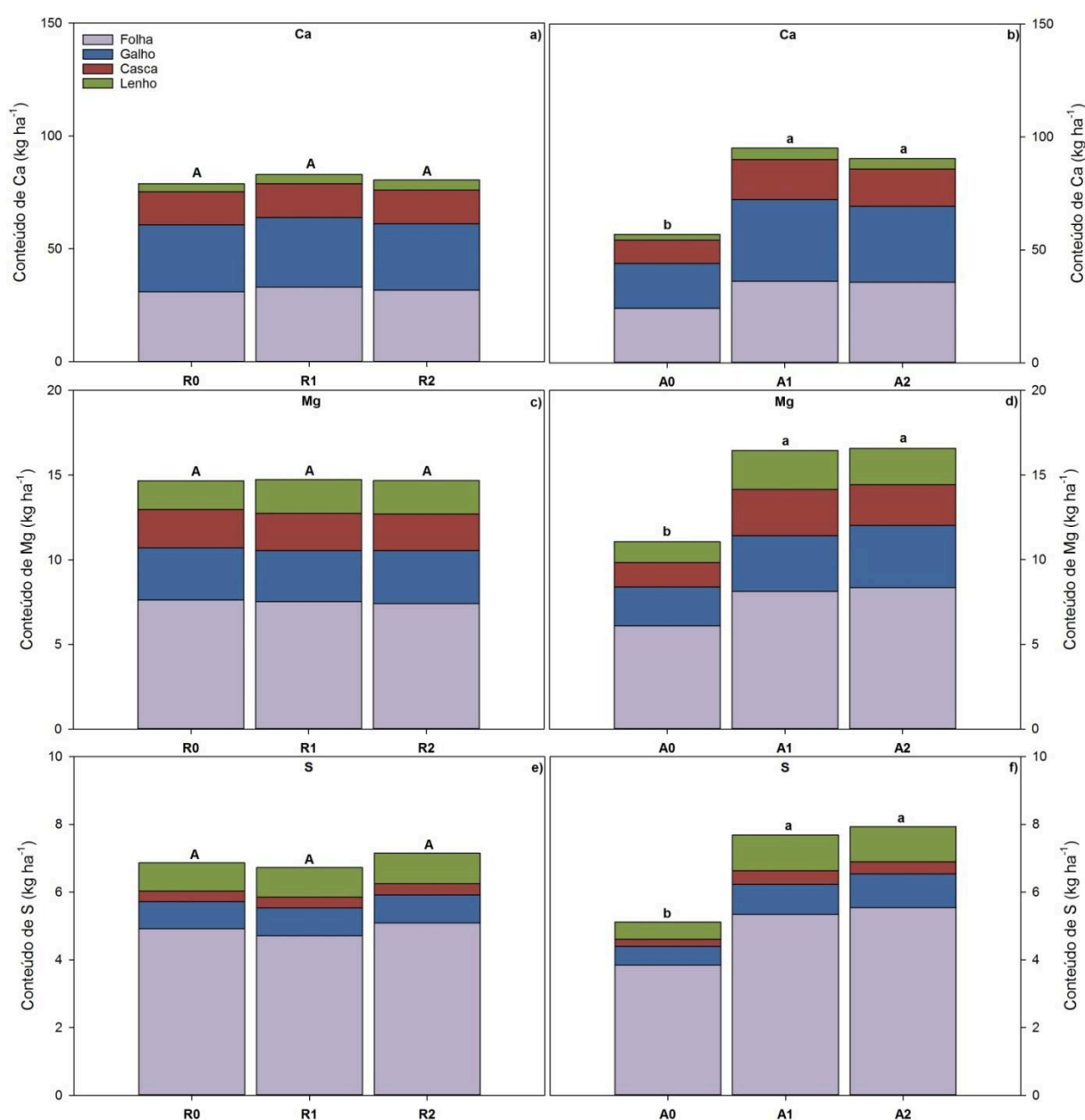


Figura 19–Conteúdo médio de Cu (a) Efeito dos resíduos da colheita; b) Efeito das fertilizações, B (c) Efeito dos resíduos da colheita; d) Efeito das fertilizações) e Zn (e) Efeito dos resíduos da colheita; f) Efeito das fertilizações nos componentes das árvores de eucalipto (folha, galho, casca e lenho) (kg ha<sup>-1</sup>) sob diferentes manejos de resíduos da colheita e fertilizações após 13 meses de instalação do experimento. R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

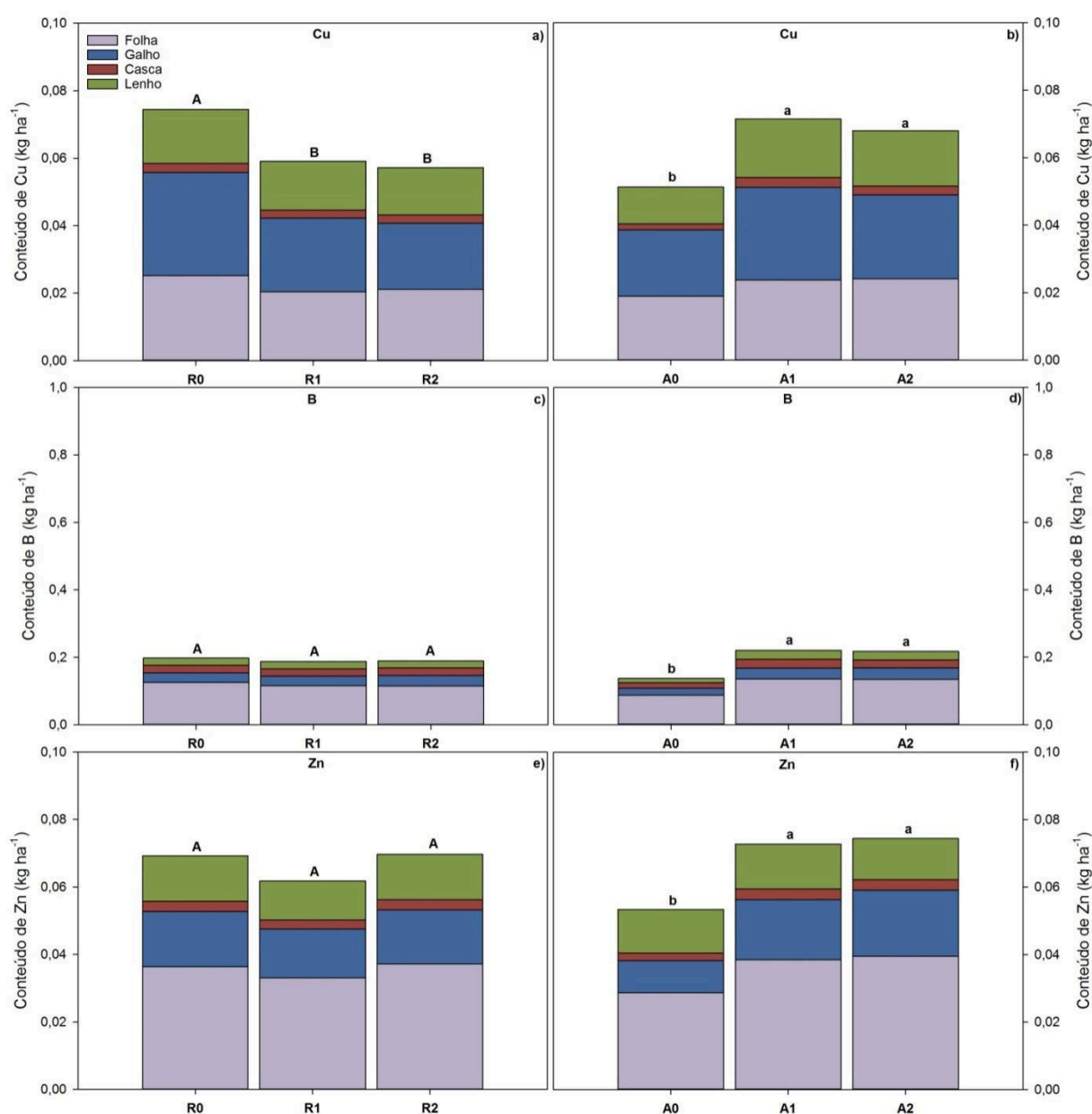


Figura 20—Conteúdo médio de Fe (a) Efeito dos resíduos da colheita; b) Efeito das fertilizações, Mn (c) Efeito dos resíduos da colheita; d) Efeito das fertilizações nos componentes das árvores de eucalipto (folha, galho, casca e lenho) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) sob diferentes manejos de resíduos da colheita e fertilizações após 13 meses de instalação do experimento. R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

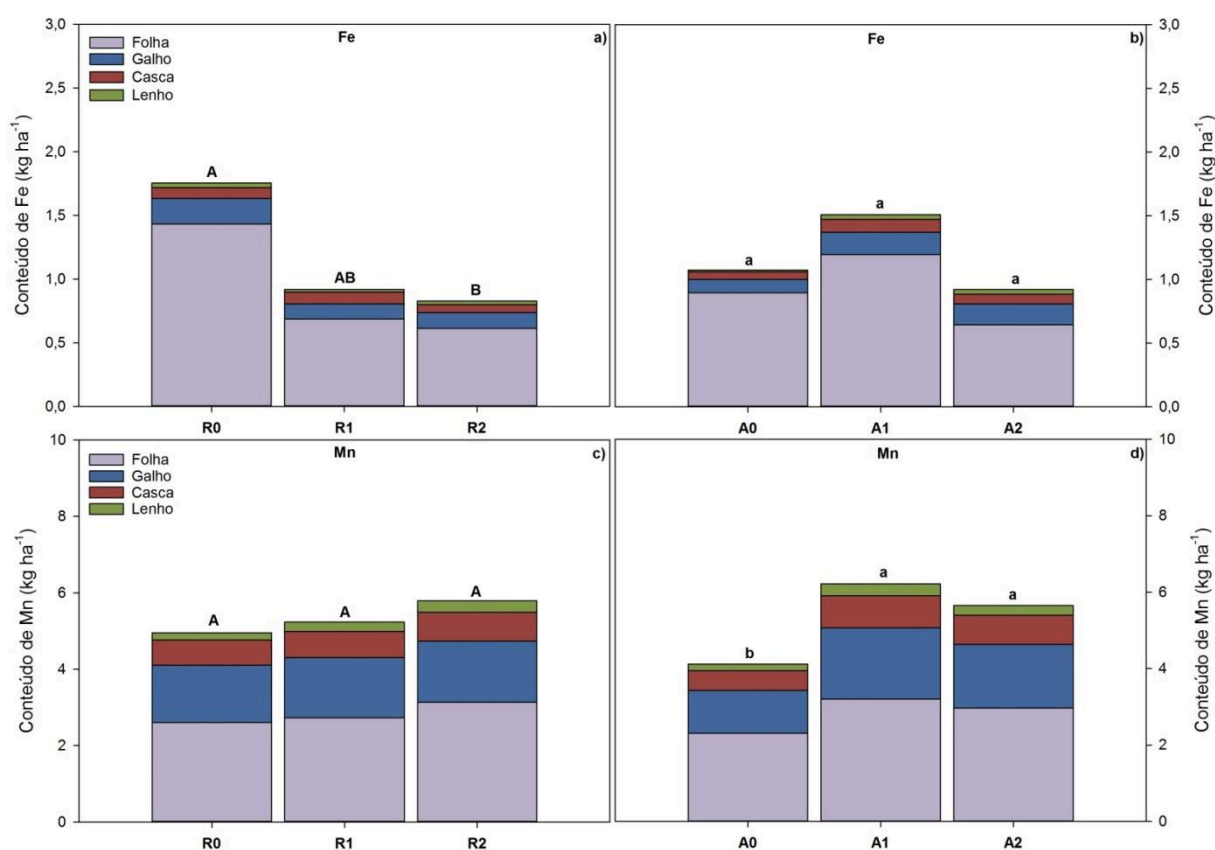


Tabela 16—Conteúdo médio de nutrientes (kg ha<sup>-1</sup>) na serapilheira em povoamentos de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 13 meses de idade.

Serapilheira														
N				P				K						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	41,0765	39,2039	42,7282	41,0029 C	R0	1,6894	1,6117	1,7646	1,6885 C	R0	3,9066	6,7557	7,2965	5,9863 C
R1	137,5652	163,6596	157,7362	152,9870 B	R1	7,0972	7,3830	7,7470	7,4091 B	R1	17,5808	18,1511	22,6919	19,4746 B
R2	209,0186	249,0980	223,5606	227,2258 A	R2	10,7676	13,0375	11,2256	11,6769 A	R2	28,9100	32,1749	33,5959	31,5603 A
Total	129,2201 a	150,6538 a	141,3417 a		Total	6,5181 a	7,3441 a	6,9124 a		Total	16,7991 a	19,0273 a	21,1948 a	
Ca				Mg				S						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	55,2600	72,4143	82,2499	69,9747 C	R0	5,2195	5,9348	6,9567	6,0370 C	R0	2,1996	2,4617	2,7432	2,4682 C
R1	482,2438	483,3574	447,5153	471,0389 B	R1	21,3765	26,9029	20,1119	22,7971 B	R1	8,6241	9,9768	9,7177	9,4395 B
R2	760,4249	692,1153	771,4949	741,3450 A	R2	39,3888	38,5579	49,2002	42,3823 A	R2	12,7760	14,4832	13,4326	13,5640 A
Total	432,6429 a	415,9623 a	433,7534 a		Total	21,9950 a	23,7985 a	25,4230 a		Total	7,8666 a	8,9739 a	8,6312 a	
Cu				Zn				B						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,0817	0,0822	0,0848	0,0829 B	R0	0,0632	0,0496	0,0616	0,0581 C	R0	0,0526	0,0657	0,0714	0,0632 B
R1	0,1924	0,2571	0,2643	0,2379 A	R1	0,1530	0,1977	0,2193	0,1900 B	R1	0,1713	0,1765	0,1773	0,1750 AB
R2	0,2553	0,3073	0,2278	0,2635 A	R2	0,2341	0,2693	0,2547	0,2527 A	R2	0,2806	0,2842	0,3169	0,2939 A
Total	0,1765 a	0,2155 a	0,1923 a		Total	0,1501 a	0,1722 a	0,1785 a		Total	0,1682 a	0,1754 a	0,1885 a	
Fe				Mn										
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	29,7008	30,2861	32,4382	30,8084 B	R0	1,2464	1,7045	2,5182	1,8230 C					
R1	51,6576	61,7008	87,8003	67,0529 A	R1	6,6849	7,8824	6,3680	6,9785 B					
R2	66,4831	84,0579	64,0761	71,5390 A	R2	11,7751	11,3211	11,9541	11,6834 A					
Total	49,2805 a	58,6816 a	61,4382 a		Total	6,5688 a	6,9693 a	6,9467 a						

Trat: Tratamento; sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Tabela 17–Massa média de matéria seca ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) de folhas, galhos, casca, lenho, parte aérea e serapilheira em povoamentos de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 36 meses de idade.

	Folha				Galho			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	2,0398 Ba (3,31%)	1,8362 Ba (2,39%)	3,2501 Aa (3,83%)	2,3754 (3,18%)	R0 8,8568 Aa (14,20%)	8,35078 Ba (13,02%)	9,7093 Aa (11,59%)	9,6791 (12,93%)
R1	2,2699 ABa (3,82%)	3,1175 Aa (3,82%)	2,0041 Ba (2,66%)	2,4639 (3,43%)	R1 9,3140 Ab (15,47%)	12,7879 Aa (15,65%)	10,016 Ab (13,11%)	10,7061 (14,74%)
R2	2,0972 Aa (3,29%)	2,8071 Aa (3,52%)	2,6727 Aa (3,09%)	2,5257 (3,30%)	R2 8,6793 Aa (13,78%)	11,3770 Aa (14,14%)	10,866 Aa (12,73%)	10,3076 (13,55%)
Total	2,1356	2,5870	2,6423	2,4550	Total 8,9501	11,5454	10,1974	10,2309
	Casca				Lenho			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	7,2092 (11,69%)	8,6816 (11,05%)	9,0129 (10,69%)	8,3012 A (11,14%)	R0 43,8533 (70,80%)	57,7021 (73,55%)	62,4991 (73,88%)	54,6848 A (72,75%)
R1	7,1109 (11,82%)	9,3203 (11,42%)	8,4843 (11,08%)	8,3051 A (11,44%)	R1 41,5508 (68,90%)	56,3720 (69,11%)	55,9815 (73,15%)	51,3014 B (70,39%)
R2	6,9604 (11,15%)	9,0109 (11,23%)	9,2840 (10,87%)	8,4184 A (11,08%)	R2 44,8096 (71,78%)	57,1961 (71,12%)	62,2545 (73,31%)	54,7534 A (72,07%)
Total	7,0935 b	9,0042 a	8,9270 a	8,3416	Total 43,4046 b	57,0901 a	60,2450 a	53,5799
	Parte aérea				Serapilheira			
	A0	A1	A2	Total	A0	A1	A2	Total
R0	61,9590	78,6911	84,4714	75,0405 A	R0 10,9063	10,7708	11,7049	11,1273 A
R1	60,2457	81,5978	76,4863	72,7766 A	R1 14,9097	14,3993	12,6285	13,9792 A
R2	62,5466	80,3911	85,0776	76,0051 A	R2 13,0000	11,1944	12,2917	12,1620 A
Total	61,5838 b	80,2267 a	82,0118 a	74,6074	Total 12,9387 a	12,1215 a	12,2083 a	12,4228

R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Valores entre parênteses representam a porcentagem do componente da árvore (folha, galho, casca e lenho) em relação ao somatório total dos componentes da árvore. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Figura 21–Conteúdo médio de N (a) Interação entre os resíduos da colheita e as fertilizações, P (b) Interação entre os resíduos da colheita e as fertilizações e S (c) Interação entre os resíduos da colheita e as fertilizações nos componentes das árvores de eucalipto (folha, galho, casca e lenho) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) sob diferentes manejos de resíduos da colheita e fertilizações após 36 meses de instalação do experimento. R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

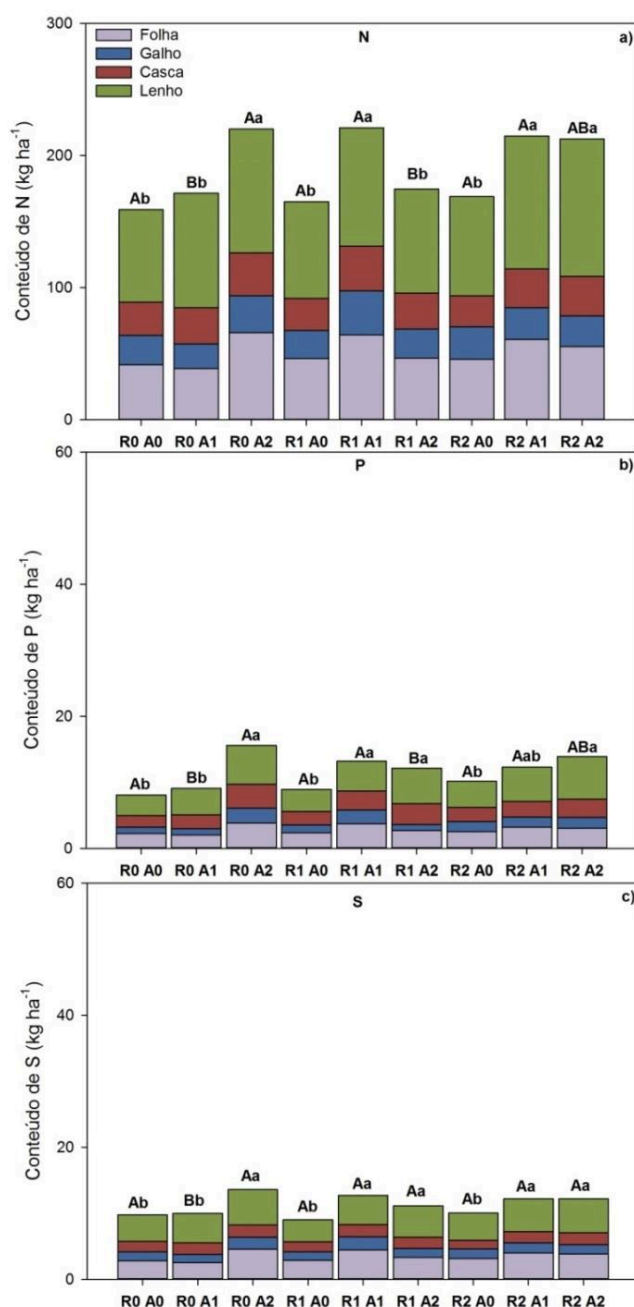


Figura 22—Conteúdo médio de Ca (a) Efeito dos resíduos da colheita; b) Efeito das fertilizações e Mg (c) Efeito dos resíduos da colheita; d) Efeito das fertilizações nos componentes das árvores de eucalipto (folha, galho, casca e lenho) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) sob diferentes manejos de resíduos da colheita e fertilizações após 36 meses de instalação do experimento. R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização.ns: não significativo pelo teste LSD a 10% de significância.

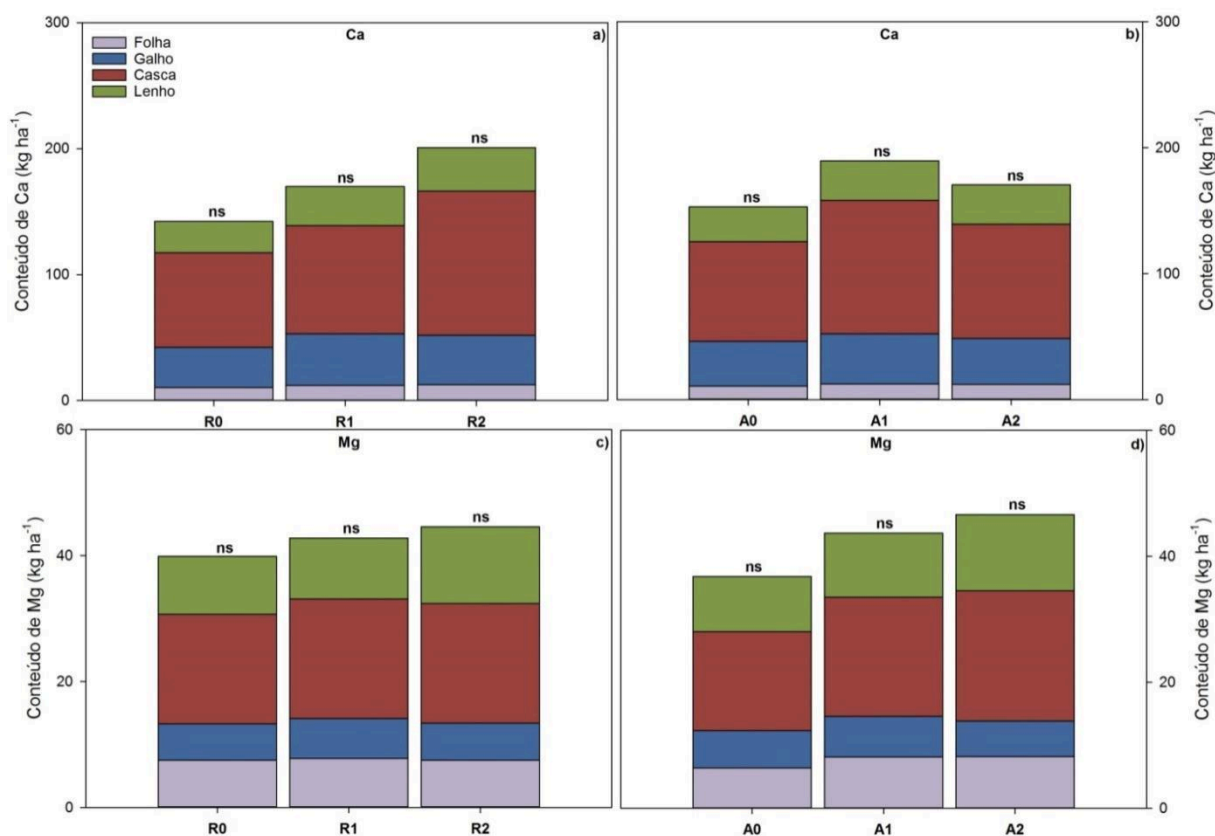


Figura 23—Conteúdo médio de K (a) Efeito dos resíduos da colheita; b) Efeito das fertilizações, B (c) Efeito dos resíduos da colheita; d) Efeito das fertilizações e Cu (e) Efeito dos resíduos da colheita; f) Efeito das fertilizações nos componentes das árvores de eucalipto (folha, galho, casca e lenho) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) sob diferentes manejos de resíduos da colheita e fertilizações após 36 meses de instalação do experimento. R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

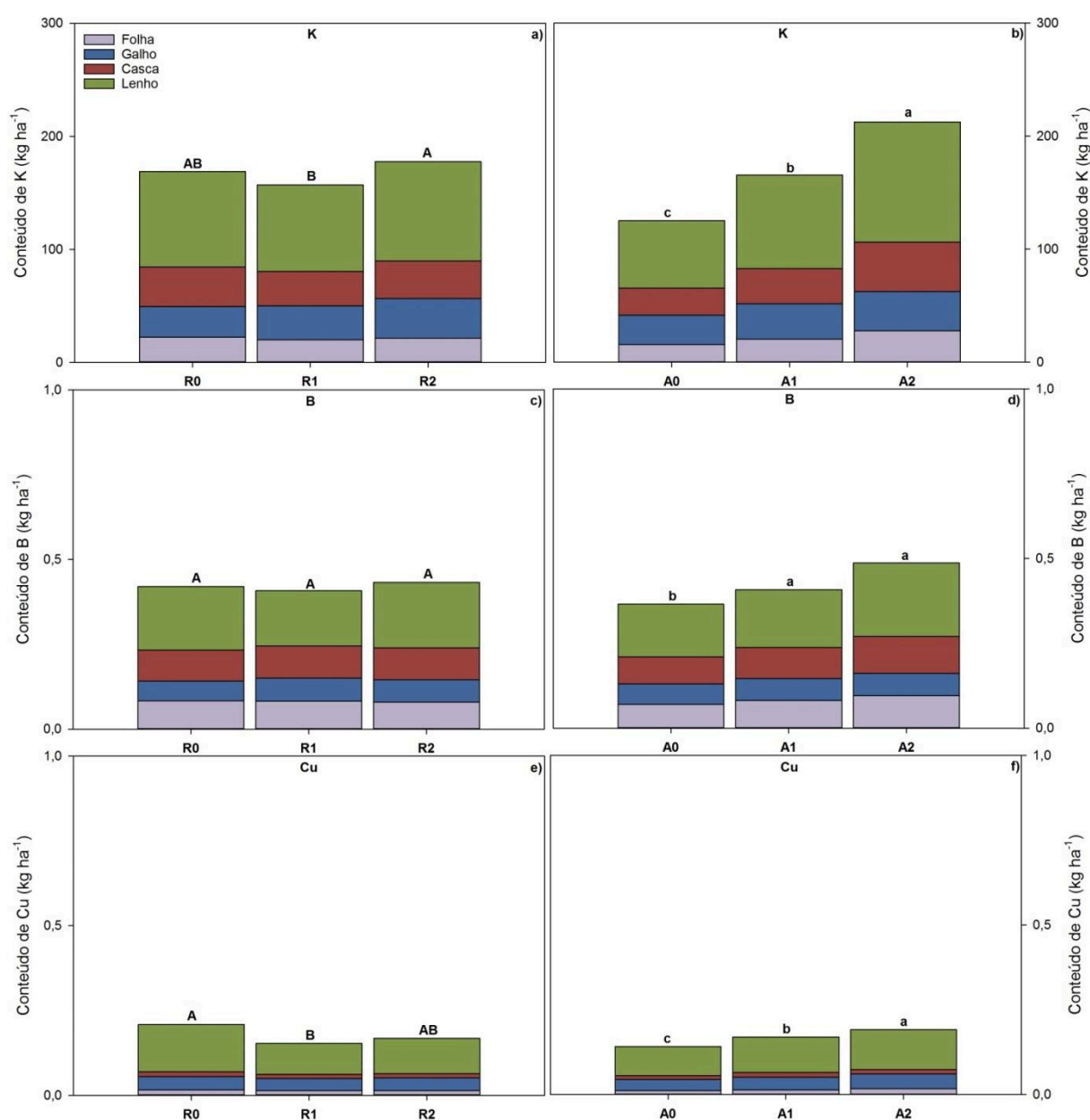


Figura 24—Conteúdo médio de Zn (a) Efeito dos resíduos da colheita; b) Efeito das fertilizações, Mn (c) Efeito dos resíduos da colheita; d) Efeito das fertilizações e Fe (e) Efeito dos resíduos da colheita; f) Efeito das fertilizações nos componentes das árvores de eucalipto (folha, galho, casca e lenho) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) sob diferentes manejos de resíduos da colheita e fertilizações após 36 meses de instalação do experimento. R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

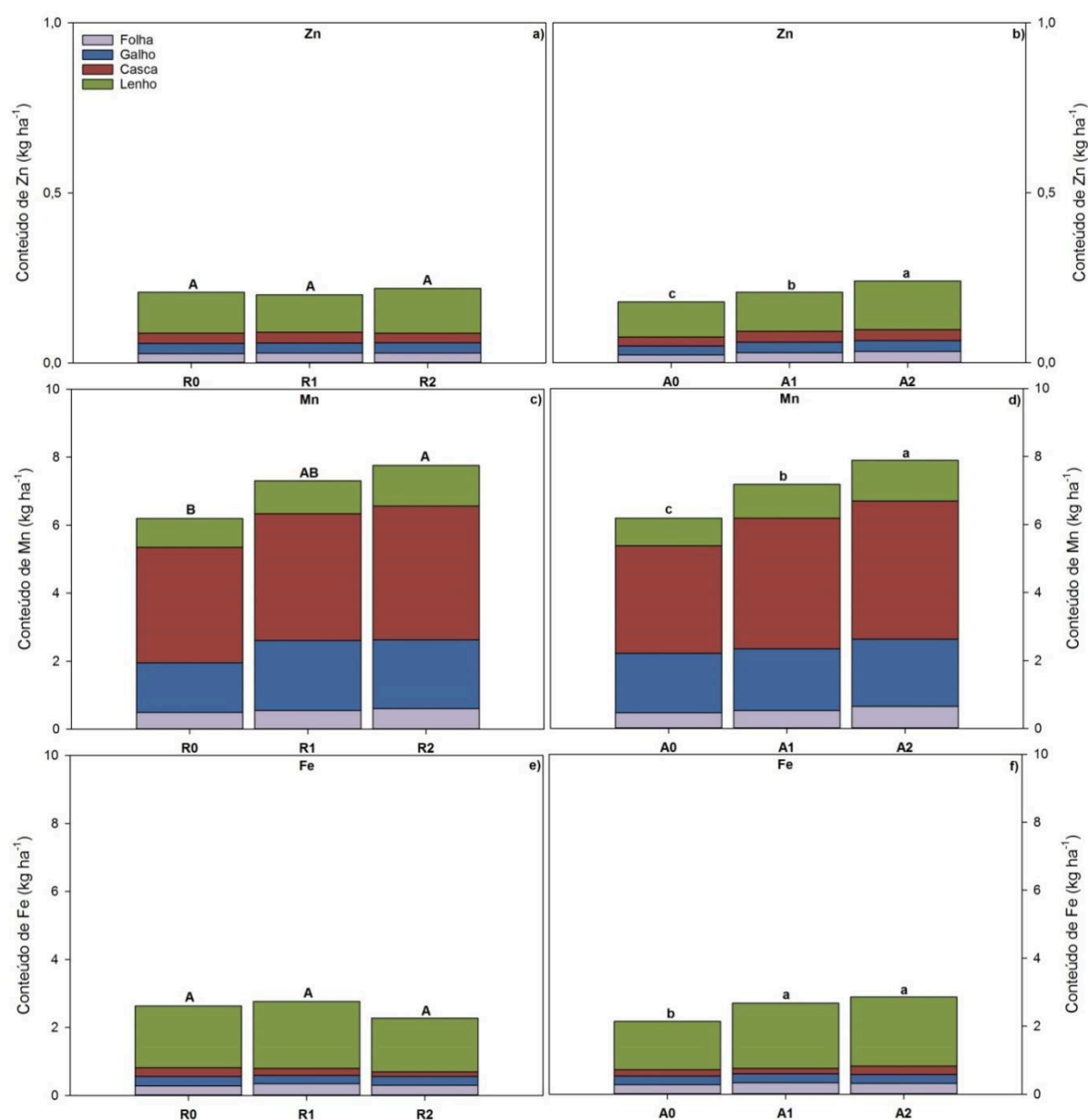


Tabela 18—Conteúdo médio de nutrientes (kg ha<sup>-1</sup>) na serapilheira em povoamentos de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 36 meses de idade.

Serapilheira														
N					P					K				
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	67,4749	77,7252	79,1885	74,7962 A	R0	3,3733 Aa	3,7464 Aa	4,0807 Aa	3,7334	R0	9,6408	13,8576	12,9978	12,1654 A
R1	105,6380	105,3831	94,9915	102,0042 A	R1	4,8075 Aa	5,0194 Aa	4,19222 Aa	4,6730	R1	17,6568	17,2836	17,5439	17,4948 A
R2	99,1203	82,1891	85,6358	88,9817 A	R2	4,6846 Aa	3,7353 Ab	4,0388 Aab	4,1529	R2	20,3912	14,0556	19,1134	17,8534 A
Total	90,7444 a	88,4325 a	86,6053 a		Total	4,2885	4,1670	4,1039		Total	15,8963 a	15,0656 a	16,5517 a	
Ca					Mg					S				
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	61,5717	58,6932	55,5773	58,6140 B	R0	13,5306	18,0993	17,6991	16,4430 A	R0	5,1353	6,4344	6,5670	6,0456 A
R1	145,9318	142,3808	77,8216	122,0447 A	R1	22,3636	22,2763	20,1624	21,6008 A	R1	7,9177	7,8789	7,1860	7,6609 A
R2	132,6169	91,0465	103,7860	109,1498 AB	R2	23,0289	17,6769	18,9724	19,8927 A	R2	7,7366	6,3259	6,3690	6,8105 A
Total	113,3735 a	97,3735 a	79,0616 a		Total	19,6410 a	19,3508 a	18,9446 a		Total	6,9299 a	6,8797 a	6,7073 a	
Cu					Zn					B				
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,2775	0,1804	0,2390	0,2323 A	R0	0,2146	0,1570	0,2434	0,2050 A	R0	0,1800	0,2306	0,2021	0,2042 A
R1	0,1671	0,1468	0,1261	0,1467 A	R1	0,2006	0,1798	0,1785	0,1863 A	R1	0,2152	0,2379	0,2262	0,2264 A
R2	0,0838	0,1023	0,1217	0,1026 A	R2	0,1243	0,1407	0,2001	0,1550 A	R2	0,2482	0,1893	0,1923	0,2099 A
Total	0,1761 a	0,1432 a	0,1623 a		Total	0,1798 a	0,1592 a	0,2073 a		Total	0,2145 a	0,2193 a	0,2069 a	
Fe					Mn									
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	227,6147	125,2635	200,4960	184,4581 A	R0	3,1430	3,7401	3,7198	3,5343 B					
R1	132,0637	125,5225	94,8866	117,4909 A	R1	6,3010	5,6115	4,9109	5,6078 A					
R2	30,9767	83,6143	99,0067	71,1993 A	R2	5,8161	4,9702	4,3882	5,0582 AB					
Total	130,2184 a	111,4668 a	131,4631 a		Total	5,0867 a	4,7740 a	4,3396 a						

Trat: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Tabela 19–Coeficiente de utilização biológica (CUB) ( $\text{Mg Mg}^{-1}$ ) de macronutrientes (N, P, K Ca, Mg e S) na parte aérea em povoamentos de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 36 meses de idade.

N				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	393,5980 Ab	448,8711 Aa	384,7713 Ab	409,0801
R1	366,4387 Ab	373,0685 Bb	438,0692 Aa	392,5255
R2	376,0911 Aa	380,3943 Ba	403,4949 Aa	386,6601
Total	378,7093	400,7780	408,7785	
P				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	7932,9956 Aa	8587,2035 Aa	5778,98913 Ab	7433,0627
R1	6886,4098 Aa	6291,0759 Ba	6532,7253 Aa	6570,0703
R2	6525,2010 Aa	6583,7318 Ba	6164,8096 Aa	6424,5808
Total	7114,8688	7154,0037	6158,8413	6809,2380
K				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	540,4318	485,2016	374,8867	466,8400 A
R1	500,1364	503,8621	415,7678	473,2554 A
R2	478,1300	484,4335	384,1961	448,9199 A
Total	506,2327 a	491,1658 a	391,6169 b	
Ca				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	411,6918 Ab	564,3862 Ab	747,1288 Aa	574,4023
R1	493,9306 Aa	437,0501 Aa	464,7404 Aa	465,2404
R2	381,5520 Aa	393,5253 Aa	409,0498 Aa	394,7090
Total	429,0582	464,9872	540,3063	
Mg				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	1772,5533	2214,0733	1965,2687	1983,9651 A
R1	1725,3288	1606,0978	1966,7904	1766,0723 A
R2	1719,5090	1904,0925	1700,3970	1774,6662 A
Total	1739,1304 a	1908,0879 a	1877,4854 a	
S				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	6423,3068	7749,1080	6245,0906	6805,8351 A
R1	6742,2936	6443,0933	6907,1899	6697,5256 A
R2	6371,1691	6735,6018	7040,1404	6715,6371 A
Total	6512,2565 a	6975,9344 a	6730,8070 a	

Trat: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Tabela 20–Coeficiente de utilização biológica (CUB) ( $\text{Mg Mg}^{-1}$ ) de micronutrientes (Cu, Zn, B, Fe e Mn) na parte aérea em povoamentos de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 36 meses de idade.

Cu				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	414098,1907	451598,4170	384105,3355	416600,6477 B
R1	449879,1863	522177,2415	464434,7626	478830,3968 A
R2	451999,8510	456231,3830	462308,1677	456846,4672 AB
Total	438659,0760 a	476669,0138 a	436949,4219 a	
Zn				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	329384,7330	402543,4895	351160,9881	361029,7369 A
R1	346063,7104	393560,8619	353948,2282	364524,2669 A
R2	372214,0003	360058,3514	344383,1080	358885,1532 A
Total	349220,8146 a	385387,5676 a	349830,7748 a	
B				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	168158,0414	200026,8343	167385,8856	178523,5871 A
R1	177326,5683	186004,9065	174790,6200	179374,0316 A
R2	166400,7413	202263,7957	168322,9558	178995,8309 A
Total	170628,4504 b	196098,5122 a	170166,4871 b	
Fe				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	33924,1349	37986,9715	32604,5031	34838,5365 A
R1	32590,3735	34759,9353	29873,4961	32407,9350 A
R2	37798,5964	37921,6809	33584,9563	36435,0779 A
Total	34771,0350 a	36889,5292 a	32020,9852 a	
Mn				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	13272,7342	12605,0673	12456,2294	12778,0103 A
R1	8424,7736	13811,3428	9298,5161	10511,5442 B
R2	8353,5206	9330,0616	11390,9279	9691,5033 B
Total	10017,0095 a	11915,4906 a	11048,5578 a	

Trat: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Tabela 21—Índice de eficiência de utilização de nutrientes (EU) ( $\text{kg}^2 \text{kg}^{-1}$ ) de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) na parte aérea em povoamentos de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 36 meses de idade.

N				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	24339,3572	34489,7635	32478,4826	30435,8678 A
R1	22131,8655	30345,3995	33576,1839	28684,4830 A
R2	23432,4451	30701,5105	34241,8765	29458,6107 A
Total	23301,2226 b	31845,5578 a	33432,1810 a	
P				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	486521,3125	659341,9604	483107,1272	542990,1334 A
R1	413497,2450	514053,5835	496804,9830	474785,2705 B
R2	405882,1368	529045,7426	524605,5089	486511,1295 B
Total	435300,2314 c	567480,4289 a	501505,8730 b	
K				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	33660,0565	37249,8856	31499,3080	34136,4167 A
R1	30104,2655	41189,6522	31811,7855	34368,5677 A
R2	29708,1318	39006,6371	32763,6007	33826,1232 A
Total	31157,4846 b	39148,7250 a	32024,8981 b	
Ca				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	25452,3535 Ac	42854,8711 Ab	62269,2755 Aa	43525,5000
R1	29653,9431 Aa	35647,3343 Aa	35241,8210 Ba	33514,3661
R2	23879,7468 Aa	31564,9252 Aa	34663,5046 Ba	30036,0589
Total	26328,6811	36689,0435	44058,2004	
Mg				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	107243,8788	168901,3517	164824,5793	146989,9366 A
R1	104529,0832	130219,5116	149535,7617	128094,7855 A
R2	107371,4090	153098,5471	143781,2800	134750,4120 A
Total	106381,4570 b	150739,8035 a	152713,8737 a	
S				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	395840,4035	594916,3602	526937,0037	505897,9224 A
R1	407086,0277	525459,8364	530313,6119	487619,8253 A
R2	396141,8307	543767,3180	597542,4852	512483,8780 A
Total	399689,4206 b	554714,5049 a	551597,7003 a	

Trat: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Tabela 22—Índice de eficiência de utilização de nutrientes (EU) ( $\text{kg}^2 \text{kg}^{-1}$ ) de micronutrientes (Cu, Zn, B, Fe e Mn) na parte aérea em povoamentos de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 36 meses de idade.

Cu				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	25615823,8123	34666929,4570	32269999,0097	30850917,4263 A
R1	27079002,9093	42723368,1192	35447549,4234	35083306,8173 A
R2	28338866,7328	36628567,4829	39507828,8484	34825087,6880 A
Total	27011231,1515 b	38006288,3530 a	35741792,4271 a	
Zn				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	20699300,9294	30890170,2468	29707657,3109	27099042,8290 A
R1	20830095,7173	32186694,9257	27217350,9219	26744713,8550 A
R2	23298790,4423	28934222,0869	29479338,5257	27237450,3516 A
Total	21609395,6963 b	30670362,4198 a	28801448,9195 a	
B				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	10427017,4212	15324573,5742	14136693,2981	13296094,7645 A
R1	10728027,2635	15166035,2077	13378214,5567	13090759,0093 A
R2	10362578,6272	16289914,6665	14292873,0516	13648455,4484 A
Total	10505874,4373 c	15593507,8161 a	13935926,9688 b	
Fe				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	2033750,8517	2933238,4208	2701251,0762	2556080,1163 A
R1	1987482,7519	2849162,0254	2277680,6710	2371441,8161 A
R2	2369407,4257	3029823,3917	2874609,4201	2757946,7458 A
Total	2130213,6764 a	2937407,9460 a	2617847,0558 a	
Mn				
Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	838248,7349	969507,3731	1057956,0880	955237,3986 A
R1	507444,8126	1138589,9501	712123,7506	786052,8378 B
R2	737671,5202	748424,0648	970860,5297	818985,3716 B
Total	694455,0226 b	952173,7960 a	913646,7894 a	

Trat: Tratamento; R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

### 3.2.2 Fertilidade do solo

Para a camada 0-10 cm de profundidade na linha de plantio não houve efeito ( $p>0,1$ ) dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações sobre os teores de P, Ca, Mg, Zn, Fe e Mn (Tabela 23).

O teor de N, S e Cu foi afetado ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita (Tabela 23). Para N e Cu, o maior teor foi observado no tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) (Tabela 23). Já para S, os maiores teores estavam relacionados aos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 23).

O teor de K e B foi afetado ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações. Para K, o maior teor estava relacionado a alta fertilização (A2) (Tabela 23). Já para B, os maiores teores estavam relacionados a média (A1) e alta fertilização (A2) (Tabela 23).

Para a camada 0-10 cm de profundidade na entrelinha de plantio não houve efeito ( $p>0,1$ ) dos tratamentos de resíduos da colheita e fertilizações sobre os teores de N, Mg, Zn e B (Tabela 23).

Os teores de Ca, S, Cu e Fe foram afetados ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita (Tabela 23). Para Ca, o maior teor estava associado ao tratamento com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 23). Já para S e Fe, os maiores teores estavam relacionados aos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 23). Por outro lado, para Cu o maior teor estava associado ao tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) (Tabela 23).

Já o teor de P e K foi afetado ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações. Para P, o maior teor estava associado a baixa fertilização (A0) (Tabela 23). Por outro lado, para o K, os maiores teores relacionados a alta fertilização (A2) (Tabela 23).

O teor de Mn foi afetado ( $p<0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Tabela 23). Os maiores teores de Mn estavam relacionados as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1).

Para a camada 10-20 cm de profundidade na linha de plantio não houve efeito ( $p>0,1$ ) dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações sobre os teores de Ca, Mg, Cu e Mn (Tabela 23).

Os teores de N, S e Zn, foram afetados ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita (Tabela 23). Para Zn, os maiores teores estavam associados ao tratamento sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) (Tabela 23). Já para S, os maiores teores estavam relacionados aos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 23). Por outro lado, para N os maiores teores estavam associados ao tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) (Tabela 23).

Já os teores de P, K e B, foram afetados ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações sendo os maiores valores relacionados a alta fertilização (A2) (Tabela 23). Já para os teores de B, os maiores valores estavam associados a média (A1) e alta fertilização (A2) (Tabela 23).

Os teores de Fe, foram afetados ( $p<0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações. Para esse nutriente, os maiores teores foram observados para as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2).

Para a camada 10-20 cm de profundidade na entrelinha de plantio não houve efeito ( $p>0,1$ ) dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações sobre os teores de N, P, Ca, Mg, Zn e B (Tabela 23).

O teor de S, Cu e Fe foi afetado ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita (Tabela 23). Para S, os maiores teores estavam relacionados aos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 23).

Enquanto para Fe, o maior teor estava associado ao tratamento com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 23). Por outro lado, para Cu, o maior teor estava relacionado ao tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0)

(Tabela 23). Já o teor de K foi afetado ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações, sendo o maior teor relacionado a alta fertilização (A2) (Tabela 23).

Os teores de Mn foram afetados ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações. Para esse nutriente, os maiores teores foram observados para as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1).

Para a camada 20-40 cm de profundidade na linha de plantio não houve efeito ( $p > 0,1$ ) dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações sobre os teores de P, Ca, Mg, Zn, Fe e Mn (Tabela 23).

O teor de N, S e Cu foi afetado ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita (Tabela 23). Para S, os maiores teores estavam relacionados aos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 23). Por outro lado, para N e Cu, os maiores teores estavam associados ao tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) (Tabela 23). Já o teor de K e B foi afetado ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações, sendo o maior teor relacionado a alta fertilização (A2) (Tabela 23).

Para a camada 20-40 cm de profundidade na entrelinha de plantio não houve efeito ( $p > 0,1$ ) dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações sobre os teores de P, Ca, Mg, S e Zn (Tabela 23).

O teor de N, Cu e Fe foi afetado ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita (Tabela 23). Para Fe, os maiores teores estavam relacionados aos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e com resíduo e com serapilheira (R2) (Tabela 23). Por outro lado, para N e Cu, o maior teor estava associado ao tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) (Tabela 23). Já o teor de K foi afetado ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações, sendo o maior teor relacionado a alta fertilização (A2) (Tabela 23).

O teor de B e Mn foi afetado ( $p < 0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações. Para B, os maiores teores estavam relacionados as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta

fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1) e com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0).

Enquanto para Mn, os maiores teores estavam associados as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0).

Para a camada 40-60 cm de profundidade na linha de plantio não houve efeito ( $p>0,1$ ) dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações sobre os teores de P, Ca, Mg, Zn, Fe e Mn (Tabela 23).

O teor de N, K, S e Cu foi afetado ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita (Tabela 23). Para N, K e Cu, o maior teor estava associado ao tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) (Tabela 23).

Para S, os maiores teores estavam relacionados ao tratamento com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 23). Já o teor de B foi afetado ( $p<0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações, sendo o maior valor relacionado a alta fertilização (A2) (Tabela 23).

Para a camada 40-60 cm de profundidade na entrelinha de plantio não houve efeito dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações sobre os teores de P, Ca, Cu, B e Fe (Tabela 23).

Os teores de S foram afetados ( $p>0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita (Tabela 23), sendo os maiores valores relacionados aos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e com resíduo da colheita e com serapilheira (R2) (Tabela 23).

O teor de K e Zn foi afetado ( $p>0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo as fertilizações. Para K, o maior teor estava relacionado a alta fertilização (A2) (Tabela 23). Enquanto para Zn, o maior teor estava associado a média fertilização (A1) (Tabela 23).

Os teores de N, Mg e Mn foram afetados ( $p>0,1$ ) pela interação dos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações. Para N, os maiores teores estavam relacionados as combinações dos tratamentos sem resíduo da colheita e

sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2) e com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1).

Já para o Mg, os maiores teores estavam associados as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0).

Para Mn, os maiores teores estavam relacionados as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0), sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0) e sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1).

Tabela 23– Valores médios de macro e micronutrientes na linha e entrelinha de plantio de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 36 meses de idade, nas profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

0-10 cm - Linha														
N				P				K						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,1300	0,1250	0,1248	0,1266 A	R0	1,4250	1,2500	2,1250	1,6000 A	R0	20,5000	24,0000	32,5000	25,6667 A
R1	0,1103	0,1095	0,1210	0,1136 AB	R1	1,5500	1,5250	1,6750	1,5833 A	R1	21,7500	23,0000	35,5000	26,7500 A
R2	0,1145	0,0990	0,1153	0,1096 B	R2	1,5750	1,2500	2,1250	1,6500 A	R2	26,7500	25,0000	38,0000	29,91667 A
Total	0,1183 a	0,1112 a	0,1203 a		Total	1,5167 a	1,3417 a	1,9750 a		Total	23,0000 b	24,0000 b	35,3333 a	
Ca				Mg				S						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	1,0125	0,3675	0,2650	0,5483 A	R0	0,6300	0,2525	0,1950	0,3592 A	R0	0,7000	2,7000	2,8750	2,0917 B
R1	0,5175	0,5650	1,3200	0,8008 A	R1	0,2275	0,2750	0,3400	0,2808 A	R1	17,6000	14,2333	12,6000	14,8111 A
R2	0,8575	0,4125	0,9900	0,7533 A	R2	0,3750	0,2025	0,3850	0,3208 A	R2	14,8750	15,9250	12,2000	14,3333 A
Total	0,7958 a	0,4483 a	0,8583 a		Total	0,4108 a	0,2433 a	0,3067 a		Total	11,0583 a	10,9528 a	9,2250 a	
Cu				Zn				B						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	2,4525	2,8100	2,5675	2,6100 A	R0	2,7450	2,4633	4,1400	3,1161 A	R0	0,7325	0,8300	0,7700	0,7775 A
R1	1,5375	1,6750	1,5800	1,5975 B	R1	7,0133	4,4567	4,3925	5,2875 A	R1	0,6575	0,8700	0,9050	0,8108 A
R2	1,3525	1,3525	1,2650	1,3233 C	R2	3,2475	4,2300	2,3000	3,2592 A	R2	0,6425	0,6475	0,7875	0,6925 A
Total	1,7808 a	1,9458 a	1,8042 a		Total	4,3353 a	3,7167 a	3,6108 a		Total	0,6775 b	0,7825 a	0,8208 a	
Fe				Mn										
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	44,7000	58,7250	49,3000	50,9083 A	R0	11,1750	10,6250	8,8000	10,2000 A					
R1	56,1250	63,1250	73,7250	64,3250 A	R1	14,3250	17,2500	23,0250	18,2000 A					
R2	73,8750	71,5750	88,8250	78,0917 A	R2	18,4750	13,4750	24,1000	18,6833 A					
Total	58,2333 a	64,4750 a	70,6167 a		Total	14,6583 a	13,7833 a	18,6417 a						

Trat: Tratamento; N: dag kg<sup>-1</sup>; P, K, S, Cu, Zn, B, Fe, Mn: mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg: cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. P,K,Fe,Zn,Mn,Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: Extrator: KCl -1 mol L<sup>-1</sup>; S: Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B: Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983). R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 23– Valores médios de macro e micronutrientes na linha e entrelinha de plantio de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 36 meses de idade, nas profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

0-10 cm - Entrelinha														
N				P				K						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,1293	0,1295	0,1290	0,1293 A	R0	1,5750	1,8250	1,7250	1,7083 A	R0	20,0000	25,5000	30,6667	25,3889 A
R1	0,1103	0,1150	0,1195	0,1149 A	R1	2,3250	1,8750	1,8000	2,0000 A	R1	19,7500	19,0000	28,2500	22,3333 A
R2	0,1243	0,1168	0,1243	0,1218 A	R2	2,0750	1,3333	1,8750	1,7611 A	R2	24,2500	16,0000	27,3333	22,5278 A
Total	0,1213 a	0,1204 a	0,1243 a		Total	1,9917 a	1,6778 b	1,8000 ab		Total	21,3333 b	20,1667 b	28,7500 a	
Ca				Mg				S						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	1,2075	0,7300	0,2475	0,7283 B	R0	0,9025	0,5275	0,2225	0,5508 A	R0	0,4000	0,8250	7,8000	3,0083B
R1	0,6275	0,4300	1,3375	0,7983 B	R1	0,2325	0,2225	0,3175	0,2575 A	R1	19,3250	13,7500	11,6500	14,9083 A
R2	1,5500	0,6650	1,8725	1,3625 A	R2	0,7075	0,3075	0,7050	0,5733 A	R2	13,6750	17,9500	17,2250	16,2833 A
Total	1,12833 a	0,6083 a	1,1525 a		Total	0,6142 a	0,3525 a	0,4150 a		Total	11,1333 a	10,8417 a	12,2250 a	
Cu				Zn				B						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	2,3250	2,7525	2,5650	2,5475 A	R0	2,4025	3,1625	3,5900	3,0517 A	R0	0,7133	0,6300	0,6625	0,6686 A
R1	1,4775	1,6350	1,5225	1,5450 B	R1	9,5675	8,7875	3,6775	7,3442 A	R1	0,6400	0,7575	0,7175	0,7050 A
R2	1,3400	1,3375	1,2400	1,3058 B	R2	1,9975	8,8425	3,1333	4,6578 A	R2	0,6100	0,6100	0,7150	0,6450 A
Total	1,7142 a	1,9083 a	1,7758 a		Total	4,6558 a	6,9308 a	3,4669 a		Total	0,6544 a	0,6658 a	0,6983 a	
Fe				Mn										
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	48,6250	48,4000	50,4000	49,1417 B	R0	11,8000 Ba	12,5250 Aa	7,7000 Ba	10,6750					
R1	60,8500	81,5000	65,5750	69,3083 A	R1	15,3750 Ba	14,8500 Aa	10,5333 Ba	13,5861					
R2	74,5500	83,2000	83,7500	80,5000 A	R2	23,6750 Aa	15,5250 Ab	23,1250 Aa	20,7750					
Total	61,3417 a	71,0333 a	66,5750 a		Total	16,9500	14,3000	13,7861						

Trat: Tratamento; N: dag kg<sup>-1</sup>; P, K, S, Cu, Zn, B, Fe, Mn: mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg: cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. P,K,Fe,Zn,Mn,Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: Extrator: KCl -1 mol L<sup>-1</sup>; S: Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B: Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983). R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 23–Valores médios de macro e micronutrientes na linha e entrelinha de plantio de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 36 meses de idade, nas profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

10-20 cm - Linha														
N				P				K						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,1180	0,1115	0,1095	0,1130 A	R0	1,2500	1,2250	1,9250	1,4667 A	R0	15,0000	18,0000	24,0000	19,0000 A
R1	0,0868	0,0883	0,0895	0,0882 B	R1	1,0750	0,9750	1,1250	1,0583 A	R1	12,7500	13,5000	20,0000	15,4167 A
R2	0,0890	0,0833	0,0887	0,0870 B	R2	1,1000	0,9250	1,3500	1,1250 A	R2	16,2500	11,0000	22,0000	16,4167 A
Total	0,0979 a	0,0943 a	0,0959 a		Total	1,1417 b	1,0417 b	1,4667 a		Total	14,6667 b	14,1667 b	22,0000 a	
Ca				Mg				S						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,5225	0,2675	0,1800	0,3233 A	R0	0,3825	0,1875	0,1400	0,23667 A	R0	3,6750	1,2000	8,1250	4,3333 B
R1	0,2925	0,2675	0,6550	0,4050 A	R1	0,1250	0,2100	0,2050	0,1800 A	R1	21,2750	18,4000	17,8750	19,1833 A
R2	0,3600	0,1825	0,4825	0,3417 A	R2	0,2475	0,1175	0,2575	0,2075 A	R2	20,7000	25,3500	16,2750	20,7750 A
Total	0,3917 a	0,2392 a	0,4392 a		Total	0,2517 a	0,1717 a	0,2008 a		Total	15,2167 a	14,9833 a	14,0917 a	
Cu				Zn				B						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	2,7850	3,0225	2,8725	2,8933 A	R0	2,2375	5,4425	2,9750	3,5517 B	R0	0,5900	0,7200	0,6350	0,6483 A
R1	1,6675	1,7350	1,8700	1,7575 A	R1	6,9000	4,3525	10,2450	7,1658 A	R1	0,5275	0,6300	0,6125	0,5900 A
R2	1,5575	1,4775	1,4200	1,4850 A	R2	2,7750	3,9825	3,8400	3,5325 B	R2	0,5025	0,5375	0,6850	0,5750 A
Total	2,0033 a	2,0783 a	2,0542 a		Total	3,97083 a	4,5925 a	5,6867 a		Total	0,5400 b	0,6292 a	0,6442 a	
Fe				Mn										
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	49,5250 Aa	49,4500 Aa	44,8250 Aa	47,9333	R0	8,3000	7,2750	5,4500	7,0083 A					
R1	50,2750 Ab	57,6250 Aab	66,3000 Aa	58,0667	R1	8,4000	9,8750	12,1000	10,1250 A					
R2	68,5250 Aa	66,9000 Aa	66,4250 Aa	67,2833	R2	10,8250	7,1250	12,4500	10,1333 A					
Total	56,1083	57,9917	59,1833		Total	9,1750 a	8,0917 a	10,0000 a						

Trat: Tratamento; N: dag kg<sup>-1</sup>; P, K, S, Cu, Zn, B, Fe, Mn: mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg: cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. P,K,Fe,Zn,Mn,Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: Extrator: KCl -1 mol L<sup>-1</sup>; S: Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B: Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983). R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 23–Valores médios de macro e micronutrientes na linha e entrelinha de plantio de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 36 meses de idade, nas profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

10-20 cm - Entrelinha														
N				P				K						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,0813	0,0895	0,0898	0,0868 A	R0	1,2250	1,2250	0,7750	1,0750 A	R0	10,5000	12,5000	24,2500	15,7500 A
R1	0,0725	0,0778	0,0758	0,07533 A	R1	0,8000	0,6250	0,8500	0,7583 A	R1	8,2500	8,5000	18,2500	11,6667 A
R2	0,0745	0,0828	0,0833	0,0802 A	R2	1,3000	1,1500	1,0000	1,1500 A	R2	10,2500	7,5000	17,5000	11,7500 A
Total	0,0761 a	0,0833 a	0,0829 a		Total	1,1083 a	1,0000 a	0,8750 a		Total	9,6667 b	9,5000 b	20,0000 a	
Ca				Mg				S						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,4050	0,2175	0,1300	0,2508 A	R0	0,1233	0,2300	0,1275	0,1603 A	R0	1,2000	2,9000	2,7500	2,2833 B
R1	0,1975	0,1700	0,4225	0,2633 A	R1	0,0825	0,1150	0,1525	0,1167 A	R1	21,0000	17,5000	18,9500	19,1500 A
R2	0,3650	0,2100	0,5400	0,3717 A	R2	0,2125	0,1300	0,2467	0,1964 A	R2	23,0750	22,8750	17,9500	21,3000 A
Total	0,3225 a	0,1992 a	0,3642 a		Total	0,1394 a	0,1583 a	0,1756 a		Total	15,0917 a	14,4250 a	13,2167 a	
Cu				Zn				B						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	2,8150	3,1375	3,3250	3,0925 A	R0	3,9700	2,8267	12,0175	6,2714 A	R0	0,5250	0,4525	0,4850	0,4875 A
R1	1,6350	1,8850	1,8525	1,7908 B	R1	6,0700	15,9600	2,8475	8,2925 A	R1	0,4500	0,5850	0,5125	0,5158 A
R2	1,5900	1,4475	1,4475	1,4950 B	R2	29,2325	2,5900	1,4475	11,0900 A	R2	0,4475	0,4550	0,4950	0,4658 A
Total	2,0133 a	2,1567 a	2,2083 a		Total	13,0908 a	7,1256 a	5,4375 a		Total	0,4742 a	0,4975 a	0,4975 a	
Fe				Mn										
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	36,5250	39,6250	51,2750	42,4750 B	R0	3,4000 Ba	3,8250 Aa	3,7750 Ba	3,6667					
R1	42,3750	55,4750	51,9750	49,9417 AB	R1	5,5250 ABa	5,7250 Aa	7,2000 Ba	6,1500					
R2	61,4500	55,5000	65,3500	60,7667 A	R2	8,6750 Aab	5,7250 Ab	12,1000 Aa	8,8333					
Total	46,7833 a	50,2000 a	56,2000 a		Total	5,8667	5,0917	7,6917	6,2167					

Trat: Tratamento; N: dag kg<sup>-1</sup>; P, K, S, Cu, Zn, B, Fe, Mn: mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg: cmolc dm<sup>-3</sup>. P,K,Fe,Zn,Mn,Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: Extrator: KCl -1 mol L<sup>-1</sup>; S: Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B: Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983). R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 23–Valores médios de macro e micronutrientes na linha e entrelinha de plantio de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 36 meses de idade, nas profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

20-40 cm - Linha														
N				P				K						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,0890	0,0870	0,0773	0,0844 A	R0	1,0000	0,8250	1,1250	0,9833 A	R0	9,5000	9,0000	10,5000	9,6667 A
R1	0,0610	0,0673	0,0638	0,0640 B	R1	0,5750	0,6250	0,5000	0,5667 A	R1	5,2500	7,0000	11,0000	7,7500 A
R2	0,0658	0,0600	0,0665	0,0641 B	R2	0,5750	0,7000	1,1000	0,7917 A	R2	4,7500	5,0000	11,5000	7,0833 A
Total	0,0719 a	0,0714 a	0,0692 a		Total	0,7167 a	0,7167 a	0,9083 a		Total	6,5000 b	7,0000 ab	11,0000 a	8,1667
Ca				Mg				S						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,2000	0,1500	0,1175	0,1558 A	R0	0,1525	0,0975	0,0875	0,1125 A	R0	9,9250	9,8250	12,4250	10,7250 B
R1	0,1450	0,1500	0,2600	0,1850 A	R1	0,0700	0,1000	0,1175	0,0958 A	R1	18,4000	20,1000	24,5000	21,0000 A
R2	0,1500	0,1325	0,2300	0,1708 A	R2	0,1075	0,0725	0,1250	0,1017 A	R2	23,3250	25,3000	19,5250	22,7167 A
Total	0,1650 a	0,1442 a	0,2025 a		Total	0,1100 a	0,0900 a	0,1100 a		Total	17,2167 a	18,4083 a	18,8167 a	
Cu				Zn				B						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	3,2950	3,1475	3,1225	3,1883 A	R0	1,4633	2,6050	2,6475	2,2386 A	R0	0,4625	0,5075	0,5100	0,4933 A
R1	1,9175	1,8775	1,9100	1,9017 B	R1	7,4667	5,0775	5,0600	5,8681 A	R1	0,4650	0,5325	0,5200	0,5058 A
R2	1,5775	1,5275	1,4825	1,5292 C	R2	1,3150	5,4100	1,3950	2,7067 A	R2	0,3925	0,5000	0,5675	0,4867 A
Total	2,2633 a	2,1842 a	2,1717 a		Total	3,4150 a	4,3642 a	3,0342 a		Total	0,4400 b	0,5133 ab	0,5325 a	
Fe				Mn										
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	41,7500	41,4500	35,6750	39,6250 A	R0	3,4000	3,7000	2,8000	3,3000 A					
R1	44,7250	52,0500	48,7750	48,5167 A	R1	3,3250	3,9500	3,7000	3,6583 A					
R2	51,9500	52,9000	43,6250	49,4917 A	R2	3,9750	2,8000	5,2250	4,0000 A					
Total	46,1417 a	48,8000 a	42,6917 a		Total	3,5667 a	3,4833 a	3,9083 a						

Trat: Tratamento; N: dag kg<sup>-1</sup>; P, K, S, Cu, Zn, B, Fe, Mn: mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg: cmolc dm<sup>-3</sup>. P,K,Fe,Zn,Mn,Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: Extrator: KCl -1 mol L<sup>-1</sup>; S: Extrator - Fosfato monocalcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B: Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983).R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 23–Valores médios de macro e micronutrientes na linha e entrelinha de plantio de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 36 meses de idade, nas profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

20-40 cm - Entrelinha														
N				P				K						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,0743	0,0750	0,0730	0,0741 A	R0	0,5250	0,9000	0,5250	0,6500 A	R0	6,5000	5,5000	21,7500	11,2500 A
R1	0,0580	0,0580	0,0593	0,0584 B	R1	0,7500	0,4250	0,3750	0,5167 A	R1	3,2500	5,0000	14,7500	7,6666 A
R2	0,0590	0,0633	0,0690	0,0638 AB	R2	0,4000	0,6500	0,5750	0,5417 A	R2	3,5000	2,7500	12,5000	6,2500 A
Total	0,0638 a	0,0654 a	0,0671 a		Total	0,5583 a	0,6583 a	0,4917 a		Total	4,4167 b	4,4167 b	16,3333 a	
Ca				Mg				S						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,2475	0,1625	0,1175	0,1758 A	R0	0,0933	0,1325	0,0775	0,1011 A	R0	12,1250	11,6500	14,7750	12,8500 A
R1	0,1325	0,1550	0,2500	0,1792 A	R1	0,0625	0,0775	0,1000	0,0800 A	R1	22,0500	15,1500	23,8500	20,3500 A
R2	0,1875	0,1600	0,3433	0,2303 A	R2	0,1000	0,0875	0,2233	0,1369 A	R2	27,1000	26,8000	15,3750	23,0917 A
Total	0,1892 a	0,1592 a	0,2369 a		Total	0,0853 a	0,0992 a	0,1336 a		Total	20,4250 a	17,8667 a	18,0000 a	
Cu				Zn				B						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	3,0725	3,1175	3,2475	3,1458 A	R0	8,1500	4,1800	1,9150	4,7483 A	R0	0,4600 Aa	0,3725 Aa	0,4175 Aa	0,4167
R1	1,7375	1,9625	1,8050	1,8350 B	R1	3,0100	6,7825	7,6625	5,8183 A	R1	0,3900 Aab	0,4600 Aa	0,3100 Ab	0,3867
R2	1,4825	1,4075	1,4575	1,4492 B	R2	1,2525	3,2225	2,1000	2,1917 A	R2	0,3550 Aa	0,3925 Aa	0,4250 Aa	0,3908
Total	2,0975 a	2,1625 a	2,1700 a		Total	4,1375 a	4,7283 a	3,8925 a		Total	0,4017	0,4083	0,3842	
Fe				Mn										
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	33,7750	30,0500	38,1500	33,9917 B	R0	2,6000 Aa	2,7000 Aa	2,7500 Ba	2,6833					
R1	43,1500	52,0000	42,0250	45,7250 A	R1	2,7500 Aa	3,7000 Aa	4,3250 Ba	3,5917					
R2	48,1000	39,1750	48,1750	45,1500 A	R2	3,6000 Ab	2,9500 Ab	7,8750 Aa	4,8083					
Total	41,6750 a	40,4083 a	42,7833 a		Total	2,9833	3,1167	4,9833						

Trat: Tratamento; N: dag kg<sup>-1</sup>; P, K, S, Cu, Zn, B, Fe, Mn: mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg: cmolc dm<sup>-3</sup>. P,K,Fe,Zn,Mn,Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: Extrator: KCl -1 mol L<sup>-1</sup>; S: Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B: Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983). R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 23–Valores médios de macro e micronutrientes na linha e entrelinha de plantio de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 36 meses de idade, nas profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

40-60 cm - Linha														
N					P					K				
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,0748	0,0813	0,0910	0,0823 A	R0	0,7250	0,8500	0,8500	0,8083 A	R0	6,0000	8,5000	15,0000	9,8333 A
R1	0,0538	0,0595	0,0615	0,0583 B	R1	0,3500	0,2500	0,4250	0,3417 A	R1	2,7500	4,0000	6,7500	4,5000 AB
R2	0,0580	0,0540	0,0588	0,0569 B	R2	0,3250	0,2500	0,4000	0,3250 A	R2	4,7500	2,7500	6,2500	4,5833 B
Total	0,0622 a	0,0649 a	0,0704 a		Total	0,4667 a	0,4500 a	0,5583 a		Total	4,5000 a	5,0833 a	9,3333 a	6,3056
Ca					Mg					S				
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,3400	0,1675	0,2925	0,2667 A	R0	0,1133	0,0950	0,0900	0,0994 A	R0	1,4500	0,8500	10,4000	4,2333 B
R1	0,1675	0,1400	0,2525	0,1867 A	R1	0,0675	0,0875	0,1075	0,0875 A	R1	15,4250	15,5250	13,8500	14,9333 AB
R2	0,1750	0,1200	0,1975	0,1642 A	R2	0,0925	0,0975	0,1367	0,1089 A	R2	20,0750	27,6500	24,0250	23,9167 A
Total	0,2275 a	0,1425 a	0,2475 a		Total	0,0911 a	0,0933 a	0,1114 a		Total	12,3167 a	14,6750 a	16,0917 a	
Cu					Zn					B				
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	2,8450	2,9375	2,8400	2,8742 A	R0	5,5050	2,8333	4,0075	4,1153 A	R0	0,4375	0,4900	0,5375	0,4883 A
R1	1,7475	1,9200	1,7600	1,8092 B	R1	3,0433	4,0450	3,1850	3,4244 A	R1	0,3425	0,4600	0,5525	0,4517 A
R2	1,4975	1,4200	1,3475	1,4217 B	R2	1,1675	2,2675	1,3500	1,5950 A	R2	0,3550	0,4175	0,5000	0,4242 A
Total	2,0300 a	2,0925 a	1,9825 a		Total	3,2386 a	3,0486 a	2,8475 a		Total	0,3783 b	0,4558 ab	0,5300 a	
Fe					Mn									
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	30,4000	29,6750	37,8000	32,6250 A	R0	4,6500	4,1750	4,7000	4,5083 A					
R1	34,4000	37,5000	40,9750	37,6250 A	R1	4,4250	4,2250	5,6750	4,7750 A					
R2	41,2500	39,1750	33,3250	37,9167 A	R2	5,5000	3,7750	4,5667	4,6139 A					
Total	35,3500 a	35,4500 a	37,3667 a		Total	4,8583 a	4,0583 a	4,9806 a						

Trat: Tratamento; N: dag kg<sup>-1</sup>; P, K, S, Cu, Zn, B, Fe, Mn: mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg: cmolc dm<sup>-3</sup>. P,K,Fe,Zn,Mn,Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: Extrator: KCl -1 mol L<sup>-1</sup>; S: Extrator - Fosfato monocalcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B: Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983). R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

Continua...

Tabela 23–Valores médios de macro e micronutrientes na linha e entrelinha de plantio de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 36 meses de idade, nas profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

40-60 cm - Entrelinha														
N				P				K						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,0825 Aa	0,0557 Ab	0,0678 Ab	0,0686	R0	0,5750	0,9000	0,2750	0,5833 A	R0	6,5000	5,5000	16,7500	9,5833 A
R1	0,0565 Ba	0,0595 Aa	0,0588 Aa	0,0583	R1	0,3250	0,5000	0,2000	0,3417 A	R1	1,7500	3,5000	13,7500	6,3333 A
R2	0,0515 Ba	0,0533 Aa	0,0623 Aa	0,0557	R2	0,2000	0,3000	0,3250	0,2750 A	R2	2,0000	2,7500	9,2500	4,6667 A
Total	0,0635	0,0561	0,0629		Total	0,3667 a	0,5667 a	0,2667 a		Total	3,4167 b	3,9167 b	13,2500 a	
Ca				Mg				S						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	0,5375	0,2225	0,1225	0,2942 A	R0	0,1167 Aa	0,1175 Aa	0,0700 Ba	0,1014	R0	1,6250	9,3250	0,6000	3,8500 B
R1	0,1425	0,1900	0,3350	0,2225 A	R1	0,0725 Aa	0,0825 Aa	0,1000 Ba	0,0850	R1	23,0250	15,0250	12,2000	16,7500 A
R2	0,2025	0,2175	0,6125	0,3442 A	R2	0,0975 Ab	0,0925 Ab	0,2300 Aa	0,1400	R2	13,7000	12,9250	12,8250	13,1500 A
Total	0,2942 a	0,2100 a	0,3567 a		Total	0,0956	0,0975	0,1333		Total	12,7833 a	12,4250 a	8,5417 a	
Cu				Zn				B						
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total
R0	2,6725	2,7625	2,8050	2,7467 A	R0	6,4400	13,0625	7,9750	9,1592 A	R0	0,3467	0,4000	0,3625	0,3697 A
R1	1,6900	1,7900	1,7025	1,7275 A	R1	5,5050	15,3100	4,7050	8,5067 A	R1	0,3575	0,3700	0,3300	0,3525 A
R2	1,3475	1,3125	1,3475	1,3358 A	R2	1,6350	22,5125	3,7925	9,3133 A	R2	0,2950	0,3475	0,3850	0,3425 A
Total	1,9033 a	1,9550 a	1,9517 a		Total	4,5267 b	16,9617 a	5,4908 b		Total	0,3331 a	0,3725 a	0,3592 a	
Fe				Mn										
Trat.	A0	A1	A2	Total	Trat.	A0	A1	A2	Total					
R0	30,4000	27,1500	30,3000	29,2833 A	R0	5,2500 Aa	4,3500 Aa	4,1500 Ca	4,5833					
R1	33,7750	44,7500	32,6500	37,0583 A	R1	4,6250 Aa	6,6250 Aa	7,0000 Ba	6,0833					
R2	35,7250	33,8250	38,9500	36,1667 A	R2	5,6250 Ab	5,3500 Ab	10,6750 Aa	7,2167					
Total	33,3000 a	35,2417 a	33,9667 a		Total	5,1667	5,4417	7,2750	5,9611					

Trat: Tratamento; N: dag kg<sup>-1</sup>; P, K, S, Cu, Zn, B, Fe, Mn: mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg: cmolc dm<sup>-3</sup>. P,K,Fe,Zn,Mn,Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup> (Defelipo & Ribeiro, 1997); Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: Extrator: KCl -1 mol L<sup>-1</sup>; S: Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético (Alvarez V. et al., 2001); B: Extrator água quente; N: N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal (Bataglia et al., 1983). R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

### 3.2.3 Crescimento e produção florestal

O crescimento das plantas aos 49 meses de idade foi afetado ( $p < 0,1$ ) pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e as fertilizações (Figura 25), sendo verificado os maiores valores em plantas que receberam os tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira (R2), média fertilização (A1) e alta fertilização (A2) (Figura 25).

Foi observado que o volume de tronco das plantas que receberam as combinações de com resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R2A0), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização (R0A1), sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R1A1), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) e com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), foram em ordem crescente 4,78%, 6,27%, 7,46%, 8,85%, 8,98%, 10,13%, 13,55%, respectivamente, maiores do que o produzido pelas plantas que receberam o tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0) (Figura 25). Por outro lado, o volume de tronco das plantas que receberam o tratamento sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização (R1A0) foi 4,75% menor do que as plantas que receberam o tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização (R0A0) (Figura 25).

Avaliando as equações ajustadas do modelo Logístico foi verificado que as combinações das curvas de produção de R0A0+R0A1, R0A2+R2A2, R0A0+R0A2, R1A0+R2A0, R1A0+R1A1, R1A0+R1A2, R2A0+R2A1 e R2A0+R2A2 diferiram ( $p < 0,1$ ), ou seja, existe diferença entre as curvas de produção e deve-se adotar os coeficientes das equações específicas dos tratamentos (Tabela 24). Por outro lado, as demais combinações foram iguais ( $p > 0,1$ ), ou seja, não existe diferença entre as produções máximas estimadas para estes tratamentos e deve-se usar os coeficientes das equações reduzidas (Tabela 24).

Comparativamente ao tratamento R0A0, os tratamentos R0A1 e R0A2, promoveram ganhos em produção de 8,22% e 11,00%, respectivamente (Figura 26). Comparado ao tratamento R0A2, o tratamento R2A2 promoveu ganhos em produção de 3,95%. Comparativamente ao tratamento R1A0, os tratamentos R2A0, R1A1 e R1A2 aumentaram a produção em 9,80%, 15,14% e 16,51%, respectivamente

(Figura 26). Comparativamente ao tratamento R2A0, os tratamentos R2A1 e R2A2 aumentaram a produção em 7,20% e 10,48%, respectivamente (Figura 26).

Figura 25–Volume médio de tronco ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ) de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 49 meses de idade. R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos resíduos da colheita dentro dos níveis de fertilização pelo teste LSD a 10% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação ao efeito dos níveis das fertilizações dentro dos resíduos da colheita pelo teste LSD a 10% de significância.

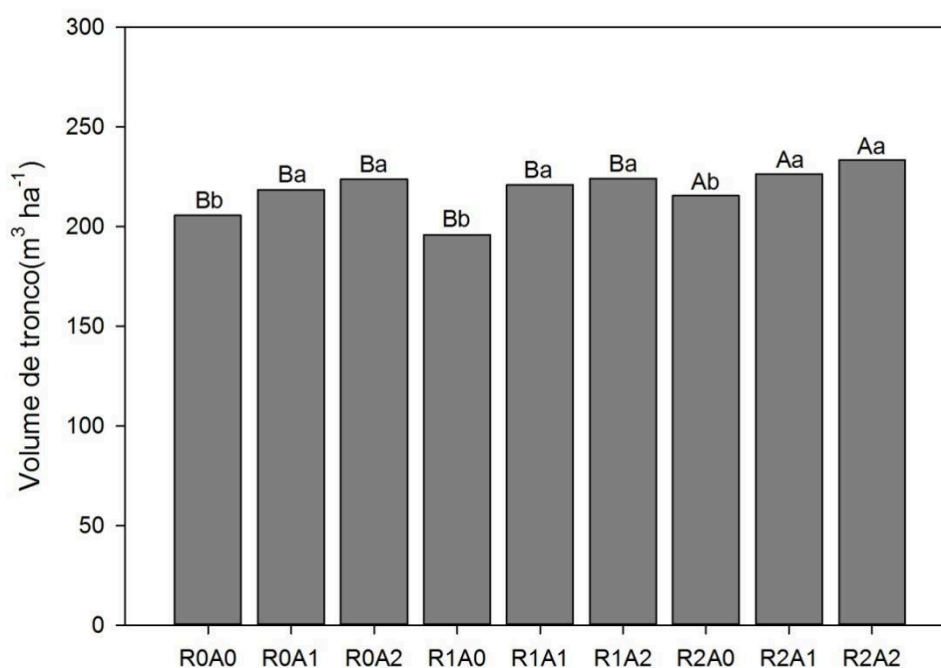


Tabela 24–Parâmetros do modelo Logístico ajustado para volume de tronco ( $m^3 ha^{-1}$ ) de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações, aos 49 meses de idade e correspondentes  $p$ -valor dos testes de identidade de modelo não lineares.

Tratamento	Equação	$p$ -valor	%
R0A0	$V=208,519671/(1+482,430644exp(-0,219800I))$		
R0A1	$V=225,660780/(1+272,504040exp(-0,208595I))$		
R0A2	$V=231,456108/(1+233,281627exp(-0,199648I))$		
R1A0	$V=198,341883/(1+1315,620155exp(-0,258722I))$		
R1A1	$V=228,372839/(1+442,570198exp(-0,226126I))$		
R1A2	$V=231,088685/(1+315,055009exp(-0,212209I))$		
R2A0	$V=217,777943/(1+1309,761674exp(-0,259343I))$		
R2A1	$V=233,465181/(1+660,516944exp(-0,239074I))$		
R2A2	$V=240,605761/(1+792,152765exp(-0,245089I))$		
R0A0+R0A1	$V=216,765491/(1+385,920087exp(-0,216765I))$	0,000516	108,22
R0A0+R0A2	$V=219,761157/(1+346,859910exp(-0,211132I))$	0,000160	111,00
R0A1+R0A2	$V=228,527263/(1+250,956084exp(-0,203934I))$	<b>0,880440</b>	
R0A0+R1A0	$V=203,380775/(1+734,492388exp(-0,236293I))$	<b>0,294253</b>	
R0A0+R2A0	$V=213,072468/(1+751,388105exp(-0,237565I))$	<b>0,188084</b>	
R1A0+R2A0	$V=208,063756/(1+1310,368788exp(-0,258984I))$	0,021118	109,80
R1A0+R1A1	$V=213,134667/(1+797,380812exp(-0,244291I))$	0,000000	115,14
R1A0+R1A2	$V=214,625787/(1+605,973141exp(-0,233423I))$	0,000000	116,51
R1A1+R1A2	$V=229,708234/(1+369,605612exp(-0,218805I))$	<b>0,983023</b>	
R0A1+R1A1	$V=227,033282/(1+340,690624exp(-0,216670I))$	<b>0,845619</b>	
R0A1+R2A1	$V=229,663586/(1+400,730254exp(-0,221739I))$	<b>0,308871</b>	
R1A1+R2A1	$V=230,939686/(1+535,982125exp(-0,232270I))$	<b>0,743030</b>	
R2A0+R2A1	$V=225,380430/(1+1010,883910exp(-0,252360I))$	0,095675	103,94
R2A0+R2A2	$V=228,963607/(1+1102,224193exp(-0,255237I))$	0,010986	110,48
R2A1+R2A2	$V=237,040867/(1+722,219066exp(-0,242020I))$	<b>0,579319</b>	
R0A2+R1A2	$V=231,251136/(1+269,421565exp(-0,205703I))$	<b>0,955645</b>	
R0A2+R2A2	$V=236,057254/(1+389,586619exp(-0,218816I))$	0,068695	107,20
R1A2+R2A2	$V=235,927765/(1+469,627432exp(-0,226395I))$	<b>0,128563</b>	

R0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira; R1: sem resíduo da colheita e com serapilheira; R2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira; A0: baixa fertilização; A1: média fertilização; A2: alta fertilização. Valores em negrito indicam igualdade entre as equações ( $p>0,1$ ), pelo teste F (teste de identidade de modelo não lineares). %: porcentagem relativa sobre a produção máxima dos tratamentos comparados 2 a 2 que diferiram entre si (isto comparando com a menor produtividade máxima alcançada).

Figura 26– Curva de produção de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações quando da aplicação dos tratamentos combinados R0A0+R0A1 (a), R0A0+R0A2 (b), R0A2+R2A2 (c) e R1A0+R1A1(d). R0A0: sem resíduo da colheita e sem serapilheira e baixa fertilização; R0A1: sem resíduo da colheita e sem serapilheira e média fertilização; R0A2: sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização; R1A0: sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização; R1A1: sem resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização; R2A2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e alta fertilização.

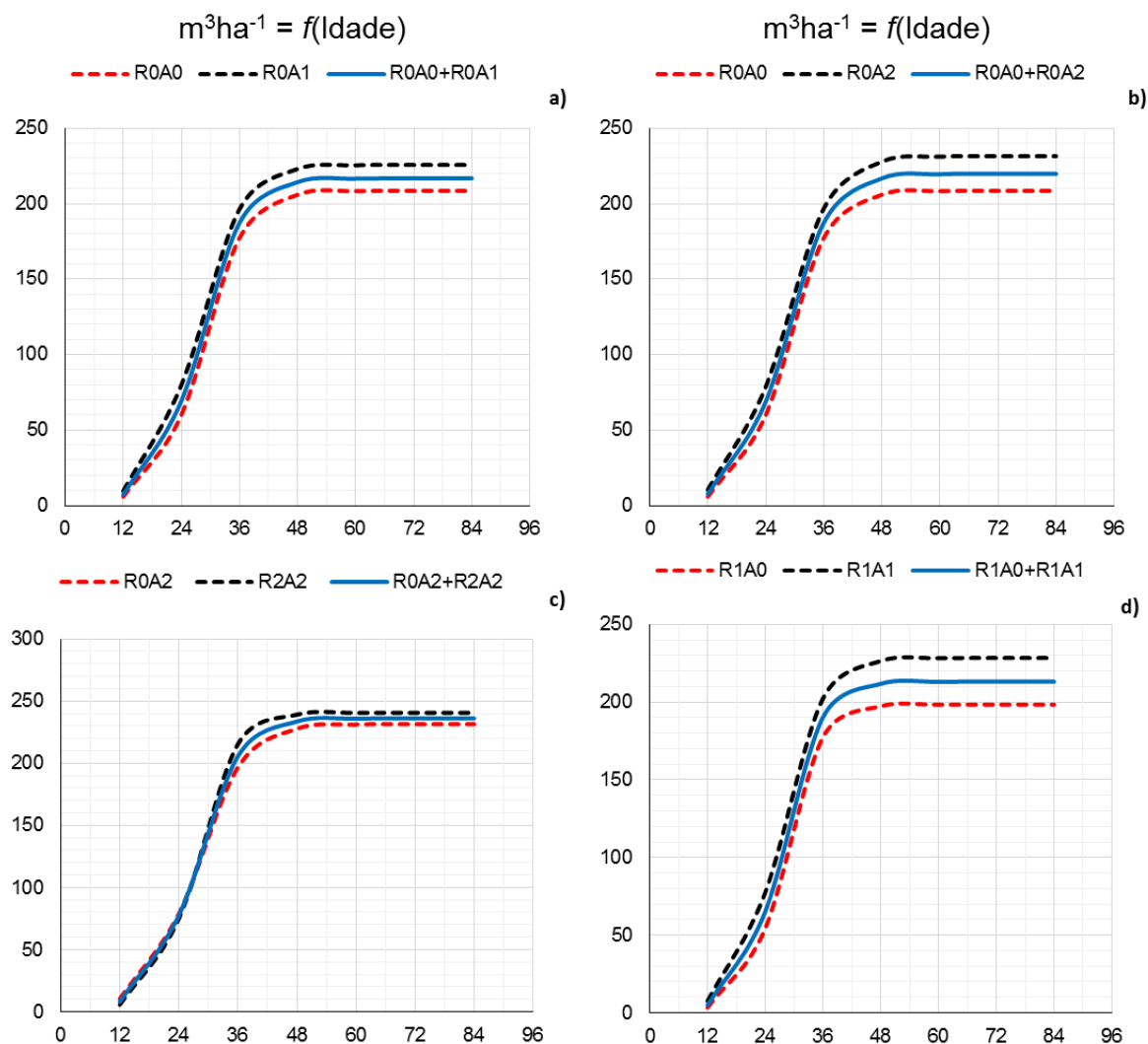
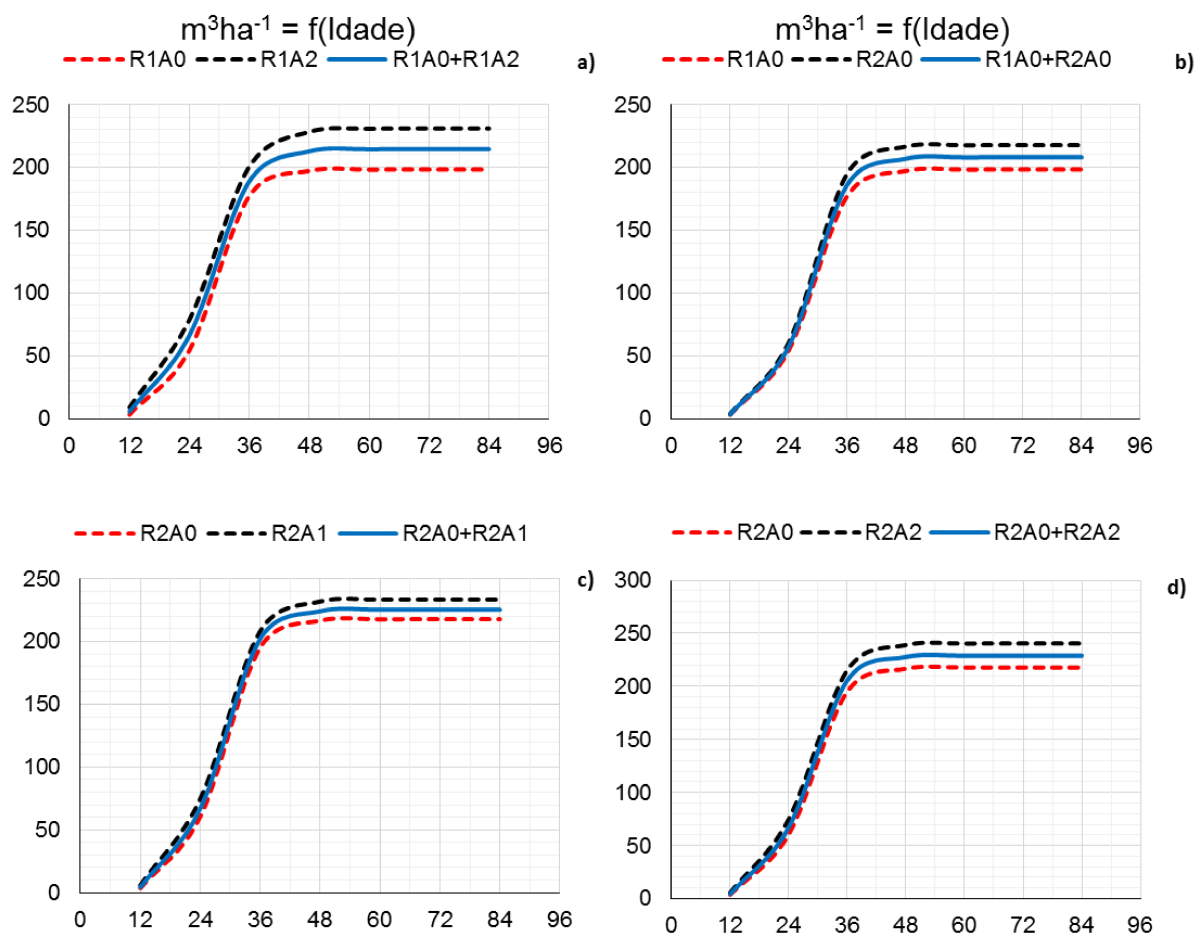


Figura 27– Curva de produção de *Eucalyptus* submetidos a distintos manejos de resíduos da colheita e fertilizações quando da aplicação dos tratamentos combinados R1A0+R1A2 (a), R1A0+R2A0 (b) R2A0+R2A1 (c) e R2A0+R2A2 (d). R1A0: sem resíduo da colheita e com serapilheira e baixa fertilização; R1A2: sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização; R2A0: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e baixa fertilização; R2A1: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e média fertilização; R2A2: com resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e alta fertilização.



*3.3 Decomposição dos resíduos da colheita e serapilheira após 1,70 ano (Abril de 2019) e taxa de liberação de nutrientes após 1,70 ano (Abril 2019) e 2,58 anos (Março de 2020)*

A taxa de decomposição do resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira (HFR2), resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira (FSR2) e somente serapilheira (R1) foram 0,4326, 0,4246 e 0,2303, respectivamente, (Tabela 25). Já o tempo de meia vida ( $t_{0,5}$ ) do resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira (HFR2), resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira (FSR2) e somente serapilheira (R1) foram 1,63, 1,66 e 3,22 anos, respectivamente (Tabela 25).

A sequência de liberação de nutrientes observada para a serapilheira (R1) em ordem crescente foi: K (1,01) > Mg (1,53) > Ca (3,27) > P (5,55) > Cu (6,26) > Mn (6,66) > Zn (14,31) (Tabela 25). Neste tratamento, não foi possível ajustar curvas de liberação de nutrientes para N, S e B pois estes se acumularam ao longo do tempo.

Para o resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira (FSR2), a sequência de liberação de nutrientes em ordem crescente foi: K (0,21) > P (0,59) > Mg (0,66) > B (0,72) > Ca (0,91) > N (1,00) > S (1,07) > Mn (1,19) > Cu (1,32) > Zn (1,54) (Tabela 25).

Já para o resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira (HFR2), a sequência de liberação de nutrientes em ordem crescente foi: K (0,33) > P (0,63) > B (0,66) > Mg (0,87) > N (0,94) > S (1,11) > Cu (1,22) > Zn (1,33) > Mn (1,63) > Ca (3,17) (Tabela 25).

Com os valores da taxa de decomposição e da liberação dos nutrientes foi possível estimar a quantidade remanescente dos materiais vegetais e dos nutrientes após 1,70 ano (Abril de 2019) e 2,58 anos (Março de 2020).

Em relação a massa remanescente e a liberação dos nutrientes, em abril de 2019, foi verificado que 47,30 %, 48,42% e 67,25% do resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira (HFR2), do resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira (FSR2) e somente serapilheira (R1), respectivamente, permaneciam sobre o solo (Tabela 25). Nesta ocasião, a quantidade dos nutrientes remanescentes do resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira (HFR2) foi, em ordem crescente, 2,11 % do K, 14,35 % do P, 15,06 % do B, 22,94 %

do Mg, 27,67 % do N, 32,74 % do S, 37,02 % do Cu, 41,59 % do Zn, 45,46 % do Mn e 61,51 % do Ca.

Já a quantidade remanescente dos nutrientes do resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira (FSR2) foi, em ordem crescente, 0,44% do K, 12,65% do P, 14,58% do B, 15,05% do Mg, 27,66% do Ca, 30,23% do N, 31,72% do S, 35,60% do Mn, 41,91% do Cu, 49,23% do Zn.

Já a quantidade dos nutrientes remanescentes na serapilheira (R1) foi, em ordem crescente, 22,80 % do K, 38,54 % do Mg, 56,28 % do Ca, 75,89% do P e 79,37 % do Mn. Para Cu e Zn, foi verificada imobilização (Tabela 25).

Em relação a massa remanescente e a liberação dos nutrientes, em março de 2020, constatou-se que 32,40%, 33,41% e 54,99% do resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira (HFR2), resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira (FSR2) e somente serapilheira (R1), respectivamente, ainda permaneciam sobre o solo (Tabela 25). Nesta ocasião, a quantidade dos nutrientes remanescentes do resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira) e serapilheira (HFR2) foi, em ordem crescente, 0,30 % do K, 5,43 % do P, 5,92 % do B, 11,20 % do Mg, 14,48 % do N, 18,76 % do S, 22,56 % do Cu, 26,22 % do Zn, 31,06 % do Mn e 50,40 % do Ca (Tabela 25).

Enquanto para o resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira (FSR2) a quantidade remanescente foi, em ordem crescente, 0,03% do K, 4,44% do P, 5,71% do B, 5,88% do Mg, 15,25% do Ca, 16,32% do N, 17,83% do S, 22,08% do Mn, 26,11% do Cu, 32,83% do Zn (Tabela 25).

Já para a serapilheira (R1), a quantidade remanescente foi em ordem crescente, 11,29% do K, 24,58% do Mg, 42,36% do Ca, 65,68 % do P, 66,81 do Zn e 93,38% do Cu (Tabela 25).

Tabela 25– Estimativas dos parâmetros da equação  $X=X_0e^{-kt}$  ajustada para as quantidades de massa seca inicial do resíduo ( $X_0$ ), constante de decomposição e liberação de nutrientes ( $k$ ), coeficiente de determinação do modelo ( $R^2$ ), tempo de meia vida ( $t_{0,5}$ ) após 1,70 ano (abril de 2019) de decomposição e quantidade remanescente dos materiais vegetais e dos nutrientes após 1,70 ano (abril de 2019) e 2,58 anos (março de 2020) de decomposição (%).

Trat. <sup>(1)</sup>	$X_0$ <sup>(2)</sup>	$k$ <sup>(3)</sup>	$R^2$ <sup>(4)</sup>	$t_{0,5}$ <sup>(5)</sup>	1,70 ano <sup>(6)</sup>	2,58 anos <sup>(6)</sup>
R1	99,6255	0,2303	0,7989	3,2280	67,2507	54,9921
P	100,6486	0,1654	0,4044	5,5533	75,8935	65,6785
K	90,0668	0,8048	0,6370	1,0134	22,8046	11,2863
Ca	98,0379	0,3252	0,5552	3,2798	56,2827	42,3601
Mg	92,7508	0,5145	0,6887	1,5361	38,5427	24,5840
Cu	138,8559	0,1538	0,1059	6,2610	106,8062	93,3764
Zn	148,8583	0,1308	0,0688	14,3109	119,0842	106,2245
Mn	111,1111	0,1971	0,3876	6,6668	79,3700	66,8101
Trat. <sup>(1)</sup>	$X_0$ <sup>(2)</sup>	$k$ <sup>(3)</sup>	$R^2$ <sup>(4)</sup>	$t_{0,5}$ <sup>(5)</sup>	1,70 ano <sup>(6)</sup>	2,58 anos <sup>(6)</sup>
FSR2	99,9333	0,4246	0,9393	1,6551	48,4164	33,4068
N	100,7072	0,7050	0,9446	1,0050	30,2314	16,3249
P	97,7015	1,1976	0,9472	0,5945	12,6530	4,4425
K	99,4884	3,1792	0,9471	0,2188	0,4377	0,0272
Ca	88,5096	0,6814	0,6516	0,9196	27,6615	15,2483
Mg	94,3188	1,0753	0,8778	0,6651	15,0510	5,8807
S	97,7108	0,6591	0,8862	1,0797	31,7222	17,8311
Cu	105,6139	0,5415	0,8949	1,3268	41,9150	26,1125
Zn	108,6007	0,4636	0,7989	1,5495	49,2252	32,8259
Mn	90,4809	0,5465	0,7094	1,1954	35,5989	22,0794
B	91,0778	1,0733	0,7017	0,7246	14,5823	5,7073
Trat. <sup>(1)</sup>	$X_0$ <sup>(2)</sup>	$k$ <sup>(3)</sup>	$R^2$ <sup>(4)</sup>	$t_{0,5}$ <sup>(5)</sup>	1,70 ano <sup>(6)</sup>	2,58 anos <sup>(6)</sup>
HFR2	98,9696	0,4326	0,9217	1,6313	47,2952	32,4044
N	97,9516	0,7406	0,9319	0,9475	27,6707	14,4843
P	95,8986	1,1129	0,9276	0,6369	14,3512	5,4259
K	98,4228	2,2505	0,9581	0,3315	2,1129	0,2956
Ca	90,7704	0,2280	0,5640	3,1740	61,5090	50,3960
Mg	93,0752	0,8205	0,8575	0,8783	22,9412	11,1987
S	97,1747	0,6373	0,8742	1,1133	32,7442	18,7595
Cu	97,4280	0,5669	0,9605	1,2296	37,0242	22,5587
Zn	102,3789	0,5278	0,9317	1,3346	41,5924	26,2237
Mn	95,6621	0,4359	0,8182	1,6388	45,4617	31,0599
B	93,3682	1,0690	0,8182	0,6699	15,0591	5,9161

<sup>(1)</sup>Trat.: R1: Serapilheira; FSR2: Resíduo da colheita (folha, galho e ponteira) e serapilheira; HFR2: Resíduo da colheita (folha, galho, casca e ponteira); Nutrientes: N: Nitrogênio; P: Fósforo; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; S: Enxofre; Cu: Cobre; Zn: Zinco; Mn: Manganês; B: Boro; <sup>(2)</sup> $X_0$ : Massa seca inicial dos resíduos da colheita e serapilheira, em porcentagem (%); <sup>(3)</sup>Constante de decomposição, em g ano<sup>-1</sup>; <sup>(4)</sup>Coeficiente de determinação do modelo; <sup>(5)</sup>Tempo de meia-vida, em anos; <sup>(6)</sup>Quantidade remanescente observada dos materiais vegetais e de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Mn e B após 1,70 ano (abril de 2019) e 2,58 anos (março de 2020) de decomposição em % relativa da massa seca inicial.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 Crescimento e curvas de produção florestal

Na área FS, as combinações dos tratamentos com resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R2A2), sem resíduo da colheita e sem serapilheira e alta fertilização (R0A2), com resíduo da colheita e com serapilheira e média fertilização (R2A1) e sem resíduo da colheita e com serapilheira e alta fertilização (R1A2) promoveram ganhos em volume de tronco. Já para a área HF, os ganhos em volume de tronco estavam relacionados aos tratamentos com resíduo da colheita e serapilheira (R2), a média (A1) e alta fertilização (A2).

Da mesma forma, os trabalhos de Bellote et al. (2008), São José et al. (2020) e Ferreira (2021) também verificaram aumento de volume de tronco ao associar os resíduos da colheita com as fertilizações. Os resíduos da colheita constituem-se de uma fonte de nutrientes importante para as florestas de eucalipto, sobretudo em solos de baixa fertilidade natural (Gonçalves et al., 2013).

A manutenção do resíduo da colheita proporciona ganhos em produtividade das florestas de eucalipto devido ao aumento da disponibilidade de nutrientes, oriundos de sua mineralização (Dedecek et al., 2007; São José et al., 2020). Além disso, os resíduos da colheita apresentam outros efeitos benéficos, como a proteção do solo durante o início da rotação e o aumento da umidade do solo (Dedecek et al., 2007).

Em plantios de eucalipto, diversos trabalhos relatam que a remoção dos resíduos da colheita reduz a produtividade (Bellote et al., 2008; Laclau et al., 2010; Paes et al., 2013; Mendham et al., 2014; Rocha et al., 2018). Segundo Paes et al. (2013), a remoção de resíduos apresenta como consequência a exportação de grandes quantidades de nutrientes que devem ser repostas pela aplicação de fertilizantes, fato que eleva os gastos com as fertilizações. Além disso, apesar de se obter respostas em produtividade com a aplicação de fertilizantes em plantios de eucalipto, a aplicação de elevadas doses pode não ser viável economicamente (Silva et al., 2019).

Em ambas as áreas FS e HF, foi verificado que as plantas que receberam os tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e a baixa fertilização (A0) apresentaram menor volume de tronco quando comparado aos demais tratamentos. Estes resultados podem ser justificados pela competição dos organismos decompositores pelos nutrientes presentes na serapilheira fazendo com

que houvesse a imobilização dos mesmos (Gonçalves et al., 2002). A mineralização ou imobilização dos nutrientes é dependente da qualidade dos materiais orgânicos em decomposição, ou seja, dependendo da composição química dos tecidos vegetais, estes vão ser de maior facilidade de degradação como por exemplo carboidratos e proteínas ou maior dificuldade de degradação como compostos fenólicos (ligninas) e celulose (Gonçalves et al., 2002).

Corroborando com esta questão, Gama-Rodrigues et al. (1997) estudando a biomassa microbiana em solos sob Angico, Capoeira, Eucalipto e Pinheiro, verificaram que a qualidade da serapilheira influencia na maior ou menor taxa de decomposição. Neste trabalho, os autores observaram maior taxa de decomposição na serapilheira sob Angico e Capoeira e atribuíram este resultado aos maiores teores de N que proporcionaram maior atividade microbiana quando comparado ao Eucalipto e o Pinheiro que apresentavam menores taxas de decomposição na serapilheira e maior imobilização de N.

Da mesma forma, Gama-Rodrigues & Barros (2002) estudando a ciclagem de nutrientes em floresta natural e em povoamentos de eucalipto (*E.grandis* x *E.urophylla*) e dandá (*Joannesia princeps*) verificaram que o eucalipto produziu uma serapilheira de baixa qualidade e menor disponibilidade de nutrientes para o solo em comparação a floresta natural e o dandá. Para estes autores, o enriquecimento nutricional dos povoamentos de eucalipto aumentaria a ciclagem de nutrientes e a fertilidade do solo, contribuindo para a manutenção ou aumento da produtividade.

Em relação as curvas de produção, em ambas as áreas, a média (A1) e alta fertilização (A2) promoveram ganhos significativos em volume de madeira. Estes resultados ressaltam a importância da realização da fertilização visando melhorar o crescimento das plantas e aumentar a produtividade dos sítios florestais. Outros trabalhos com *Eucalyptus* spp. também verificaram que as fertilizações levaram a maiores produtividades (Jesus et al., 2012; Silva et al., 2013; Cardoso, 2020).

Quanto aos efeitos da manutenção dos resíduos da colheita e serapilheira na produção máxima alcançada, de modo geral, os efeitos da manutenção dos resíduos dependeram do nível de fertilização utilizado. Todavia, quando é realizada a associação dos resíduos da colheita e serapilheira com as fertilizações, os tratamentos têm seus efeitos otimizados podendo alcançar maiores produtividades.

Diante disso, adoção de práticas que visem a manutenção dos resíduos da colheita associadas com as fertilizações promovem ganhos em produtividade contribuindo também para a sustentabilidade florestal (Bellote et al., 2008; São José et al., 2020; Barros et al., 2021; Ferreira, 2021).

Levando em consideração que o solo da área experimental pode ser considerado de baixa fertilidade natural, os resultados obtidos podem estar relacionados a melhora do sítio devido a manutenção dos resíduos da colheita e serapilheira (R1 e R2) e as fertilizações (A1 e A2) que contribuíram com quantidades significativas de nutrientes suprimindo a demanda das plantas refletindo assim no aumento da produtividade.

Em relação as curvas de produção, as significâncias do teste de identidade de modelo para as equações ajustadas reforçam que a manutenção dos resíduos da colheita e serapilheira e as fertilizações são fundamentais para a sustentabilidade do sítio florestal, pois tanto os resíduos da colheita quanto as fertilizações associados ou não promoveram ganhos em volume de tronco (exceto o tratamento sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) associado a baixa fertilização (A0)). Além disso, estes ajustes nos permitem escolher o manejo mais adequado a ser empregado pensando em longo prazo e nas diretrizes para futuras implantações florestais.

#### *4.2 Massa da matéria seca dos componentes das árvores, coeficiente de utilização biológica (CUB) e eficiência de uso dos nutrientes (EU)*

Segundo Barros et al. (1986), a eficiência de uso de nutrientes pode variar em relação a idade, espécie ou clone e a disponibilidade de nutrientes no solo. No presente estudo, de modo geral, em ambas as áreas, as plantas que receberam os tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e serapilheira (R1, R2), a média fertilização (A1) e a alta fertilização (A2) foram mais eficientes na conversão dos nutrientes absorvidos em massa de matéria seca de parte aérea. Esta maior eficiência de uso de nutrientes pode ter contribuído para os ganhos em volume de tronco.

Da mesma forma, Cardoso (2020) verificou para plantios comerciais de eucalipto que as plantas que receberam fertilização mineral foram mais eficientes em converter os nutrientes P, K, Ca e Mg em lenho. Já Silva et al. (2020) observaram em plantios de eucalipto manejados sob alto fuste e talhadia que as plantas que

receberam fertilização mineral apresentaram maior eficiência de uso de N, P, Ca, Mg e S. Enquanto Barros (2019), estudando povoamentos de eucaliptos em alto fuste e talhadia observou para alto fuste que a manutenção de resíduos da colheita promoveu a maior eficiência de uso de N, S e Cu. Por outro lado, na talhadia o tratamento envolvendo os resíduos da colheita e a fertilização mineral aumentou a eficiência de uso de N, Ca, S, Mn e B, refletindo diretamente sobre a produtividade de madeira. Esta autora associou os resultados obtidos na talhadia a melhora das condições da área experimental devido a adição dos resíduos da colheita.

#### *4.3 Fertilidade do solo e conteúdo de nutrientes nas plantas*

Os teores de nutrientes no solo e o conteúdo de nutrientes nas plantas variaram em ambas as áreas (FS e HF). Para N, na área FS, os maiores teores no solo estavam associados aos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1), com resíduo da colheita e com serapilheira (R2), média fertilização (A1) e alta fertilização (A2).

Já o conteúdo de N, estava relacionado aos tratamentos média fertilização (A1) e alta fertilização (A2). As formas de entrada de N no sistema solo-planta podem ocorrer devido a fertilizações minerais e/ou orgânicas (Cantarella, 2007).

No trabalho realizado por Barreto et al. (2012) sobre o balanço de N em solos sob plantações de eucalipto foi verificado que o N presente na serapilheira, na biomassa microbiana do solo e no solo na forma mineral, contribuem com diferentes níveis de N e quando são associados, atendem as demandas de N do eucalipto para rotações futuras, principalmente em solos de baixa fertilidade natural.

Já O'Connell et al. (2004) observaram em plantios de *Eucalyptus globulus* que a manutenção dos resíduos florestais irá contribuir com parte do N para atender a demanda das plantas, havendo também a necessidade de realizar fertilizações nitrogenadas visando alcançar maiores taxas de crescimento. Assim, os resultados observados podem ser justificados pelas quantidades de materiais vegetais recebidos nos tratamentos sem resíduo da colheita e com serapilheira (R1) e com resíduo da colheita e com serapilheira (R2), bem como, pelas doses de fertilizantes nos tratamentos baixa fertilização (A0), média fertilização (A1) e alta fertilização (A2).

Já na área HF, os maiores valores de teores de N no solo estavam relacionados aos tratamentos sem resíduo de colheita e sem serapilheira (R0) e

baixa fertilização (A0). Esses resultados podem estar relacionados ao maior teor inicial de N no solo no tratamento sem resíduo da colheita e sem serapilheira (R0) quando comparado aos demais (R1 e R2).

Quanto ao conteúdo de N nas plantas, os resultados obtidos estão relacionados as doses de fertilizantes recebidas nos tratamentos média fertilização (A1) e alta fertilização (A2) e a manutenção dos resíduos da colheita e serapilheira (R1 e R2). Jesus et al. (2012) também verificaram aumento no conteúdo de N nas plantas devido a resposta à fertilização nitrogenada.

Para o P, na área FS, a manutenção dos resíduos da colheita e serapilheira (R2) promoveu o aumento dos teores desse nutriente no solo. Por outro lado, na área HF, os maiores teores de P no solo estavam associados as fertilizações. Enquanto para o conteúdo de P nas plantas, em ambas as áreas, de modo geral, os maiores valores estavam relacionados as maiores fertilizações (A2 e A1) e a manutenção dos resíduos da colheita e serapilheira (R2 e R1).

A aplicação de fertilizantes no solo e fontes orgânicas tais como resíduos orgânicos e/ou MOS são formas de entradas de P no sistema solo-planta (Novais et al., 2007). Corroborando com esta questão, o trabalho de Mello Cunha et al. (2007) estudando o conteúdo de P orgânico total e as frações lábeis de P no solo, em duas florestas naturais, em um povoamento de *Corymbia citriodora* e em pastagens, observaram que os solos sob coberturas florestais apresentaram maior teor de fósforo orgânico (total e lábil) quando comparado com solos sob pastagens.

Já Barros (2019) observou que as fertilizações minerais em plantios de eucalipto proporcionaram maiores teores de P no solo e promoveram o maior conteúdo desse nutriente nas plantas. Enquanto Ferreira (2021) verificou que a manutenção dos resíduos da colheita e as fertilizações em plantios de eucalipto influenciaram os teores de P no solo. Por outro lado, os maiores conteúdos de P nas plantas estavam relacionados as fertilizações minerais.

Diante do exposto, os resultados observados no presente estudo podem ser justificados pelas doses de P recebidas via fertilização bem como a manutenção dos resíduos da colheita e serapilheira.

Para K, em ambas as áreas FS e HF, os maiores valores de teores no solo e o conteúdo das plantas estavam associados as maiores fertilizações (A2 e A1) e a manutenção dos resíduos da colheita (R2 e R1). As formas de entradas do K no

sistema solo-planta podem ocorrer por meio das fertilizações, pela decomposição das fontes orgânicas depositados sobre o solo e a MOS (Ernani et al., 2007; Dechen & Nachtigall, 2007). Diante disso, os resultados obtidos podem ser justificados pelas doses de K via fertilização e a manutenção dos resíduos da colheita e serapilheira. Vale ressaltar que quando a amostragem de planta e solo foi realizada quantidades significativas do K já haviam sido liberadas do resíduo da colheita e serapilheira.

Resultados semelhantes ao do presente estudo foram verificados por Ferreira (2021) para plantios comerciais de eucalipto em que a manutenção dos resíduos da colheita e as fertilizações minerais levaram a maiores teores de K no solo e no conteúdo nas plantas.

Já na revisão de literatura de Silveira et al. (2005) sobre a nutrição e a fertilização potássica em plantios de *Eucalyptus* em diferentes localidades do Brasil foi observado que a fertilização potássica é essencial em solos florestais pois boa parte dos solos brasileiros são altamente intemperizados e com baixos teores de K. Estes autores ressaltam a importância de repor os nutrientes que são exportados com a colheita florestal através de práticas como a manutenção dos resíduos da colheita por meio do descascamento das árvores no campo visando manter a sustentabilidade do sítio e em algumas situações diminuir a quantidade de fertilizante a ser aplicada na próxima rotação.

Em relação ao Ca, na área FS, nas camadas superficiais não houve efeito significativo dos tratamentos. Para área HF, houve efeito da manutenção dos resíduos da colheita sobre os teores de Ca no solo, sendo os maiores valores observados para o tratamento com resíduo da colheita e serapilheira (R2). Estes resultados podem ser justificados pela presença da casca no resíduo da colheita que apresenta quantidades significativas de Ca. Da mesma forma, Paes et al. (2013) e Barros (2019) também verificaram aumento dos teores de Ca devido a manutenção dos resíduos da colheita.

Em relação ao conteúdo de Ca nas plantas, na área FS, os maiores valores estavam associados aos tratamentos sem resíduo da colheita e serapilheira (R0) e a média fertilização (A1). Barros (2019) também verificou o acúmulo de Ca nas árvores de eucalipto que receberam fertilização mineral. Este resultado pode estar associado a uma aceleração na taxa de decomposição dos resíduos na presença de fertilizantes consequentemente com o aumento da disponibilidade de Ca.

Para o Mg, em ambas as áreas, de modo geral, os maiores valores de teores no solo estavam relacionados aos tratamentos com resíduo da colheita e serapilheira (R2) e a alta fertilização (A2). Da mesma forma, Paes et al. (2013), Barros (2019) e Ferreira (2021) também verificaram aumento dos teores de Mg no solo devido as fertilizações e a manutenção dos resíduos da colheita.

Quanto ao conteúdo de Mg na planta, na área FS, os maiores valores estavam associados ao tratamento com média fertilização (A1). Jesus et al. (2012) também verificaram comportamento semelhante de aumento do conteúdo de Mg no eucalipto devido a aplicação de fertilização nitrogenada. Assim, os resultados de aumento de conteúdo de Mg nas plantas podem estar relacionados a uma aceleração na taxa de decomposição dos resíduos na presença de fertilizantes consequentemente com o aumento da disponibilidade de Mg.

Quanto ao S, na área FS, de modo geral, os valores teores no solo estavam associados a manutenção da serapilheira (R1) e as fertilizações (A0, A1 e A2). Já na área HF, os maiores teores de S no solo estavam relacionados a manutenção dos resíduos da colheita e serapilheira (R2 e R1).

Em relação ao conteúdo de S nas plantas, em ambas as áreas, de modo geral, os maiores valores de conteúdo estavam relacionados a manutenção dos resíduos da colheita e serapilheira (R2 e R1) e a média (A1) e alta fertilização (A2). As formas de entradas de S no sistema solo-planta podem ocorrer a partir de resíduos orgânicos e fertilizantes (Alvarez V. et al., 2007). Diante disso, esses resultados podem ser justificados pela manutenção dos resíduos da colheita e serapilheira, bem como as doses de fertilizantes aplicados.

Em relação aos micronutrientes, de modo geral em ambas as áreas para Fe, Mn, Zn, B e Cu (área FS) os maiores teores no solo e o aumento do conteúdo destes nutrientes nas plantas estavam relacionados a manutenção dos resíduos da colheita e/ou serapilheira, a média (A1) e/ou alta fertilização (A2). A adição de nutrientes N, P e K pode ter favorecido a decomposição dos resíduos da colheita e da serapilheira e consequentemente a disponibilização dos micronutrientes.

Diante dos resultados obtidos, de modo geral, pode-se dizer que os resíduos da colheita e as fertilizações quando associadas ou não podem contribuir para a manutenção da fertilidade do solo dependendo do nutriente e aumentar o conteúdo de nutrientes das plantas. Da mesma forma, alguns estudos ressaltam a importância

da manutenção dos resíduos da colheita e serapilheira e das fertilizações visando a conservação e a manutenção ou melhora da fertilidade do solo (Gonçalves et al., 2007; Kumaraswamy et al., 2014; Côrrea et al., 2016; Dick et al., 2017).

## 5. CONCLUSÕES

De modo geral, em ambas as áreas, a massa de matéria seca e o conteúdo de nutrientes das árvores, o coeficiente de utilização biológica (CUB), o índice de eficiência nutricional (EU), a fertilidade do solo e o crescimento e produção são influenciados positivamente pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e serapilheira e as fertilizações.

A manutenção de resíduos da colheita potencializa o efeito positivo das fertilizações e vice-versa.

Os resultados obtidos no presente estudo são aplicáveis para o clone *E.urophylla* x *E.grandis* para as condições fisiográficas da região de Telêmaco Borba-PR. Recomenda-se que outros estudos sejam desenvolvidos em outras regiões com diferentes clones para verificar se as respostas em relação a manutenção dos resíduos da colheita e serapilheira e as fertilizações serão similares, uma vez que o ganho é genótipo dependente.

## REFERÊNCIAS

- ACHAT, D.L., DELEUZE, C., LANDMANN, G., POUSSE, N., RANGER, J., AUGUSTO, L. Quantifying consequences of removing harvesting residues on forest soils and tree growth – A meta-analysis. **Forest Ecology and Management**, v. 348, p.124–141, 2015.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n.6, p.711–728, 2013.
- ALVAREZ V, V.H.; ROSCOE, R.; KURIHARA, C.H.; PEREIRA, N.F. Enxofre. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.LF.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.551-594, 2007.
- ALVAREZ V, V. H.; DIAS, L.E.; RIBEIRO JR., E.S.; SOUZA, R.B. & FONSECA, C.A. **Métodos de análises de enxofre em solos e plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 131p.
- BARRETO, P.A.B.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; BARROS, N.F. Nitrogen balance in soil under eucalyptus plantations. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.1239-1248, 2012.

BARROS, I.B. **Adubação e manejo de resíduos em florestas plantadas de eucalipto em solos leves da região central do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2019.

BARROS, I.B.; CAVALCANTE, V.S.; MOULIN, A.S.; SILVA, I.R.; BARROS, N.F. VERGÜTZ, L.; VALADARES, S.V. Integrating forest residue and mineral fertilization: effects on nutrient acquisition, nutrient use efficiency and growth of eucalypt plants. **Forest Ecology and Management**, v. 496, 2021.

BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; TEIXEIRA, J.L.; FERNANDES FILHO E.L. NUTRICALC 2.0-Sistema para cálculo del balance nutricional y recomendación de fertilizantes para el cultivo de eucalipto. **Bosque**, v.16, p. 129-131, 1995.

BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; CARMO, D.N.; NEVES, J.C.L. Classificação nutricional de sítios florestais: descrição de uma metodologia. **Revista Árvore**. V.10, p.112-120, 1986.

BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F. Recomendações de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. In: **Nutrição e fertilização de florestas**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), cap.9, p. 269-286, 2000.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas, Instituto Agrônomo, 48p, 1983. (Boletim Técnico).

BELLOTE, A.F.J.; DEDECEK, R.A.; SILVA, H.D. da. Nutrientes minerais, biomassa e deposição de serapilheira em plantio de *Eucalyptus* com diferentes sistemas de manejo de resíduos florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**. v. 56, p.31–41, 2008.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.375-470, 2007.

CAMARGO, M.L.P.; CRISTIANO MORAES, C.B.; RI, E.S.; GUERRINI, I.A.; MELLO, E.J.; ODA, S. Considerações sobre eficiência nutricional em *Eucalyptus*. **Científica**, v.32, n.2, p.191-196, 2004.

CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H.G. **Mensuração Florestal** – Perguntas e Respostas. 5ª edição. Viçosa: Editora UFV, 2017.

CARDOSO, M. C. **Balanco nutricional e matéria orgânica do solo em plantios de eucalipto com diferentes fertilizações em solo arenoso de Cerrado**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2020.

CORRÊA, R.S.; SCHUMACHER, M.V.; MOMOLLI, D.R. Deposição de serapilheira e micronutrientes ao longo das estações do ano em um plantio de eucalipto

estabelecido sobre pastagem natural degradada no bioma pampa. **Scientia Forestalis**, v.44, n.110, p.435-442, 2016.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.LF.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.91-132, 2007.

DEDECEK, R.A.; BELLOTE, A.F.J.; MENEGOL O. Influence of residue management and soil tillage on second rotation Eucalyptus growth. **Scientia Forestalis**. v.74, p.09-17, 2007.

DEFELIPO, B. V. & RIBEIRO, A. C. **Análise química do solo (metodologia)**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 26p, 1997. (Boletim de extensão 29).

DICK, G.; SCHUMACHER, M.V.; MOMOLLI, D.R.; GUIMARÃES, C.C.; SOUZA, H.P.; LUDVICHAK, A.A. Micronutrients and biomass in *Eucalyptus dunnii* maiden stand. **Revista Árvore**, v.41, n.1, 2017.

ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A.; SANTOS, F.C. Potássio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.LF.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.551-594, 2007.

DEMOLINARI, M. DE S.M.; DE SOUSA, R.N.; DA SILVA, I.R.; TEIXEIRA, R. DA S.; NEVES, J.C.L.; MENDES, G. DE O. Effect of mineral nitrogen on transfer of <sup>13</sup>C-carbon from *Eucalyptus* harvest residue components to soil organic matter fractions. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**.v.41, p.1–12, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 2nd ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solos**.3.ed. Brasília, Embrapa Solos, 2017. 573p.

FERREIRA, A.C.F. **Efeito do manejo de resíduos da colheita e da adubação no crescimento do eucalipto, na absorção de nutrientes e nas frações de fósforo do solo**.2021. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) –Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2021.

FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. **ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Portuguese). R package version 1.2.0**. 2018. <https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes.pt>

GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.2, p.193-207, 2002.

GAMA-RODRIGUES, E.F.; A.C. d GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F. Biomassa microbiana de carbono e de nitrogênio de solos sob diferentes coberturas florestais. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.361-365, 1997.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J.L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V.A.G.; GAVA, J.L. Reflexo do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: **Nutrição e fertilização de florestas**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), cap.1, p. 1-56, 2000.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; WICHERT, M.C.P.; GAVA, J.L. Manejo de resíduos vegetais e preparo de solo. In: **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), p.131–204, 2002.

GONÇALVES, J.L.M.; WICHERT, M.C.P.; GAVA, J.L.; MASETTO, A.V.; ARTHUR JUNIOR, J.C., SERRANO, M.I.P.; MELLO, S.L.M. Soil fertility and growth of *Eucalyptus grandis* in Brazil under different residue management practices. **Southern Hemisphere Forestry Journal**, v.69, n.2, p.95–102, 2007.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; LACLAU, J.P.; BOUILLET, J.P.; RANGER, J. Assessing the effects of early silvicultural management on long-term site productivity of fast-growing eucalypt plantations: the Brazilian experience. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, v.70, n. 2, p.105-118, 2008.

GONÇALVES, J.L.M.; ALVARES, C.A.; HIGA, A.R.; SILVA, L.D.; ALFENAS, A.C.; STAHL, J.; E, FERRAZ, S.F.B.; LIMA, W.P.; BRANCALION, P.H.S.; HUBNER. A.; BOUILLET. J.P.D.; LACLAU, J.P.; NOUVELLON, Y.; EPRON, D. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, v.301, p.6–27, 2013.

JESUS, G.L.; BARROS, N.F.; SILVA, I.R. DA.; NEVES, J.C.L.; HENRIQUES, E.O.; LIMA, V.C.; FERNANDES, L.V.; SOARES, E.M.B. Doses e fontes de nitrogênio na produtividade do eucalipto e nas frações da matéria orgânica em solo da região do cerrado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.201-214, 2012.

KLABIN, 2020. Plano de Manejo Florestal Telêmaco Borba-PR: Resumo Público 2020.

KUMARASWAMY, S.; MENDHAM, D. S.; GROVE, T. S.; O'CONNELL, A. M.; SANKARAN, K. V.; RANCE, S. J. Harvest residue effects on soil organic matter, nutrients and microbial biomass in eucalypt plantations in Kerala, India. **Forest Ecology and Management**, v. 328, p. 140–149, 2014.

LACLAU, J.P.; LEVILLAINA, J.; DELEPORTEA, P.; NZILA, J.D.; BOUILLET, J.P.; ANDRÉA, S.A.; VERSINI, A.; MARESCHALA, L.; NOUVELLON, Y.; M'BOUB, A.T.; RANGER, J. Organic residue mass at planting is an excellent predictor of tree growth in *Eucalyptus* plantations established on a sandy tropical soil. **Forest Ecology and Management**, v.260, p.2148–2159, 2010.

MELLO CUNHA, G.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; SANTOS COSTA, G.; XAVIER VELLOSO, A.C. Fósforo orgânico em solos sob florestas montanas, pastagens e eucalipto no Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 4, p. 667-672, 2007.

MENDHAM, D.S.; O'CONNELL, A.M.; GROVE, T.S.; RANCE, S.J. Residue management effects on soil carbon and nutrient contents and growth of second rotation eucalypts. **Forest Ecology and Management**, v.181, p.357–372, 2003.

MENDHAM, D. S. et al. Repeated harvest residue removal reduces *E. globulus* productivity in the 3rd rotation in south-western Australia. **Forest Ecology and Management**, v.329, p.279-286, 2014.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.LF.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.471-550, 2007.

PAES, F.; LIMA, A.; VALENTE, S.; MIGUEL, A.; LIMA, N.; EIJI, R. Impacto do manejo dos resíduos da colheita, do preparo do solo e da adubação na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p.1081–1090, 2013.

O'CONNELL, A.M.; GROVE, T.S.; MENDHAM, D.S.; RANCE, S.J. Impact of harvest residue management on soil nitrogen dynamics in *Eucalyptus globulus* plantations in south western Australia. **Soil Biology & Biochemistry**, v.36, p.39–48, 2004.

OLSON, J. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems published by : Ecological Society of America Stable. **Ecology**, v. 44, n. 2, p. 322–331, 1963.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2020. URL <https://www.R-project.org/>.

ROCHA, J.H.T., GONÇALVES, J.L.D.M., BRANDANI, C.B; FERRAZ, A.V; FRANCI, A.F; MARQUES, E.R.G; JUNIOR, C.A; HUBNER, A. Forest residue removal decreases soil quality and affects wood productivity even with high rates of fertilizer application. **Forest Ecology and Management**, v.430, p.188–195, 2018.

ROCHA, J.H.T., GONÇALVES, J.L.D.M., GAVA, J.L., GODINHO, T.D.O., MELO, E.A.S.C., BAZANI, J.H., HUBNER, A., ARTHUR JUNIOR, J.C., WICHERT, M.P. Forest residue maintenance increased the wood productivity of a *Eucalyptus* plantation over two short rotations. **Forest Ecology and Management**, v.379, p.1–10, 2016.

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; HATSCHBACH, G.G. As unidade fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, v.24, n.1, p.75-92, 2002.

RODRIGUES, F.A.V.; ALVAREZ V, V.H.; BARROS, N.F.; SILVA, I.R.; NEVES, J.C.L. Produtividade de eucalipto aos 18 meses de idade, na região do Cerrado, em

resposta à aplicação de cálcio, via calcário e gesso agrícola. **Scientia Forestalis**, v.44, n.109, p.67-74, 2016.

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.

SANTANA, R.C.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; LEITE, H.G.; COMERFORD, N.B. Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2723-2733, 2008, Número Especial.

SANTIAGO, F.L.S.; REZENDE, M.A. Aproveitamento de resíduos florestais de *Eucalyptus* spp na indústria de fabricação de celulose para geração de energia térmica e elétrica. **Revista Energia na Agricultura**, vol. 29, n.4, p.241-253, 2014.

SANTOS, A.C.A; FARDIN, L.P.; NETO, R.R.O. **Teste de Hipótese em Análise de Regressão**. Novas edições acadêmicas, 65p, 2017.

SÃO JOSÉ, J.F.B.; VARGAS, L.K.; BAYER, C.; LISBOA, B.B.; ARAÚJO, E.F. Initial Growth and Nutrition of Eucalyptus Under Different Management of Harvest Residues. **Floresta e Ambiente**. v.27, p.1-8, 2020.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H. **Análise química em plantas**. Piracicaba, ESALQ, 1974, 56p.

SIDDIQUI, M.Y.; GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, v.4, p.289-302, 1981.

SILVA, P.H.M.; POGGIANI, F.; LIBARDI, P.L.; GONÇALVES, A. N. Fertilizer management of eucalypt plantations on sandy soil in Brazil: Initial growth and nutrient cycling. **Forest Ecology and Management**, v.301, n.1, p.67-78, 2013.

SILVA, L.; SANTANA, R.; GOMES, F.; OLIVEIRA, M.; FREITAS, G. Fertilization of eucalyptus stands at advanced ages in Minas Gerais, Brazil. **Floresta e Ambiente**, v.26, n.3, p. 1–11, 2019.

SILVA, N.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L.; SCHULTHAIS, F.; NOVAIS, R.F.; MATTIELLO, E.M. Yield and Nutrient Demand and Efficiency of Eucalyptus under Coppicing Regime. **Forests**, v.11, n.852, 2020.

SILVEIRA, R.L.V.A.; GAVA, J.L.; MALAVOLTA, E. Nutrição e Adubação Potássica em *Eucalyptus*. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. **Potássio na Agricultura Brasileira**. Editora KP Potafos, 841p, 2005.

SOARES, C.P.B.; NETO, F.P.; SOUZA, A.L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. 2ª edição. Viçosa: Editora UFV, 2011.

VIDAL, ANDRÉ CARVALHO FOSTER; HORA, ANDRÉ BARROS DA. Perspectivas do setor de biomassa de madeira para a geração de energia. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 33 , p. 261-314, mar. 2011.

YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, n. 19, p.1467-1476, 1988.

## CONCLUSÕES GERAIS

As práticas de manejo de resíduos da colheita e as fertilizações podem contribuir positivamente para o crescimento, a produção e o estado nutricional do eucalipto. Diante disso, este trabalho traz informações sobre como os resíduos provenientes de distintos métodos da colheita associados com a fertilização mineral influenciam a densidade, a superfície e o comprimento radicular e a relação destes parâmetros com as características químicas e a densidade do solo (capítulo 1), a massa e área foliar, os teores e a redistribuição de nutrientes nos períodos de verão e inverno (capítulo 2), a massa de matéria seca das árvores, o coeficiente de utilização biológica (CUB), o índice de eficiência nutricional (EU), a fertilidade do solo e o crescimento e produção de plantios comerciais de eucalipto (capítulo 3) na região de Telêmaco Borba-PR-Brasil.

Como principais conclusões tem-se:

- a manutenção de resíduo da colheita e serapilheira promove o aumento da densidade de raízes dependendo da profundidade do solo avaliada. A densidade, a superfície e o comprimento radicular diminuem com o aumento da profundidade do solo e oitenta por cento das raízes se concentram nos primeiros 20 cm de profundidade do solo, independente da área avaliada.
- os teores e a redistribuição de nutrientes variam em relação ao nutriente considerado, ao período de coleta e aos tratamentos empregados (manutenção dos resíduos da colheita e serapilheira e/ou fertilizações), sendo que as fertilizações proporcionam maior massa e área foliar para as plantas de ambas áreas (FS e HF).
- A redistribuição de Ca, B e Mn é negativa em ambas as áreas e períodos de coleta. Para os demais nutrientes analisados não há uma tendência definida para redistribuição.
- a massa de matéria seca e o conteúdo de nutrientes nas árvores, o coeficiente de utilização biológica (CUB), o índice de eficiência nutricional (EU), a fertilidade do solo e o crescimento e produção são influenciados positivamente pelos tratamentos envolvendo os resíduos da colheita e serapilheira e as fertilizações.
- a manutenção de resíduos da colheita potencializa o efeito positivo das fertilizações e vice-versa.

Espera-se que os dados apresentados possam auxiliar na adoção de práticas mais sustentáveis no manejo de plantações de eucalipto, no entanto, deve-se levar em consideração que as informações obtidas no presente estudo são aplicáveis para o clone I144 para as condições fisiográficas da região de Telêmaco Borba-PR. Assim, estudos são necessários em distintas regiões com outros clones para verificar se as respostas em relação a manutenção dos resíduos da colheita e serapilheira e as fertilizações serão similares, uma vez que o ganho é genótipo dependente.