

CAROLINA BRAGA BRANDANI

**DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE EUCALIPTO E EFLUXO DE C-CO₂
EM SOLOS EM DIFERENTES LOCAIS DO BRASIL**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

CAROLINA BRAGA BRANDANI

**DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE EUCALIPTO E EFLUXO DE C-CO₂
EM SOLOS EM DIFERENTES LOCAIS DO BRASIL**

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

APROVADA: 12 de fevereiro de 2010

Prof. Roberto Ferreira de Novais
(Coorientador)

Prof. Ivo Jucksch

Prof. Nairam Félix de Barros

Prof. Haroldo Nogueira de Paiva

Prof. Ivo Ribeiro da Silva
(Orientador)

Aos meus pais, por sempre acreditarem que a maior herança de um filho é a educação.

Com amor dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo presente da vida e pelas pessoas que foram colocadas em meu caminho.

Aos meus pais Antônio e Hildacir, pelo amor incondicional e apoio constante.

Aos meus irmãos Lucas e Nathália, por todos os momentos compartilhados.

Ao Cândido pela compreensão, incentivo e amor.

Aos meus amigos que souberam compartilhar as alegrias e as dificuldades que a vida acadêmica traz, em especial à Marcinha e Glaucia.

Àqueles amigos que mesmo distante se fizeram presentes.

Pelos erros e acertos que me fizeram crescer.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Solos pelas oportunidades que recebi.

Ao professor Nairam Félix de Barros e à pesquisadora Karina Pulrolnik pela primeira oportunidade na vida acadêmica.

Ao CNPq e ao programa NUTREE pela bolsa de estudos concedida e pelo apoio financeiro para pesquisa.

Ao professor Ivo Ribeiro da Silva pela orientação, aprendizado, colaboração e compreensão para o desenvolvimento da dissertação.

Aos professores Júlio César Lima Neves e Roberto Ferreira de Novais pela orientação, colaboração e sugestões para o desenvolvimento da dissertação.

Aos professores João Carlos Ker e Vítor Hugo Alvarez V., pelo exemplo profissional e ensinamentos.

Ao Ivan, Robert, Lucas, Laísa, Luis Fernando e Drucylla que contribuíram muito para a realização desse trabalho.

Aos funcionários e amigos do Laboratório de Isótopos Estáveis e de Solos Florestais: Sr. Cardoso, Beto, João Milagres, Geraldo Vítor, Fernanda Schulthais, Fabrício, Leonardus, Emanuelle, Aline, Fernanda Caparelli, Silvano, Guilherme, Marilise, Felip, Vitor, Dener, Itamar, e, Poliana, pelo ótimo convívio, alegria e momentos compartilhados.

À Fernanda Schulthais pela nossa amizade sincera e exemplo de dedicação.

Enfim, a todas as pessoas que acreditaram em mim.

Muito Obrigada!!!

BIOGRAFIA

Carolina Braga Brandani, filha de Antônio Braga Brandani e Hildacir Izabel da Silva Brandani, nasceu em 24 de Março de 1983 no Município de São José dos Campos, São Paulo.

Em 2000, concluiu o ensino médio no Collegium Illuminati-CVP em São José dos Campos, SP.

Em 2002, iniciou o curso de Engenharia Florestal, na Universidade Federal de Viçosa, sendo o mesmo concluído em Março de 2007.

Em Março de 2008, ingressou no Programa de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa em Fevereiro de 2010.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS	4
Condições experimentais e tratamentos.....	4
Evolução de C-CO ₂ e razão isotópica ¹³ C/ ¹² C-CO ₂	5
Matéria seca remanescente e tempo de meia-vida	7
Carbono e nitrogênio lábeis dos solos	7
Análises estatísticas.....	8
RESULTADOS	9
Matéria seca remanescente e tempo de meia-vida.....	9
Evolução de C-CO ₂ e C-CO ₂ derivado do resíduo.....	14
Carbono e nitrogênio lábeis dos solos.....	20
DISCUSSÃO	24
Matéria seca remanescente e tempo de meia-vida.....	24
Evolução de C-CO ₂ e C-CO ₂ derivado do resíduo.....	26
Carbono e nitrogênio lábeis dos solos.....	29
CONCLUSÕES	31
LITERATURA CITADA	32
APÊNDICE	39

RESUMO

BRANDANI, Carolina, Braga, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, Fevereiro de 2010. **Decomposição de resíduos de eucalipto e efluxo de C-CO₂ em solos em diferentes locais do Brasil.** Orientador: Ivo Ribeiro da Silva. Coorientadores: Júlio César Lima Neves e Roberto Ferreira de Novais.

Os plantios de eucalipto geram grande quantidade de resíduos após a colheita das árvores. Esses resíduos quando deixados no solo podem ser potenciais contribuintes para a estabilização de C nas frações da matéria orgânica, ou fonte de CO₂ para a atmosfera. Entretanto, a decomposição dos resíduos é complexa, e envolve mudanças químicas do substrato e na sucessão de microrganismos capazes de utilizar resíduos com composições distintas. Além disso, as características de solo e clima e, o tipo de manejo adotado, também podem ter forte influência sobre a taxa de decomposição dos resíduos da colheita. Neste contexto, conduziu-se um experimento de campo em seis diferentes locais do Brasil; Eunápolis-BA, Aracruz-ES, Belo Oriente, Virnigópolis, Três Marias e João Pinheiro – MG. O objetivo foi avaliar as taxas de decomposição dos resíduos de eucalipto e o efluxo de C-CO₂ dos solos, adotando-se diferentes manejos. Ao invés de usar litter bags, tubos de policloreto de vinila (PVC) com 15cm de diâmetro e 15 cm de altura foram inseridos até 10 cm de profundidade no solo e, em seguida, foi feita a aplicação dos tratamentos. Os tratamentos consistiram de um fatorial 2x2x3 (com e sem adição de 200 kg/ha de N na forma de nitrato de amônio, com resíduos mantidos a superfície ou incorporados a cinco cm de profundidade, na ausência de resíduos, resíduos sem casca e resíduos com casca). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, em quatro repetições. Os tubos permaneceram no campo durante 0, 90, 180 e 365 dias, ocasiões em que foram escavados, transportados imediatamente para o laboratório e incubados em sala de respirometria para a avaliação da evolução de C-CO₂. A contribuição dos resíduos de eucalipto para o CO₂ respirado foi feita com base na variação natural da razão ¹³C/¹²C-CO₂. Posteriormente, os resíduos foram separados do solo, secos à temperatura de 65 °C e, pesados para a mensuração da matéria seca remanescente (MSREM) nos quatro tempos avaliados. Equações exponenciais foram ajustadas aos dados de MSREM, as quais possibilitaram estimar os tempos médios de meia-vida (t_{1/2}) do resíduo no campo. Observou-se que nas regiões onde o solo é arenoso, a taxa

de decomposição dos resíduos da colheita de eucalipto foi maior, a estabilização do C derivado do resíduo menor e os teores de C e N lábeis menores. A adubação nitrogenada resultou em menor contribuição do resíduo de eucalipto para o efluxo de C-CO₂ (resultando em maior estabilização do C derivado do resíduo) e maiores teores de N lábil. A incorporação de resíduos de eucalipto ao solo acelerou sua decomposição e, na ausência de casca, aumentou a contribuição do resíduo para o CO₂ respirado, apontando para menor estabilização desses nos solos. A presença de casca resultou em maior evolução de C-CO₂, mas, reduziu a contribuição dos resíduos para o C-CO₂ respirado, indicando maior estabilização do C do resíduo na MOS, especialmente nos solos mais arenosos.

ABSTRACT

BRANDANI, Carolina, Braga M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2010. **Decomposition of eucalyptus residue and C-CO₂ efflux from soils at different locations in Brazil** Adviser: Ivo Ribeiro da Silva. Co-advisers: Júlio César Lima Neves and Roberto Ferreira Novais.

The eucalypt plantations generate a large amount of residues after the tree harvest. The residues, when left on the soil may become a potential contributor to the C fraction of soil organic matter, or CO₂ to the atmosphere. The Residue decomposition is complex and it leads to causes changes in the chemical composition and in the microorganism succession that is able to use the residue with distinct compositions. In addition, the soil and climate characteristics and the tillage adopted may have strong influence on the decomposition rate of the harvest residue. In this context, a field experiment was carried out at six different locations in Brazil: Eunápolis-BA, Aracruz-ES, Belo Oriente, Virnigópolis, Três Marias e João Pinheiro – MG. The purpose was to evaluate the decomposition rate of the eucalyptus residues and the soil C-CO₂ efflux under different managements tillage. Instead of using litter bags, tubes of polyvinyl chloride (PVC) with 15 cm of diameter and 15 cm length, were inserted 10 cm deep into the soil, and then, the treatments applied. The treatments consisted of a 2x2x3 factorial combinations (with and without the addition of 200 kg/ha of N as ammonium nitrate with residue kept on the surface or incorporated in the soil at a depth of 5 cm, in the absence of residue, residue with or without. The experimental design was randomized blocks with plots split in time, with four repetitions. The tubes were kept in the field during 0, 90, 180 e 365 days, occasions at which they were excavated, immediately transported to the laboratory and incubated in a respirometry room, so that the evolution of de C-CO₂ could be assessed. The eucalypt residues contribution to respired CO₂ was estimated based on the natural variation of ¹³C/¹²C-CO₂. Subsequently, the residue was separated from the soil, dried at 65 °C and weighted to obtain the residual dry matter (MSREM) in the four assessed time intervals. Exponential equations were fitted to the MSREM data, which, enabled the assessment half-life (t_{1/2}) of the residue. It was observed that in regions where the soil is sandy, the rate of the harvest residue decomposition was greater, the stabilization of C derived from the eucalypt residue was smaller and the labile C and N contents were smaller. The N fertilization resulted in a smaller

contribution of eucalypt residue to the C- CO₂ efflux (resulting in a greater stabilization of residue - derived C) and greater content of labile N. The incorporation of eucalypt residue into the soil accelerated its decomposition and, in the absence of bark, increased the residue contribution to the respired CO₂, indicating a smaller stabilization in the soil. The presence of bark resulted in a greater C-CO₂ evolution; however, it reduced the contribution of the respired CO₂, indicating greater C residue stabilization in SOM, especially in sandier soils.

INTRODUÇÃO

A compreensão dos fatores que regulam a decomposição de resíduos da colheita em sistemas florestais é importante para a escolha de técnicas de manejo silvicultural que favoreçam a estabilização do C em frações da matéria orgânica do solo (MOS).

A decomponibilidade de resíduos é complexa e envolve agentes químicos, físicos e biológicos, resultando em mudanças na composição química do substrato (Nierop, 1998) e na sucessão de microrganismos capazes de decompor esses resíduos (Berg, 2000; Berg & McLaugherty, 2008). Desse modo, a qualidade do resíduo é fundamental não apenas na determinação da sua dinâmica de decomposição, mas também por influenciar a quantidade de C e N do resíduo que é mantida no solo na forma de MOS mais estável. No solo as formas mais recalcitrantes predominam em termos quantitativos e constituem um compartimento que desempenha função relevante no seqüestro de C com prolongado tempo de residência (Stevenson, 1994; Dijkstra et al., 2004; Silva & Mendonça, 2007; Berg & McLaugherty, 2008).

Considerando o recente aumento das doses de N no setor florestal, é importante determinar o efeito deste nutriente na MOS. Estudos em condições temperadas têm verificado o favorecimento da estabilização da MOS pela maior disponibilidade de N nas rotas de humificação e na formação de compostos mais estáveis (Neef et al., 2002; Sjöberg et al., 2004; Moran et al., 2005; Silva & Mendonça, 2007). Além deste mecanismo, os efeitos do N na redução da taxa de decomposição estão aparentemente ligados à diminuição da degradação por enzimas lignolíticas (Keyser et al., 1978; Carreiro et al., 2000), efeitos na diversidade entre espécies microbianas (Lilleskov et al., 2001) e mudanças na comunidade microbiana, com maior eficiência na assimilação de N (Ågren et al., 2001). Assim, a dinâmica de decomposição dos resíduos da colheita e sua conversão em frações da MOS depende da composição química dos resíduos aportados ao solo. O aporte de resíduos mais lignificados quando do descascamento das árvores na área, possivelmente, implica em maior demanda por N para sua decomposição (Berg & McLaugherty, 2008) bem como para a formação de compostos orgânicos humificados (Stevenson, 1994). Apesar disso, a alta atividade respiratória no solo pode resultar tanto de um grande *pool* de substratos carbonados lábeis, com rápida decomposição, como da rápida

oxidação de um pequeno *pool* decorrente, por exemplo, da quebra de agregados do solo promovida pelo seu revolvimento, expondo a matéria orgânica anteriormente protegida da ação microbiana (Six et al., 2000; Paustian et al., 2000; Deneff et al., 2004;), ou, ainda, como resultado da incorporação momentânea de resíduos culturais (Tótolá & Chaer, 2002). Neste contexto, o C mineralizável (Chaer & Tótolá, 2007) e as frações lábeis da MOS, como o C (Shang & Tiessen, 1997) e o N lábil (Sahrawat, 1982), têm sido propostos como indicadores do impacto de práticas de manejo no solo, de modo a inferir sobre a qualidade do ambiente e da sustentabilidade da produção agrícola ou florestal (Hu et al., 1997; Alvarez & Alvarez, 2000). O C lábil, com um tempo de ciclagem relativamente curto, é uma importante fonte de energia para a microbiota do solo, além de ser sensível às mudanças do manejo do solo (McLaughlan & Hobbie, 2004; Andrade et al., 2005). Por isso, compartimentos da MOS mais sensíveis ao manejo podem ser utilizados como indicadores de mudanças na dinâmica do compartimento orgânico do solo.

O conhecimento da origem do CO₂ evoluído do solo também é muito importante para a identificação das principais fontes de C e das frações estabilizadoras de C no solo (Werth et al., 2006). A mensuração da razão isotópica do ¹³C/¹²C-CO₂ evoluído possibilita o cálculo da taxa de decomposição da MOS, o balanço da estabilização do C no solo, considerando, por exemplo, o C utilizado na decomposição do substrato e o gerado como produto da ação microbiana (Kandeler, 2007).

A intensidade da colheita de resíduos de eucalipto é outro ponto importante na manutenção da MOS. Embora a proporção de biomassa e de nutrientes dos componentes da árvore possa variar com a qualidade do sítio (Austin & Vivanco, 2006), da espécie (Russell et al., 2007; Vivanco & Austin, 2008), e da idade da plantação (Correia & Andrade, 1999), uma elevada proporção de nutrientes permanece na área quando a colheita se restringe ao tronco e, em especial, ao lenho (Barros & Comerford, 2002). Entretanto, a colheita é a operação que causa os maiores distúrbios ao ecossistema florestal, representando a principal via de perdas de nutrientes e pelos distúrbios provocados pelo movimento de máquinas e implementos, os quais favorecem a erosão e a mineralização da matéria orgânica (Six et al., 2000; Paustian et al., 2000; Barros & Comerford, 2002; Deneff et al., 2004).

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a taxa de decomposição dos resíduos

deixados sobre o solo quando da colheita de eucalipto e o efluxo de C-CO₂ de solos em diferentes regiões de cultivo, adotando-se diferentes manejos (manutenção dos resíduos em superfície ou incorporados, em combinação à presença ou ausência de casca, e a adubação nitrogenada).

MATERIAL E MÉTODOS

Condições experimentais e tratamentos

O experimento foi conduzido em condições de campo em seis regiões representativas de áreas cultivadas com eucalipto no país: Aracruz – ES e Eunápolis-BA na região de Mata Atlântica litorânea, Virginópolis e Belo Oriente – MG na região de Mata Atlântica interiorana, e Três Marias e João Pinheiro – MG, na região de Cerrado (Quadro 1).

Quadro 1. Características climáticas dos locais em estudo, correspondentes ao período de avaliação do experimento, classificação e análise textural dos solos

Local/Estado	Clima	Ppt ⁽¹⁾ (mm)	T ⁽²⁾ (°C)	Classificação	Textura		
					argila	silte	areia
Aracruz/ES	Aw	850	23,7	PAdx ⁽³⁾	25	3	72
Eunápolis/BA	Af	1116	23,0	PdA ⁽⁴⁾	9	3	88
Belo Oriente/MG	Aw	1345	23,2	LVA ⁽⁵⁾	58	4	38
Virginópolis/MG	Cwa	731	19,4	LVd ⁽⁶⁾	70	5	25
João Pinheiro/MG	Aw	1287	26,0	RQo ⁽⁷⁾	4	5	91
Três Marias/MG	Aw	1120	21,6	LVA ⁽⁵⁾	13	7	80

⁽¹⁾Ppt: precipitação pluvial média anual, ⁽²⁾T: temperatura média anual. ⁽³⁾Argissolo Amarelo coeso, ⁽⁴⁾Argissolo Amarelo, ⁽⁵⁾Latossolo Vermelho Amarelo, ⁽⁶⁾Latossolo Vermelho, ⁽⁷⁾Neossolo Quartzarênico.

Avaliou-se a matéria seca remanescente (MSREM) dos resíduos estimando-se o tempo de meia-vida ($t_{1/2}$) para cada tratamento e a evolução de C-CO₂ dos solos e dos resíduos de eucalipto, bem como a razão isotópica ¹³C/¹²C do C-CO₂ evoluído. Para isso, resíduos de eucalipto (Quadro 2) foram aplicados a microparcelas constituídas por tubos de PVC de 15 cm de diâmetro e 15 cm de altura com perfurações de um cm de diâmetro a 10 cm de altura em sua circunferência, aprofundados no solo até esta altura (10 cm). Os tubos permaneceram no campo durante 0, 90, 180 e 365 dias após a implantação do experimento, cobertos por tela plástica (Figura 1).

Quadro 2. Massa dos componentes dos resíduos de eucalipto aplicados nas subparcelas, para os tratamentos com e sem casca

Componente	Folha	Galho	Casca	Lenho	Raiz	Total
						g/subparcela
Sem casca	3,6	9,8	-	7,0	22,1	42,5
Casca	3,6	9,8	17,6	7,0	22,1	60,1

O experimento consistiu de 12 tratamentos resultantes de um fatorial 2 x 3 x 2, sendo: duas doses de N - sem fertilização e fertilização correspondente a 200 kg/ha de N na forma de nitrato de amônio, dois manejos dos resíduos da colheita - resíduos da colheita deixados à superfície (cultivo mínimo) e resíduos da colheita incorporados à 5 cm de profundidade, e três qualidades de resíduos: remoção ou manutenção da casca e, ausência de resíduos (controle). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas, em quatro repetições. O tempo foi alocado nas parcelas principais e os tratamentos com resíduos nas subparcelas, constituídas pelas microparcelas.



Figura 1. Subparcelas (tubos de PVC) em que foram aplicados os resíduos da colheita de eucalipto.

Evolução de C-CO₂ e razão isotópica ¹³C/¹²C-CO₂

Aos 90, 180 e 365 dias após o início do experimento, os tubos de PVC foram escavados cuidadosamente do campo, protegidos com tampas de isopor e levados para uma sala de respirometria (Laboratório de Isótopos Estáveis-DPS/UFV), sob

temperatura constante de 25° C, onde, seus conteúdos (solo mais tratamentos) foram incubados em recipientes (3,6 L) hermeticamente fechados para avaliação da evolução de C-CO₂ dos solos e dos resíduos deixados quando da colheita do eucalipto, durante cinco dias (Mendonça & Matos, 2005). A partir deste, calculou-se a evolução bruta de C-CO₂ (estimativa de C-CO₂ evoluído dos solos mais os resíduos de eucalipto aplicados) e a evolução líquida (estimativa de C-CO₂ evoluído dos resíduos de eucalipto).

Para a determinação da origem do C-CO₂ evoluído foi realizada a análise da razão isotópica (¹³C/¹²C) do CO₂ (adaptado de Werth et al., 2006). O CO₂ que reagiu com o NaOH durante a incubação das amostras (respirometria) foi precipitado como BaCO₃ com a aplicação de 10 mL de BaCl₂ 0,05 mol/L. Em seguida, as soluções contendo BaCO₃ foram centrifugadas a 3000 rpm por 10 min e o precipitado de BaCO₃ foi lavado com água ultrapura para a remoção do NaOH remanescente. Esse procedimento foi repetido por 3 vezes e, então, o BaCO₃ foi seco a 70 °C e macerado em almofariz de ágata. As amostras maceradas foram pesadas em cápsulas de estanho e a relação ¹³C/¹²C foi medida em um espectrômetro de massa de razão isotópica de fluxo contínuo (ANCA-GLS, Sercon, Crewe, UK).

A estimativa da fração do C-CO₂ derivada do resíduo de eucalipto (% C_{de res}) por meio da razão isotópica ¹³C/¹²C foi feita da seguinte forma:

$$C_{de\ res} = (\delta^{13}C_{tratamento} - \delta^{13}C_{controle}) / (-28,6 - \delta^{13}C_{controle}) \times 100$$

Em que $\delta^{13}C_{tratamento}$ = razão ¹³C/¹²C do C-CO₂ evoluído do solo + resíduos de eucalipto; $\delta^{13}C_{controle}$ = razão ¹³C/¹²C do C-CO₂ evoluído do tratamento controle, sem aplicação de resíduos de eucalipto e -28,6 = razão ¹³C/¹²C do resíduo de eucalipto utilizado nos tratamentos.

A contribuição dos resíduos da colheita de eucalipto para o efluxo de CO₂ também foi estimada:

$$\% C-CO_2_{res} = (C-CO_2 / \text{input de } C_{res}) \% C_{de\ res}$$

Em que % C-CO₂_{res} = percentagem de C-CO₂ evoluído dos resíduos de eucalipto aplicados ao solo, em (g C-CO₂/dia/g de resíduo aplicado); C-CO₂ = evolução bruta diária de C-CO₂ dos solos e dos resíduos de eucalipto por dia, em mg/dia; input de C_{res} = C adicionado como resíduo de eucalipto, em g e % C_{de res} = percentagem de ¹³C/¹²C-CO₂ evoluído dos resíduos de eucalipto

Matéria seca remanescente (MSREM) e tempo de meia-vida

Após finalizar a avaliação da evolução de C-CO₂, separou-se cuidadosamente os resíduos do solo, colocando-os em sacos de papel, os quais foram acondicionados em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C por cinco dias, sendo posteriormente pesados. Com base nesses dados calculou-se a MSREM para cada tratamento e época de amostragem:

$$\text{MSREM (\%)} = \text{MS} \times 100 / \text{MSI}$$

Em que MSREM = matéria seca remanescente, em %; MS = matéria seca final do resíduo, em g; MSI = matéria seca inicial do resíduo, em g.

Equações exponenciais ($X = X_0 e^{-kt}$) foram ajustadas aos dados obtidos, de modo a descrever o fenômeno de decomposição dos resíduos. A partir das equações ajustadas calculou-se o $t_{1/2}$. Ainda que a maioria dos tratamentos não tenha atingido o valor de MS equivalente a 50 % da MSI, o cálculo do $t_{1/2}$ teve como objetivo gerar informação comparativa entre as diferentes regiões em estudo.

Carbono e nitrogênio lábeis dos solos

O C lábil (CL) foi determinado por oxidação em permanganato de potássio (KMnO₄) (segundo Blair et al., 1995 e Shang & Tiessen (1997)). Para isso, sub-amostras de solo de 1 g foram maceradas, passadas em peneira de 0,2 mm e acondicionadas em tubos de centrífuga de 50 mL. Em seguida foram adicionados 25 mL de KMnO₄ (0,0333 mol/L) em cada tubo, colocando-os em agitador horizontal a 170 rpm por 1 h. Posteriormente à agitação realizou-se a centrifugação das amostras sob rotação de 2050 rpm por 5 min. Do sobrenadante gerado, pipetou-se 100 µL que foi diluído em 10 mL de água deionizada em tubos de vidro. As dosagens foram realizadas em espectrofotômetro em comprimento de onda de 565 nm. Todas as etapas foram conduzidas a temperatura de 25 °C e protegidos da luz.

Para a determinação do N lábil (NL) (adaptado de Sahrawat, 1982) foram utilizados 10 mL do mesmo extrato utilizado para a determinação do CL e 25 mL de NaOH 10 mol/L que foram adicionados previamente ao processo de destilação. A amônia destilada foi coletada em solução indicadora mista em ácido bórico e titulada (dosada) com HCl 0,01 mol/L.

As análises de CL e NL foram feitas considerando as profundidades de 0 a 1

cm e 1 a 5 cm para os tratamentos em que houve a manutenção de resíduos na superfície do solo e, para a profundidade de 0 a 5 cm quando da incorporação dos resíduos.

Determinadas as frações CL e NL calculou-se a variação destas entre os dois períodos avaliados (0 e 365 dias após implantação do experimento).

Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando-se o software STATISTICA 7.0.

Em virtude de o experimento ter envolvido seis locais do Brasil optou-se por realizar a ANOVA para os locais em conjunto (incluindo todas os locais em estudo em uma única análise estatística - ANOVA com parcelas sub-divididas no tempo) e para cada local isoladamente (ANOVA em fatorial simples com quatro fatores). A realização de uma única ANOVA envolvendo todos os locais resultou, para algumas análises, em quadrados médios dos resíduos muito discrepantes, gerando sub ou superestimação de alguns fatores estudados. Com isso, a realização da ANOVA para cada região permitiu melhor verificação dos efeitos em cada tratamento, principalmente, pela grande diversidade edafo-climática entre os locais.

RESULTADOS

Matéria seca remanescente (MSREM) e tempo de meia-vida ($t_{1/2}$)

Dentre as regiões estudadas, os maiores valores médios de MSREM e $t_{1/2}$ (média de tratamentos) foram observados para as regiões de Virginópolis e Belo Oriente (Figuras 2 e 3 e Quadro 3), caracterizadas por solos mais argilosos (Quadro 1). Os valores médios de $t_{1/2}$ variaram de 966 a 455 dias (Figura 3), sendo evidente o decréscimo nos seus valores quando da incorporação de resíduos e da presença de casca (Figura 3), mostrando correlações significativas com as variáveis fração areia, temperatura e precipitação pluvial ($r = -0,54$; $-0,28$, $-0,24$, respectivamente).

As regiões em que se observaram os menores valores de MSREM e $t_{1/2}$ foram Eunápolis (39,5 % e 227 dias) e João Pinheiro (37,5 % e 241 dias), e estes corresponderam aos tratamentos em que foi feita a incorporação ao solo de resíduos sem casca, independente da adubação nitrogenada (Figuras 2b e 3 e Quadro 3). Os maiores valores foram observados para as regiões de Virginópolis (80,9 % e 1.199 dias), quando da manutenção de resíduos sem casca em superfície, sem a aplicação de N (Figura 2b e 3 e, Quadro 3); Aracruz (74,93 % e 1.340 dias) quando da manutenção em superfície de resíduos com casca e com a aplicação de N (Figura 2 a e 3 e, Quadro 3) e Belo Oriente (85,39 % e 1.140 dias) quando da incorporação de resíduos sem casca, na presença da adubação nitrogenada (Figuras 2b e 3 e, Quadro 3), e, quando da manutenção em superfície de resíduos sem casca e sem a adubação nitrogenada (Figura 3 e Quadro 3), respectivamente. Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) da adubação nitrogenada na MSREM e $t_{1/2}$. Todavia, a adubação nitrogenada com a aplicação dos resíduos de eucalipto causou ligeira diminuição nos valores médios da MSREM ($p = 0,146$) e sem tendência para o $t_{1/2}$ ($p = 0,351$) até os 365 dias. A análise de variância para os dados de MSREM e $t_{1/2}$ revelou diferença significativa ($p < 0,05$) para a região em estudo, o tipo de manejo dos resíduos (manutenção em superfície ou sua incorporação ao solo) e a qualidade do resíduo (presença ou ausência de casca). O tempo de avaliação (0, 90, 180 e 365 dias) e suas interações duplas entre o tipo de manejo e a qualidade do resíduo, para a MSREM, também se mostraram significativos ($p < 0,05$), evidenciando para todos os tratamentos gradativa redução ao longo do tempo (Figura 2).

Quadro 3. Estimativas dos parâmetros da equação $X = X_0 e^{-kt}$ (k: constante de decomposição e t: tempo, em dia) ajustada aos dados de matéria seca relativa remanescente (%) dos resíduos da colheita de eucalipto, referentes aos tratamentos em estudo, após 365 dias de decomposição

Tratamento			X	k	R ²	t _{1/2}	X	k	R ²	t _{1/2}
			%	dia ⁻¹		dia	%	dia ⁻¹		dia
Aracruz - ES						Eunápolis - BA				
Com N	Sup	CC	99,08	0,0008	0,98	1340	92,67	0,001	0,83	669
Com N	Sup	SC	100,31	0,001	0,96	746	97,84	0,001	0,98	582
Com N	Inc	CC	98,77	0,002	0,99	416	88,59	0,002	0,82	271
Com N	Inc	SC	99,84	0,001	0,99	567	91,84	0,002	0,90	226
Sem N	Sup	CC	97,43	0,001	0,83	792	93,89	0,001	0,86	597
Sem N	Sup	SC	99,51	0,001	0,99	766	95,83	0,0009	0,89	795
Sem N	Inc	CC	98,51	0,001	0,99	542	87,82	0,003	0,85	228
Sem N	Inc	SC	96,16	0,001	0,94	656	89,47	0,002	0,79	331
Três Marias - MG						João Pinheiro - MG				
Com N	Sup	CC	91,09	0,001	0,82	410	98,62	0,002	0,84	479
Com N	Sup	SC	91,29	0,001	0,74	539	97,93	0,0009	0,88	856
Com N	Inc	CC	87,56	0,002	0,83	333	91,77	0,002	0,90	275
Com N	Inc	SC	87,45	0,002	0,81	330	90,28	0,002	0,78	332
Sem N	Sup	CC	90,18	0,001	0,81	490	97,18	0,001	0,87	501
Sem N	Sup	SC	89,83	0,0008	0,61	788	97,64	0,0008	0,95	932
Sem N	Inc	CC	87,21	0,002	0,78	280	88,82	0,002	0,77	349
Sem N	Inc	SC	88,77	0,001	0,77	463	87,04	0,003	0,87	241
Virginópolis - MG						Belo Oriente - MG				
Com N	Sup	CC	99,17	0,0007	0,91	903	98,34	0,0008	0,92	927
Com N	Sup	SC	100,54	0,0006	0,96	1149	99,42	0,0007	0,96	929
Com N	Inc	CC	95,37	0,0008	0,76	943	102,41	0,002	0,98	525
Com N	Inc	SC	96,49	0,0009	0,94	825	99,67	0,0005	0,78	924
Sem N	Sup	CC	98,11	0,0007	0,88	1003	100,22	0,0007	0,95	902
Sem N	Sup	SC	99,53	0,0006	0,96	1199	100,65	0,0006	0,93	1140
Sem N	Inc	CC	98,67	0,001	0,99	713	99,22	0,0008	0,85	903
Sem N	Inc	SC	97,73	0,0007	0,89	988	100,04	0,001	0,94	720

Com N: resíduos que receberam a adubação nitrogenada, Sem N: resíduos que não receberam a adubação nitrogenada; Sup: resíduos mantidos na superfície do solo; Inc: resíduos incorporados à 5 cm de profundidade; CC: presença de casca; SC: ausência de casca. t_{1/2}: tempo, em dia, necessário para a decomposição de 50 % da matéria seca dos resíduos iniciais.

Na avaliação do $t_{1/2}$ observou-se significância ($p < 0,05$) para a interação entre as regiões estudadas, o tipo de manejo do solo e a qualidade do resíduo. Embora a ANOVA realizada para os dados de $t_{1/2}$ envolvendo todas as regiões em estudo tenha revelado diferença estatística ($p < 0,05$) para a qualidade do resíduo, quando se avaliou cada região, separadamente, apenas em Três Marias e João Pinheiro este foi estatisticamente significativo. Apesar disso, de modo geral, as demais regiões em estudo mostraram maiores valores de $t_{1/2}$ na ausência de casca, quando comparado à presença de casca, com exceção de Aracruz (Figura 3d), sendo condizentes, portanto, com os resultados encontrados para a MSREM (Figura 2).

O manejo e a qualidade dos resíduos no solo foram os fatores que mais influenciaram os resultados de MSREM (Figuras 2) e $t_{1/2}$ (Figuras 3 c e d).

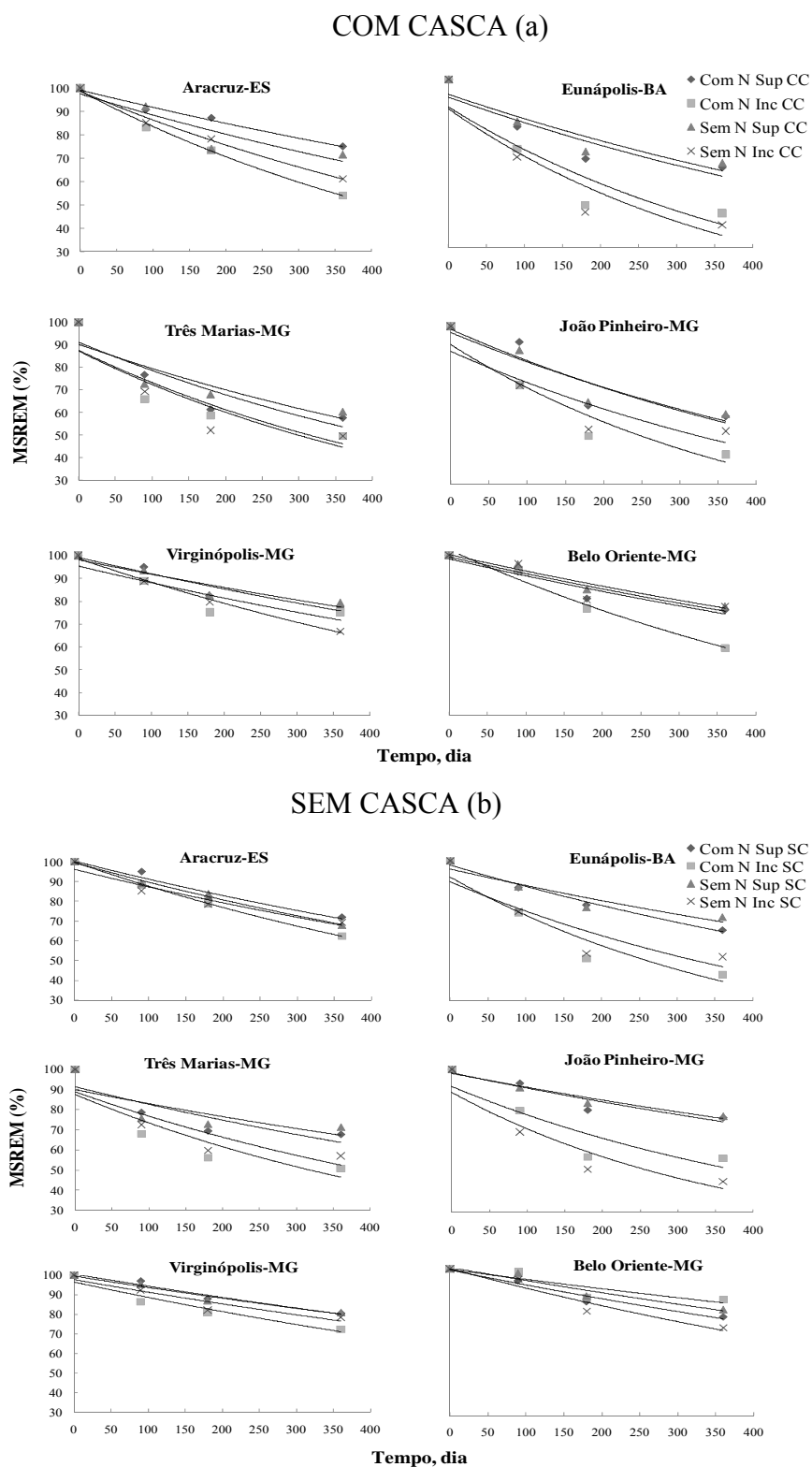


Figura 2. Matéria seca remanescente dos resíduos (MSREM) da colheita de eucalipto relativa à massa inicial ao longo do tempo, em seis locais do Brasil, referentes aos tratamentos com a presença de casca (CC) (a) e a ausência de casca (SC) (b), combinados com: presença da adubação nitrogenada (Com N), ausência da adubação nitrogenada (Sem N), resíduos de eucalipto mantidos na superfície do solo (Sup) e resíduos de eucalipto incorporados ao solo (Inc).

Em todas as regiões a incorporação de resíduos acelerou a decomposição quando comparado à manutenção dos resíduos em superfície, o que resultou em maiores taxas de decomposição e, conseqüentemente, menores valores de MSREM e de $t_{1/2}$. A presença de casca, também, contribuiu para a mais rápida decomposição dos resíduos de eucalipto, quando comparado a ausência de casca. Assim, observou-se que ao longo do tempo a incorporação dos resíduos na presença de casca a decomposição foi intensificada, resultando nos maiores decréscimos da MSREM e, conseqüentemente, do $t_{1/2}$, quando comparado à manutenção de resíduos em superfície, na ausência de casca (Quadro 3, Figuras 2 e 3).

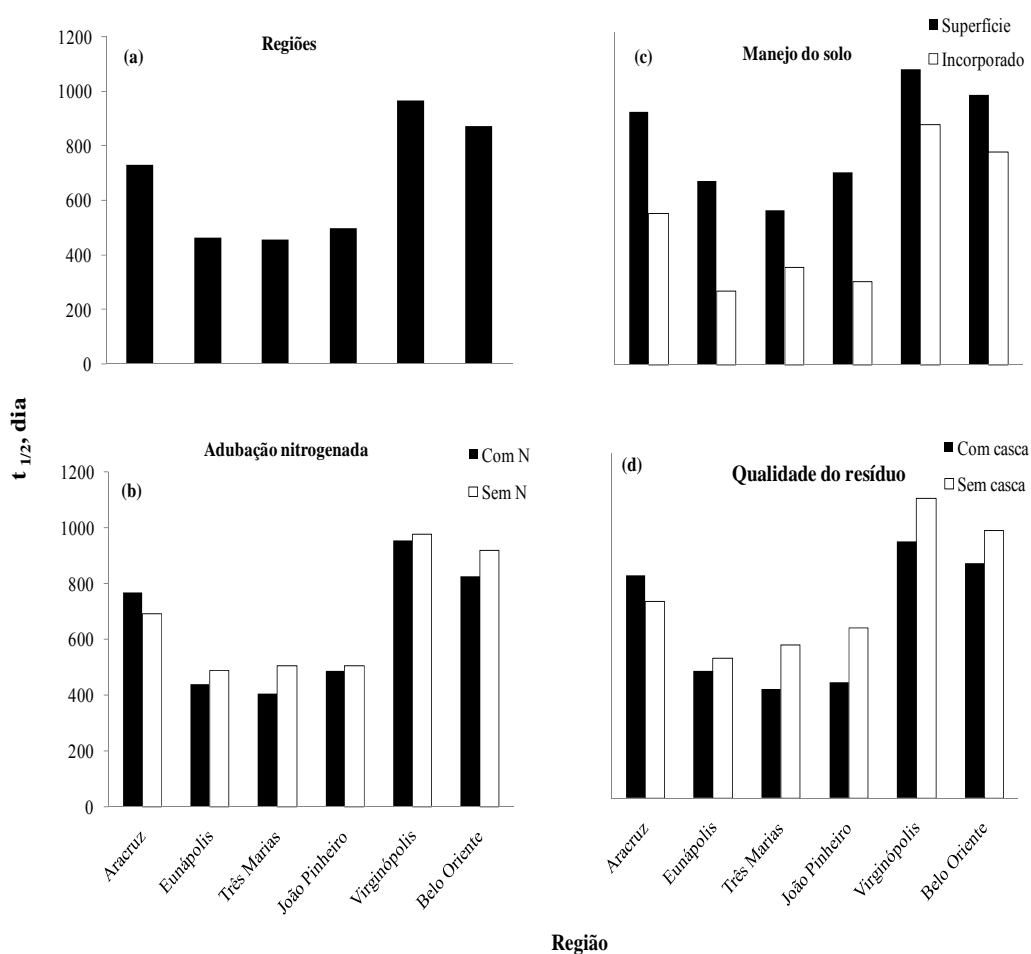


Figura 3. Tempo médio (para os tratamentos: localização dos resíduos, dose de N e casca) de meia-vida ($t_{1/2}$) dos resíduos da colheita de eucalipto em seis regiões do Brasil (a) referentes aos tratamentos com adubação nitrogenada, (b) manejo do solo (c) e qualidade do resíduo (d).

Evolução de C - CO₂ e C - CO₂ derivado do resíduo de eucalipto

A análise de variância para a estimativa da evolução bruta de C-CO₂ (estimativa de C-CO₂ evoluído dos solos mais os resíduos de eucalipto aplicados) (Figura 4) mostrou efeito significativo para o tempo de avaliação (90, 180 e 365 dias), para o manejo do solo (manutenção em superfície ou incorporação de resíduos) e a qualidade do resíduo da colheita de eucalipto (presença ou ausência de casca) ($p < 0,01$). A região em estudo não evidenciou efeito significativo ($p < 0,15$). As interações entre o tempo, a qualidade do resíduo e o manejo do solo também foram significativas.

Considerando-se a evolução líquida de C-CO₂ (estimativa do C-CO₂ evoluído dos resíduos de eucalipto) (Figura 5), verificou-se diferença para o tempo de avaliação, o manejo do solo e a interação entre esses ($p < 0,01$). Porém, a análise de variância da contribuição relativa do resíduo de eucalipto para o C-CO₂ evoluído (Figura 6) evidenciou efeito significativo para o tempo de avaliação, a qualidade do resíduo e a fonte nitrogenada (presença ou ausência de adubação nitrogenada) ($p < 0,01$). Além desses, as interações entre o manejo do solo e a casca ($p < 0,05$), e, o tempo e o manejo ($p < 0,01$) também se mostraram significativas. O efluxo de C-CO₂ relativo à proporção dos resíduos aplicados (Figura 7) resultou em diferença estatística para o tempo de avaliação ($p < 0,05$) e o manejo do solo ($p < 0,01$) e, para as interações entre o tempo e o manejo ($p < 0,01$) e, o tempo, manejo do solo e a qualidade do resíduo ($p < 0,05$).

Ao longo do tempo observou-se que as maiores evoluções (bruta e líquida) de C-CO₂, contribuições relativa do resíduo para o C-CO₂ evoluído e proporção do C derivado do resíduo ocorreram aos 180 dias após implantação do experimento, havendo considerável diminuição aos 365 dias (Figuras 4, 5, 6 e 7), retornando, praticamente, aos valores observados aos 90 dias. Esse padrão não aconteceu para as regiões de Aracruz, Três Marias e João Pinheiro na análise da contribuição do resíduo para o C-CO₂ e para a região de Três Marias para a análise da proporção do C derivado do resíduo, onde os maiores valores foram observados aos 90 dias (Figura 7).

A presença de casca e, ou, a incorporação de resíduos implicou maior evolução (líquida e bruta) de C-CO₂ quando comparados à ausência de casca (e de resíduos) e à manutenção de resíduos em superfície, respectivamente, principalmente

aos 180 dias. Entretanto, aos 365 dias, a ausência de casca nos tratamentos relacionados à incorporação de resíduos resultou em valores ligeiramente superiores quando comparados à presença de casca (Figuras 4 e 5).

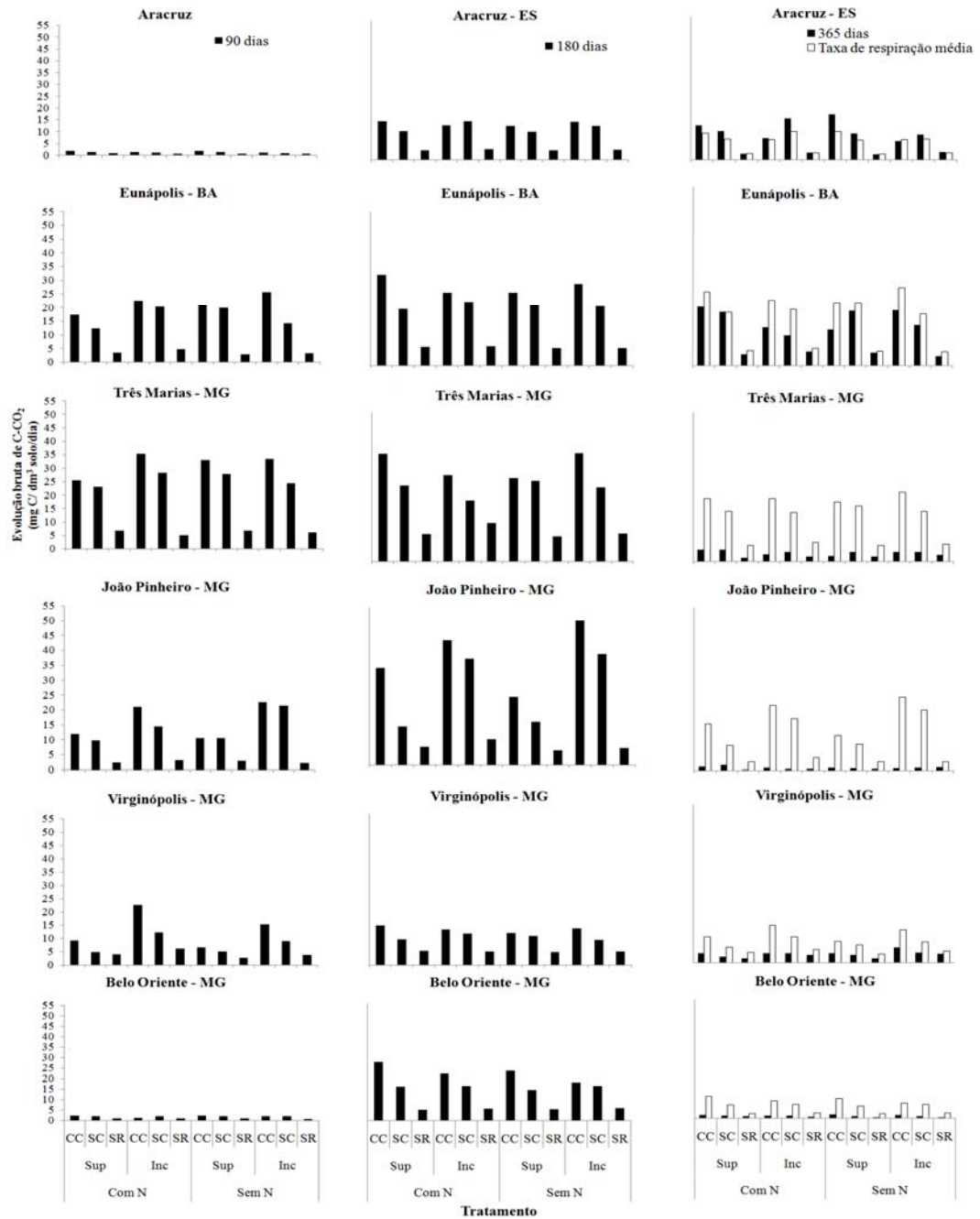


Figura 4. Evolução bruta de C-CO₂ aos 90, 180 e 365 dias, e taxa média dos três períodos, em seis regiões do Brasil sob influência do manejo, adubação nitrogenada, e qualidade do resíduo da colheita de eucalipto. Com N: resíduos que receberam a adubação nitrogenada, Sem N: resíduos que não receberam a adubação nitrogenada; Sup: resíduos mantidos na superfície do solo; Inc: resíduos incorporados à 5 cm de profundidade; CC: presença de casca; SC: ausência de casca.

A interação entre o tempo de avaliação e o manejo do solo indicou que a incorporação de resíduos, avaliada aos 365 dias, resultou em menor evolução (líquida e bruta) de C-CO₂ e menor contribuição dos resíduos de eucalipto para o efluxo de C-CO₂ (Figura 4, 5 e 6).

A adubação nitrogenada resultou em menor contribuição dos resíduos para o C-CO₂ evoluído quando comparado à ausência de adubação. As exceções ocorreram na região de Virginópolis nos tratamentos com incorporação dos resíduos (na presença e ausência de casca) e na região de Três Marias no tratamento em que os resíduos, na ausência de casca, foram mantidos na superfície do solo, nos quais foram observados valores negativos para a contribuição dos resíduos quando da adubação nitrogenada (Figura 6).

Os maiores valores de evolução bruta de C-CO₂ foram observados para as regiões de Eunápolis (29,27 mg C/dm³ solo/dia), Três Marias (39,95 mg C/dm³ solo/dia) e João Pinheiro (50,42 mg C/dm³ solo/dia), quando da incorporação de resíduos com casca, sendo as maiores evoluções detectadas aos 180 dias após implantação do experimento, os quais por sua vez resultaram nas maiores taxas médias de evolução de C-CO₂: 24,0; 25,6 e 24,6 mg C/dm³ solo/dia, respectivamente (Figura 4).

Os menores valores de evolução bruta foram observados para as regiões de Aracruz aos 90 dias (1,27 mg C/dm³ solo/dia), Virginópolis (2,05 mg C/dm³ solo/dia) e Belo Oriente (1,14 mg C/dm³ solo/dia) aos 365 dias, nos tratamentos correspondentes à manutenção de resíduos na superfície do solo, na ausência de casca, os quais resultaram nas menores taxas médias de evolução de C-CO₂, 7,31; 5,42 e 5,83 mg C/dm³ solo/dia, respectivamente (Figura 4).

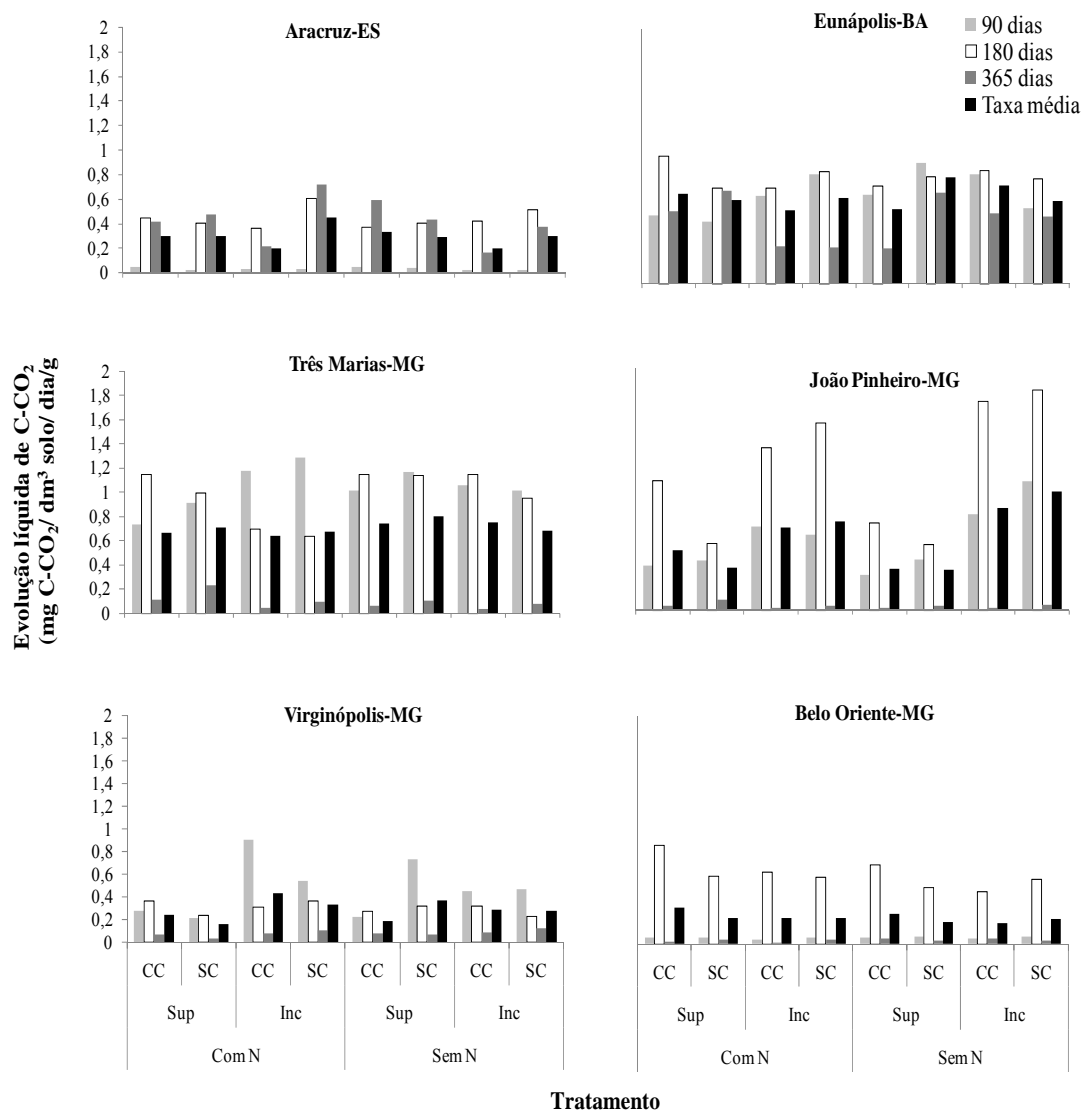


Figura 5. Evolução líquida de C-CO₂ aos 90, 180 e 360 dias, e taxa líquida média dos três períodos, em seis regiões do Brasil sob influência do manejo, adubação nitrogenada, e qualidade do resíduo da colheita de eucalipto. Com N: resíduos que receberam a adubação nitrogenada, Sem N: resíduos que não receberam a adubação nitrogenada; Sup: resíduos mantidos na superfície do solo; Inc: resíduos incorporados à 5 cm de profundidade; CC: presença de casca; SC: ausência de casca.

A razão isotópica do ¹³C/¹²C-CO₂ mostrou os maiores valores de evolução de C-CO₂ derivado dos resíduos de eucalipto (Figura 6) quando da manutenção de resíduos na superfície do solo, na presença de casca, evidenciando menor estabilização de C, proveniente dos resíduos de eucalipto, no solo.

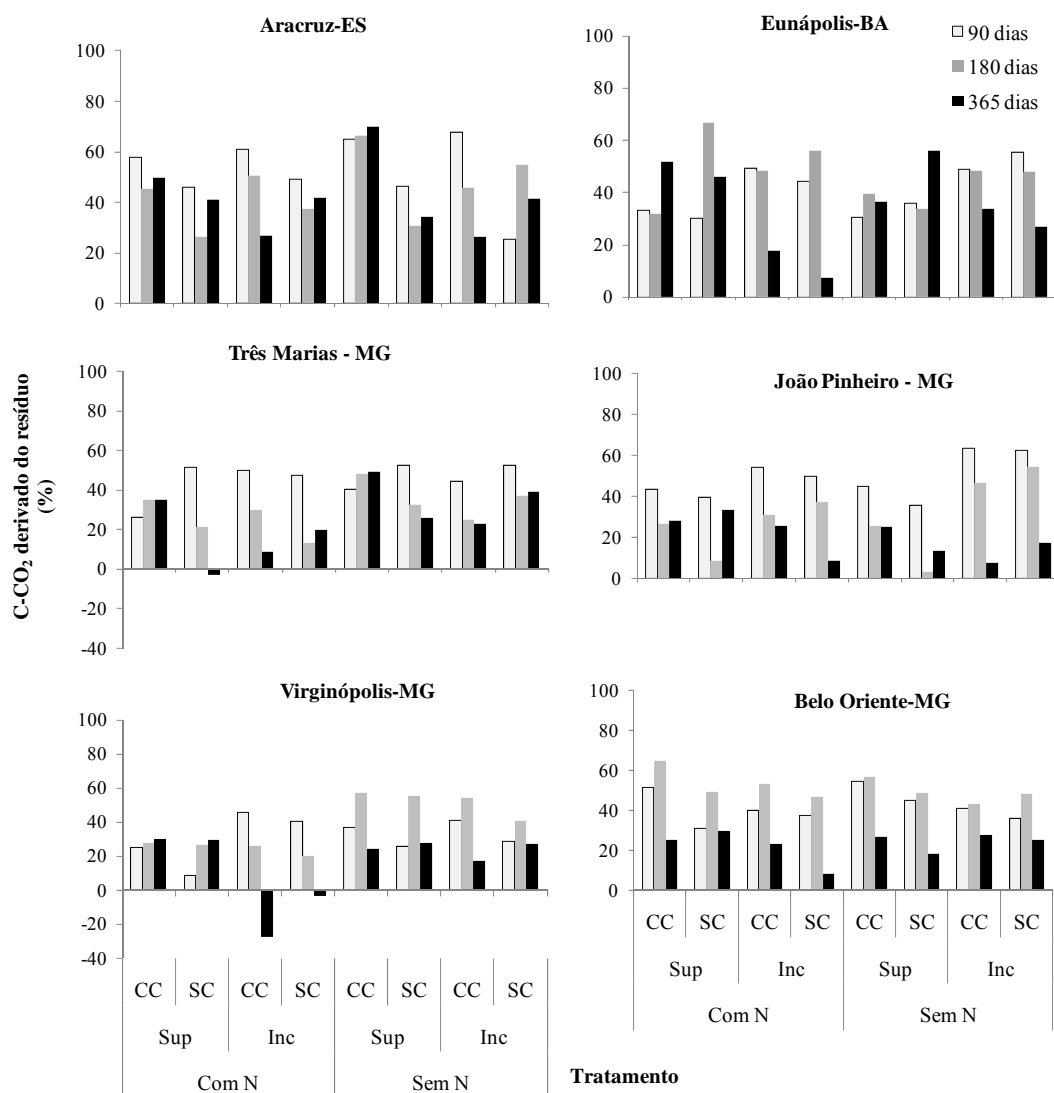


Figura 6. Contribuição relativa do resíduo para o C-CO₂ evoluído aos 90, 180 e 365 dias, em seis regiões do Brasil sob influência do manejo, adubação nitrogenada e qualidade do resíduo da colheita de eucalipto. Com N: resíduos que receberam a adubação nitrogenada, Sem N: resíduos que não receberam a adubação nitrogenada; Sup: resíduos mantidos na superfície do solo; Inc: resíduos incorporados à 5 cm de profundidade; CC: presença de casca; SC: ausência de casca.

O efluxo de C-CO₂ relativo à proporção de resíduos aplicados mostrou grande distinção entre os sítios argilosos e arenosos para todos os fatores avaliados, evidenciando correlação positiva significativa ($r = 0,25$) com a fração areia do solo; maiores contribuições dos resíduos para o efluxo de C-CO₂ para os sítios mais arenosos (João Pinheiro, Três Marias e Eunápolis) (Figuras 7 e 8).

A incorporação dos resíduos resultou para a maioria das regiões nos maiores efluxos de C-CO₂ relativo à proporção dos resíduos aplicados, sendo observado o

oposto (manutenção em superfície) apenas para as regiões de Aracruz e Belo Oriente, com efeito significativo ($p < 0,05$) somente para esta última (Figura 8).

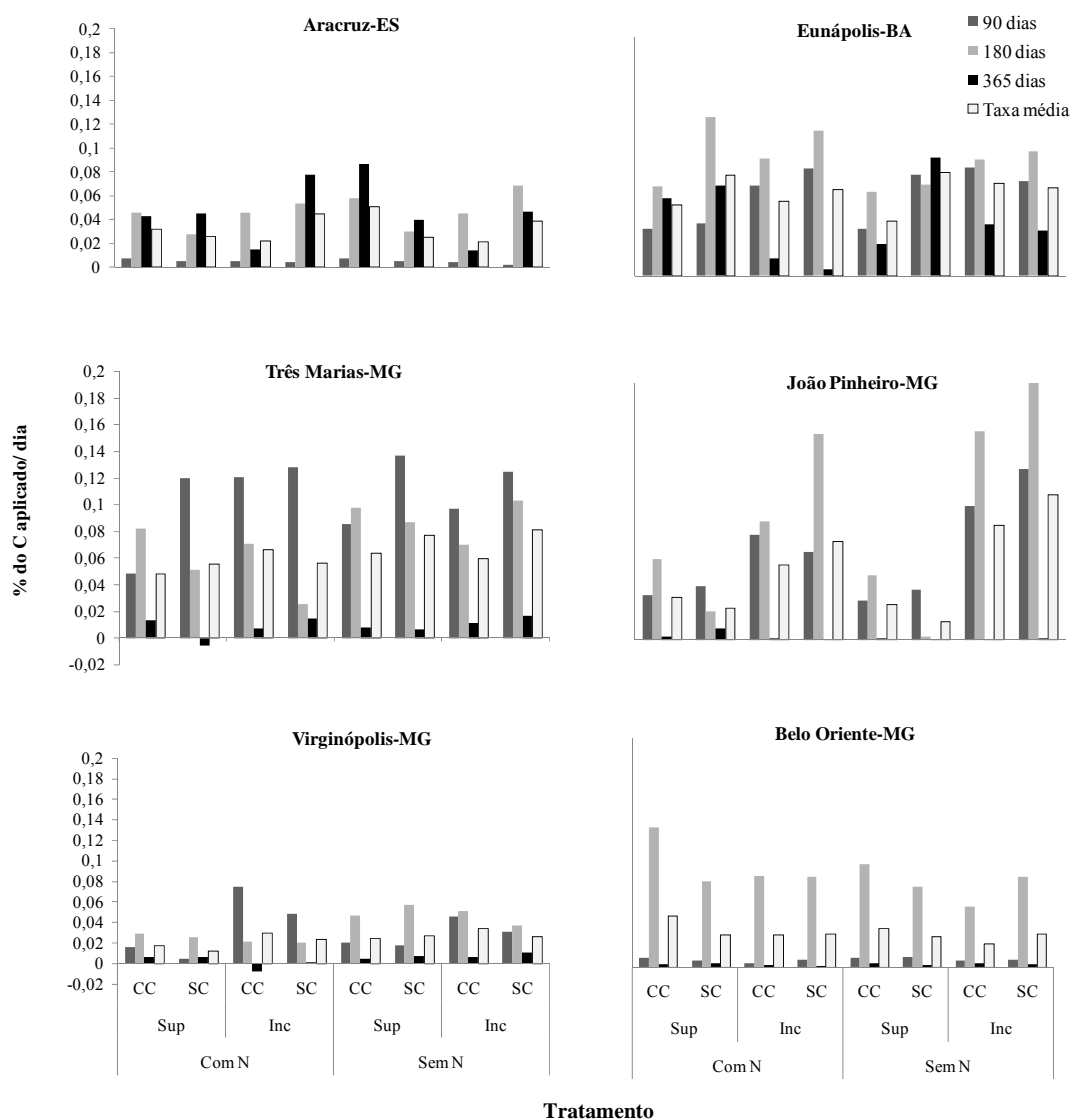


Figura 7. Efluxo de C-CO₂ relativo à proporção do resíduo de eucalipto aplicado em seis regiões do Brasil, aos 90, 180 e 365 dias, em seis regiões do Brasil sob influência do manejo, adubação nitrogenada e qualidade do resíduo. Com N: resíduos que receberam a adubação nitrogenada, Sem N: resíduos que não receberam a adubação nitrogenada; Sup: resíduos mantidos na superfície do solo; Inc: resíduos incorporados à 5 cm de profundidade; CC: presença de casca; SC: ausência de casca.

Entre todos os tratamentos a maior taxa média de efluxo de C-CO₂ relativo à proporção do resíduo foi observada para João Pinheiro (0,1131 % C aplicado/dia) no tratamento sem adubação nitrogenada, com os resíduos incorporados na ausência de

casca, e a menor para Virginópolis (0,0121 % C aplicado/dia) correspondente ao tratamento com adubação nitrogenada, com os resíduos mantidos na superfície do solo, na ausência de casca (Figura 7).

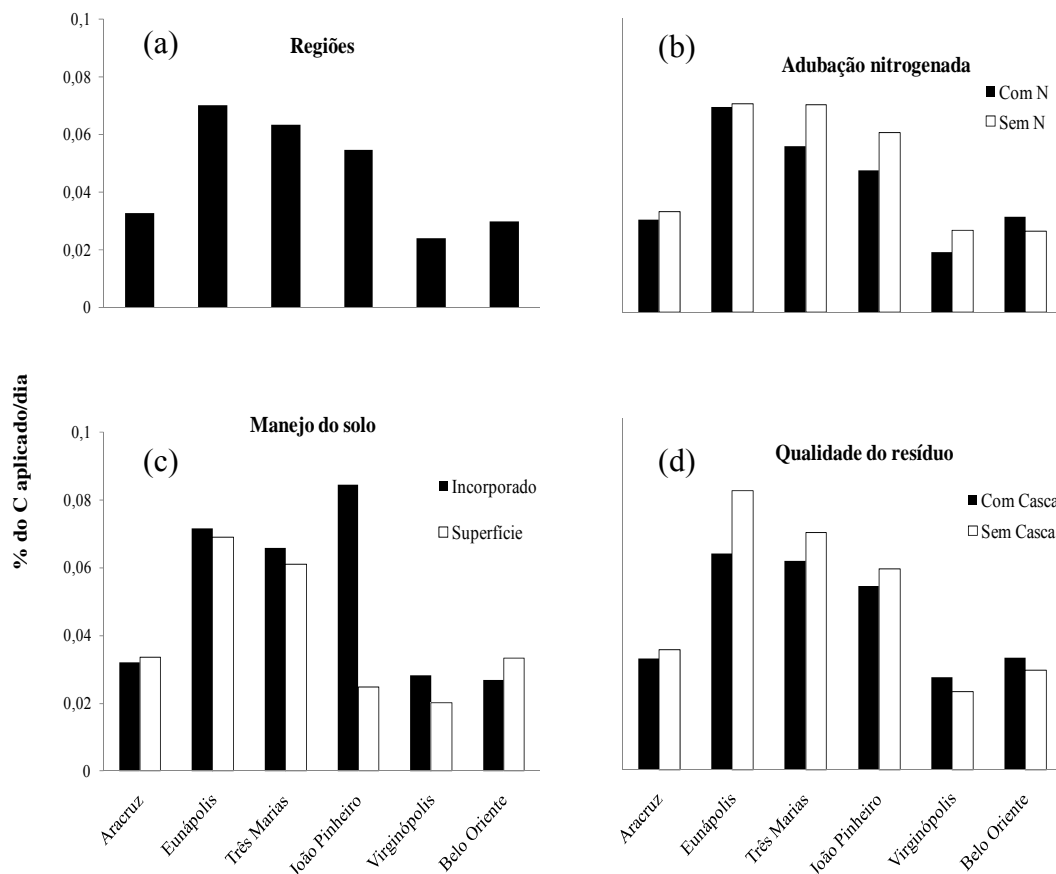


Figura 8. Efluxo médio de C-CO₂ relativo a proporção do resíduo de eucalipto aplicado (a) em seis regiões do Brasil, (b) referentes aos tratamentos com adubação nitrogenada, (c) manejo do solo e (d) qualidade do resíduo, considerando os períodos de avaliação (90, 180 e 365 dias).

Carbono (CL) e nitrogênio lábeis (NL) dos solos

Em todas as profundidades avaliadas houve efeito significativo para as regiões em estudo ($p < 0,01$) quanto aos teores de CL e NL, sendo os maiores teores observados para a região de Mata Atlântica interiorana (Virginópolis e Belo Oriente), e os menores teores para a região de Cerrado (Três Marias e João Pinheiro) (Figuras 9 e 10).

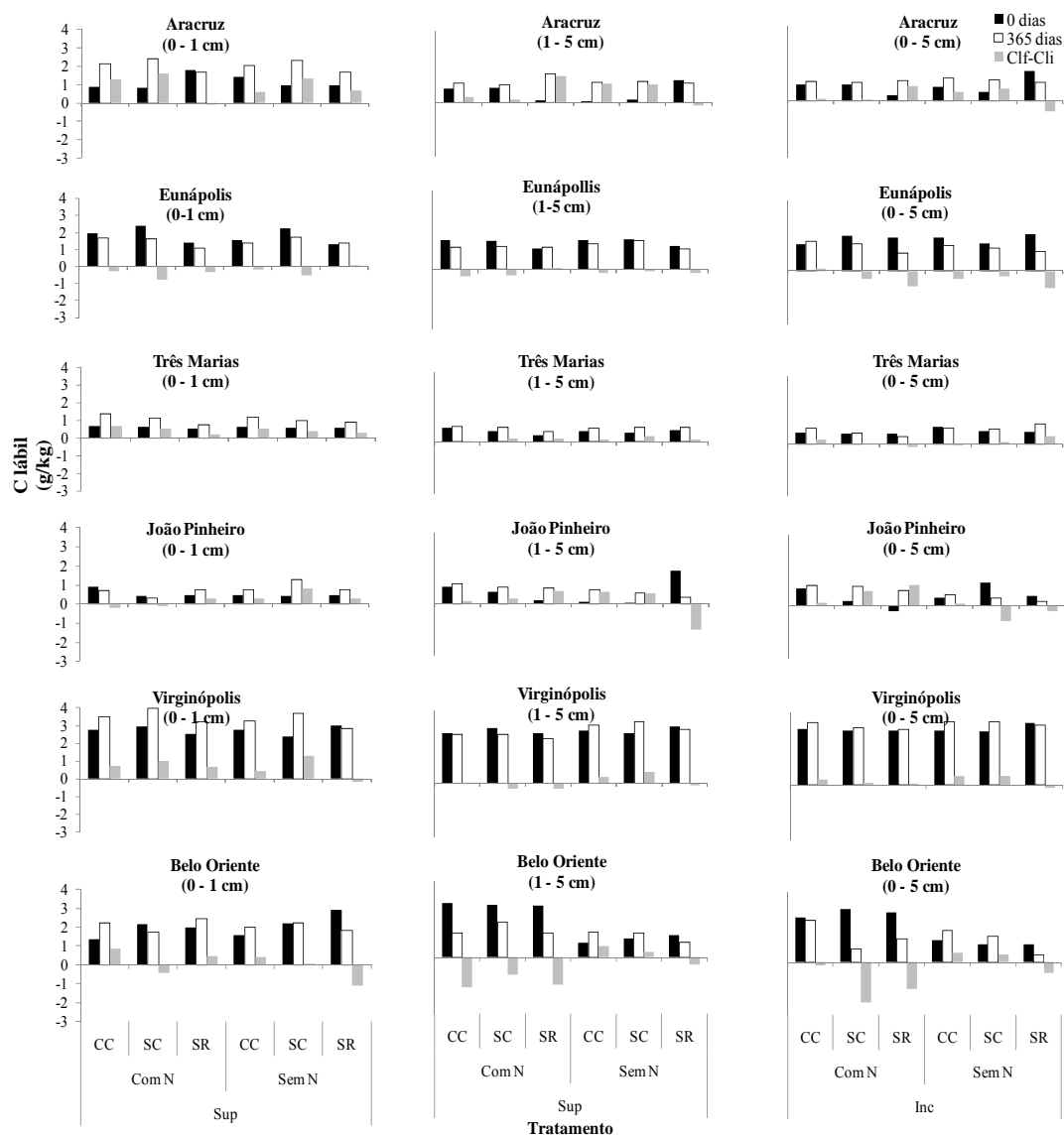


Figura 9. Teores de C lábil em seis regiões do Brasil, avaliadas na época de implantação do experimento (0 dia) e aos 365 dias e sua variação no período ($CL_f - CL_i$), nas profundidades de 0 a 1, 1 a 5 e 0 a 5 cm, referentes aos tratamentos com os resíduos da colheita de eucalipto mantidos na superfície do solo (Sup) e incorporados ao solo (Inc) combinados à: presença de casca (CC), ausência de casca (SC), ausência de resíduos (SR), presença da adubação nitrogenada (Com N) e a ausência da adubação nitrogenada (Sem N).

Para o CL a qualidade do resíduo e sua interação com o tempo de avaliação resultaram em efeito significativo ($p < 0,05$) para as profundidades de 0 a 1 cm e 0 a 5 cm. Na profundidade de 0 a 1 cm a ausência de casca evidenciou os maiores teores de CL quando comparado à presença de casca ou a ausência de resíduos de eucalipto, especialmente aos 365 dias após a implantação do experimento, em que os teores de CL se mostraram superiores ao primeiro período de avaliação (0 dia). Entretanto, na

profundidade de 0 a 5 cm a presença de casca (de modo geral) resultou nos maiores teores de CL, mas manteve os maiores teores observados aos 365 dias (Figura 9). A adubação nitrogenada e suas interações com o tempo e a qualidade do resíduo tiveram efeito significativo ($p < 0,01$) apenas para a profundidade de 1 a 5 cm, sendo que nos dois períodos avaliados (0 e 365 dias após implantação do experimento), a adubação nitrogenada na presença dos resíduos de eucalipto (com ou sem casca) resultou nos maiores teores de C lábil quando comparado a ausência da adubação e de resíduos (Figura 9).

Para o NL, em todas as profundidades avaliadas, foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) para a adubação nitrogenada e sua interação com o tempo de avaliação. A adubação nitrogenada também resultou nos maiores teores de N lábil quando comparado a ausência de adubação, com os maiores teores observados no primeiro período avaliado (0 dia) (Figura 10). O tempo de avaliação mostrou efeito significativo para as profundidades de 0 a 1 cm ($p < 0,01$) e 0 a 5 cm ($p < 0,05$), com os maiores teores de N lábil observados no primeiro período de avaliação. A qualidade do resíduo teve efeito significativo para a profundidade de 0 a 1 cm ($p < 0,05$), em que os maiores valores de N lábil foram observados na ausência de resíduos, e de 1 a 5 cm ($p < 0,01$) quando da presença de resíduos com casca. A interação tripla entre a época de avaliação (tempo), a adubação nitrogenada e a qualidade do resíduo mostrou efeito significativo ($p < 0,01$) para a profundidade de 0 a 1 cm, com os maiores teores de N lábil observados no primeiro período de avaliação quando da adubação nitrogenada e da aplicação dos resíduos com casca (Figura 10).

Os resultados de CL e NL apresentaram variações positivas (acréscimos) e negativas (decréscimos) no período avaliado (0 e 365 dias após implantação do experimento). A amplitude de variação do teor de C lábil foi de -2,308 a 1,609 g/kg, sendo o maior decréscimo observado para a região de Belo Oriente na profundidade de 0 a 5 cm, em que os resíduos, na ausência de casca, foram incorporados e receberam a adubação nitrogenada e o maior aumento para a região de Aracruz na profundidade de 0 a 1 cm, referente à manutenção em superfície de resíduos na ausência de casca e que receberam a adubação nitrogenada (Figura 9).

A amplitude de variação do teor de N lábil nos períodos e profundidades avaliados foi de -0,0906 a 0,0629 g/kg, sendo os maiores decréscimos e acréscimos observados para a região de Belo Oriente na profundidade de 0 a 1 cm, nos tratamentos referentes à adubação nitrogenada sobre o solo não revolvido e que não recebeu a aplicação de resíduos e a manutenção em superfície de resíduos na presença da casca e da adubação nitrogenada, respectivamente (Figura 10).

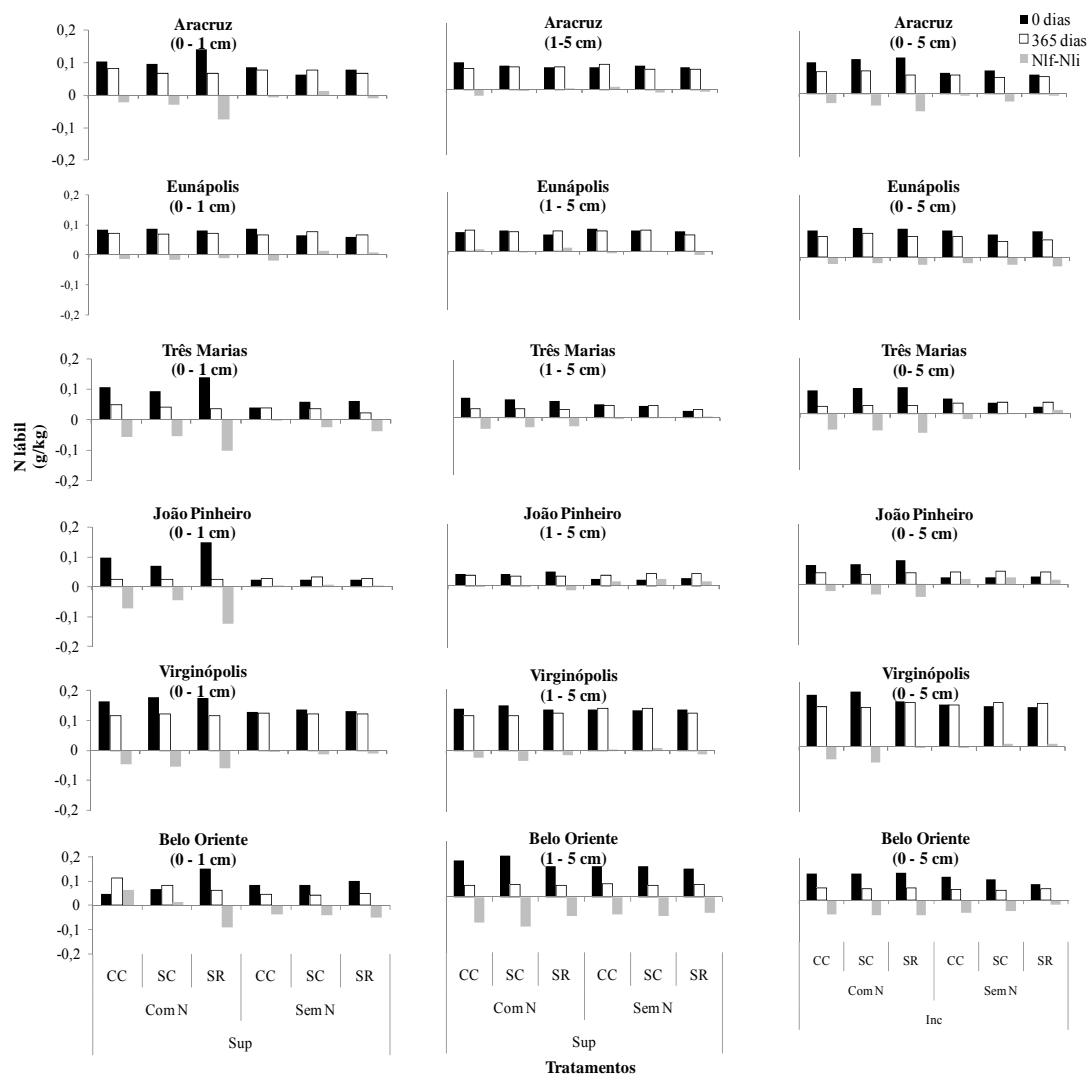


Figura 10. Teores de N lábil em seis regiões do Brasil, avaliadas na época de implantação do experimento (0 dia) e aos 365 dias e sua variação no período ($N_{f}-N_{i}$), nas profundidades de 0 a 1, 1 a 5 e 0 a 5 cm, referentes aos tratamentos com os resíduos de eucalipto mantidos na superfície do solo (Sup) e resíduos incorporados ao solo (Inc) combinados à: presença de casca (CC), ausência de casca (SC), ausência de resíduos (SR), presença da adubação nitrogenada (Com N) e a ausência da adubação nitrogenada (Sem N).

DISCUSSÃO

Matéria seca remanescente (MSREM) e tempo de meia-vida ($t_{1/2}$)

A decomposição de resíduos vegetais é regulada, principalmente, pela atividade microbiana do solo, e esta por sua vez é determinada pelo tipo de manejo dado ao solo, pela qualidade (composição química) do resíduo e pelas condições edafoclimáticas (Berg & McLaugherty, 2008). Tais fatores são considerados como pontos chave na decomposição e, por conseguinte, na estabilização de C e N no solo (Smith & Collins, 2007). No presente estudo, observou-se que a taxa de decomposição foi mais alterada pelo manejo dos resíduos da colheita de eucalipto e pela sua qualidade (manutenção ou não da casca) (Figura 2).

Com o aumento da decomposição, a MOS tende a se tornar mais enriquecida em compostos químicos recalcitrantes (Dijkstra et al., 2004; Berg & McLaugherty, 2008). Os resíduos de casca, por exemplo, constituídos por compostos químicos complexos, como a lignina, quitina e taninos podem lhe garantir maior recalcitrância à decomposição (Foelkel, 2005). Apesar disso, no presente trabalho, os tratamentos relacionados à ausência de casca resultaram em valores de MSREM e $t_{1/2}$ significativamente superiores aos tratamentos com a presença de casca, independentes das regiões em estudo (Figura 2b e 3). Silva (2008) relatou que a decomposição dos resíduos de galhos de eucalipto foi estimulada pela presença de casca. Em contrapartida, foi observado, em condições de clima mais seco, menores taxas de decomposição nos tratamentos envolvendo resíduos de eucalipto com casca e maiores teores iniciais de N. Contudo, a diminuição na decomponibilidade (qualidade do resíduo) é complexa, envolvendo tanto mudanças químicas no resíduo, como na sucessão de microrganismos capazes de competir pelo substrato com determinada composição química (Berg, 2000). É possível que a presença de casca tenha favorecido a manutenção da umidade no solo e condições mais favoráveis aos microrganismos envolvidos na sua decomposição.

Os tratamentos envolvendo a presença de N não resultaram em redução significativa na decomposição dos resíduos de eucalipto (Figura 3), contrapondo a alguns trabalhos que mostram redução na taxa de decomposição em florestas fertilizadas com N (Michel & Matzner, 2002; Sjöberg et al., 2004; Swanston et al., 2004; Silva, 2008). Possivelmente, a não significância da adubação nitrogenada neste estudo, até o período avaliado (365 dias após a implantação do experimento), deve-se

a aplicação do adubo nitrogenado sobre os resíduos, o que não permitiu a incorporação imediata deste elemento nos tecidos vegetais e microbianos e, conseqüentemente, nos ciclos biológicos, alterando pouco as relações C/N e lignina/N (Taylor et al., 1989), por exemplo, as quais poderiam beneficiar a atividade microbiana sobre estes. No longo prazo, é possível que o efeito do N resulte em diminuição da taxa de decomposição (Magill & Aber, 1998; Berg & McLaugherty, 2008), em virtude de sua participação nas rotas de humificação (Silva & Mendonça, 2007; Berg & McLaugherty, 2008), o que poderá contribuir para a maior estabilização de C nas frações da MOS, tendo em vista que o N constituinte de compostos do tecido vegetal é mais eficiente na estabilização de C nas substâncias húmicas do que o N mineral aplicado via fertilizante (Moran et al., 2005).

Os fatores edafoclimáticos exercem grande influência sobre a decomposição de resíduos, devido, principalmente, às variações de temperatura, índice pluviométrico (Austin & Vivanco, 2006; Plante et al., 2009) e textura do solo (Six et al., 2002; Deneff et al., 2004). Os subsequentes ciclos de umedecimento-secagem e a perturbação da estrutura do solo pelo uso de implementos agrícolas são considerados como os maiores contribuintes para o aumento da taxa de decomposição, em função da exposição da MOS fisicamente protegida nos macro e microagregados (Ballester et al., 2000; Six et al., 2000). Neste contexto, a incorporação dos resíduos revelou, no presente estudo, que as maiores taxas de decomposição ocorreram com a incorporação dos resíduos e as menores taxas quando houve a deposição dos resíduos sobre a superfície do solo (Figura 2 e Quadro 3), o que pode não ter facilitado a ação da microbiota do solo sobre os mesmos. De modo geral, a incorporação de resíduos na presença de casca no solo intensificou a decomposição, resultando nos menores valores observados para MSREM e $t_{1/2}$ (Figura 2a, 3 e Quadro 3). A incorporação de resíduos, possivelmente, contribuiu para o fácil acesso da microbiota do solo ao substrato (resíduos de eucalipto), o qual, na presença de casca, parece ter sido otimizado, seja pela maior disponibilidade de nutrientes e, ou, pela seletividade de microrganismos específicos (Lilleskov et al., 2001; Ågren et al., 2001). Mudanças sazonais na comunidade microbiana ocorrem ao longo da decomposição, refletindo variações de umidade e temperatura. O efeito significativo das regiões em estudo na taxa de decomposição deve-se às diferenças edafoclimáticas entre essas, principalmente o teor de areia ($r = -0,54$). Em escala regional, a precipitação pluvial

é um componente que controla o processo de decomposição da MOS (Berg, 2000) e, conseqüentemente, a atividade dos microrganismos. Uma maior precipitação pluvial pode levar à maior produção de biomassa em plantações de eucalipto, à maior acumulação de MOS (Santana, 2000) e, conseqüentemente, ao aumento da atividade microbiana, pela maior quantidade de substrato disponível, nos processos de imobilização (C e N) e mineralização (N) (Gama-Rodrigues et al., 2005). Com isso, os menores valores de MSREM e $t_{1/2}$ observados para a região de Eunápolis podem ser atribuídos à distribuição mais regular de chuvas ao longo do ano (Figuras 2 e 3), corroborando com trabalhos anteriores (Costa et al., 2005; Silva, 2008; Gama-Rodrigues, et al 2005), que observaram aumento na taxa de decomposição de litter em povoamentos de *Eucalyptus* sob condições de maior pluviosidade.

A textura tem grande importância no compartimento da MOS, uma vez que está diretamente relacionada à formação de agregados, além da influência na dinâmica de nutrientes e da água no solo (Berg & McLaugherty, 2008). Além deste fator, a temperatura pode exercer influência sobre a decomposição de resíduos. O efeito da temperatura sobre a decomposição de resíduos aumenta com o aumento da complexidade molecular do substrato, alterando a taxa de decomposição em decorrência das mudanças na composição química e na afinidade de enzimas pelo substrato (Davidson & Janssens, 2006). Nas regiões de João Pinheiro e Eunápolis observou-se elevada decomposição de resíduos (Figura 2 e Quadro 3), provavelmente, em virtude da textura mais arenosa do solo e das elevadas temperaturas ao longo do ano.

Evolução de C-CO₂ e C - CO₂ derivado do resíduo de eucalipto

O manejo do solo é um fator a ser considerado na (des)estabilização do C em solos sob sistemas agrícolas em função da sua relação com a proteção física da MOS (Six et al., 2000; Taneva & Gonzalez-Meller, 2008). Estudos têm demonstrado que a diminuição do revolvimento do solo pode contribuir para o maior estoque de C, devido à maior proteção em micro e macroagregados (Paustian et al., 2000; Six et al., 2000), os quais tornam as frações da MOS menos acessíveis à ação microbiana (Taneva & Gonzalez-Meller, 2008). Em contrapartida, a incorporação profunda (60 a 80 cm) de resíduos ao solo pode resultar em maior proteção física aos resíduos, estabilizando-os em formas mais estáveis de C (Fontaine et al., 2007). No presente

trabalho, a incorporação de resíduos resultou na maior evolução (bruta e líquida) de C-CO₂ e na proporção de C-CO₂ derivado dos resíduos de eucalipto observados aos 180 dias. Mas, aos 365 dias a incorporação de resíduos levou a valores de C-CO₂ evoluído comparativamente inferiores, indicando maior estabilização de C no solo, para todos os tratamentos avaliados (Figura 4 e 5). Possivelmente, compostos mais lábeis são decompostos mais rapidamente quando da incorporação dos resíduos, enquanto os componentes menos lábeis são estabilizados com o passar do tempo.

Além da proteção física do solo, via formação de agregados, a estabilização dos compostos orgânicos também pode ser favorecida, principalmente, pela sua associação aos minerais da fração argila do solo, a qual possibilita um tempo de ciclagem mais lento (Alvarez & Alvarez, 2000). Somado a isso, a proteção física no interior de agregados pode restringir o acesso de microrganismos e enzimas ao substrato, além de apresentar menor concentração de oxigênio (Davidson & Janssens, 2006). Nesse contexto, observou-se para as regiões de Eunápolis, Três Marias e João Pinheiro, valores de evolução (bruta e líquida) de C-CO₂ comparativamente superiores aos observados para as regiões de Aracruz, Belo Oriente e Virginópolis (Figura 4 e 5). Esses resultados podem ser consequência da textura do solo, tendo em vista a textura mais arenosa nos solos das três primeiras localidades, o que poderia ter favorecido a mais rápida mineralização do C aportado via resíduos de eucalipto, e, ou, o C das frações da MOS.

A taxa de decomposição do litter também tem grande relação com a composição química do substrato e as condições climáticas, uma vez que está diretamente relacionada à atividade da microbiota. A biomassa microbiana apresenta rápida ciclagem, responde intensamente a flutuações sazonais de umidade e temperatura, ao cultivo e ao manejo de resíduos (Gama-Rodriguez et al., 2005). Por isso, diferentes condições climáticas, incluindo temperatura e precipitação pluvial, têm sido relacionadas com a taxa de decomposição do litter, principalmente em condições tropicais (Costa et al., 2005 Silva, 2008). Considerando esses fatores, a estação chuvosa aos 180 dias após a implantação do experimento, além da maior quantidade de C facilmente mineralizável do resíduo nos estádios iniciais podem explicar os elevados valores obtidos para a evolução de C-CO₂ e a contribuição de C-CO₂ derivado do resíduo nesse período de avaliação (Figura 4, 5 e 6).

Os menores valores observados para a contribuição de C-CO₂ derivado do

resíduo de eucalipto quando da aplicação do adubo nitrogenado (Figura 6) corroboram com alguns estudos que mostram o favorecimento da estabilização da MOS pela maior disponibilidade de N nas rotas de humificação e na formação de compostos mais estáveis (Neef et al., 2002; Sjoberg et al., 2004; Moran et al., 2005). Apesar disso, tratamentos relacionados à adubação nitrogenada nas regiões de Virgínia e Três Marias podem ter contribuído para o efeito priming positivo (Fontaine et al., 2004 a, b; Fontaine et al., 2007), pois foram encontrados resultados negativos para a proporção de C-CO₂ derivado do resíduo de eucalipto (Figura 6). Esses resultados podem decorrer da maior contribuição da MOS que se encontrava no solo antes da instalação do experimento composta por C derivado de espécies de rota fotossintética C4 (menor delta ¹³C/¹²C), sobrepondo a contribuição dos resíduos de eucalipto (C3), pelo favorecimento da decomposição de compostos carbonados C4 em detrimento ao input de material C3, especialmente na presença de casca do eucalipto. Os efeitos do N na redução da taxa de decomposição estão aparentemente ligados à diminuição da degradação por enzimas lignolíticas (Keyser et al., 1978; Carreiro et al., 2000), efeitos na diversidade entre espécies microbianas (Lilleskov et al., 2001) e mudanças na comunidade microbiana, com maior eficiência na decomposição e exigência de N (Ågren et al., 2001).

A casca do eucalipto é constituída por compostos químicos complexos, como ligninas e taninos, os quais podem lhe imprimir maior recalcitrância à decomposição. Neste estudo observou-se tendência ($p < 0,226$) de menor efluxo de C-CO₂ relativo à proporção do resíduo de eucalipto aplicado quando da presença de casca (Figuras 7 e 8). Em contrapartida, a casca também apresenta característica de armazenar grande quantidade de água, o que pode favorecer a atividade microbiana sobre esses e, por conseguinte, a mais rápida decomposição. Povoamentos de *Eucalyptus grandis* colhidos aos oito anos de idade têm mostrado densidade básica da casca muito baixa, com valores de 0,28 g/dm³, aproximadamente, e umidade da casca de 71,8 %, o qual se aproxima muito do valor obtido na máxima saturação de umidade do material, ou seja, cerca de 74,6 % (Foelkel, 2005). Portanto, embora a presença de casca tenha favorecido a taxa de decomposição dos resíduos, evidências indicam que mais C foi estabilizado no solo.

É importante relatar que nos sítios mais arenosos a qualidade (recalcitrância) do resíduo passa a ser um fator crítico para a redução da evolução de C-CO₂ dos

solos e resíduos quando comparado ao manejo do solo; a interferência do manejo do solo levando à desagregação de micro e macroagregados tem maior influência nos solos mais argilosos, os quais são caracterizados pela maior formação de agregados, em virtude de sua mineralogia. Com isso, a dinâmica de decomposição dos resíduos da colheita de eucalipto dependerá principalmente do manejo do solo e da composição química dos resíduos.

Carbono e nitrogênio lábeis dos solos

Alguns fatores, além do manejo, como o clima e a textura do solo, são conhecidos por serem importantes influenciadores nos estoques totais da MOS (Marriot & Wander, 2006). No presente estudo, tais fatores evidenciaram forte influência nos teores de C e N lábeis; observaram-se os maiores teores para as regiões caracterizadas por solos argilosos e, os menores teores para as regiões de caracterizadas por solos arenosos (Figura 9 e 10).

De modo geral, os teores de MOS tendem a diminuir com o aumento da profundidade do solo. Rangel et al., (2008), em estudo sobre a suscetibilidade à oxidação pelo permanganato de potássio do C presente em Latossolo Vermelho distroférico típico, cultivado com cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes espaçamentos de plantio, verificaram redução nos teores de C lábil com o aumento da profundidade do solo, resultado também observado por Andrade et al. (2005) que avaliaram o uso de biofóssido alcalino nos estoques de C e N em plantios de *Eucalyptus grandis*, após cinco anos da aplicação, os quais observaram que o teor de C lábil nas três profundidades avaliadas (0-5, 5-10 e 10-20 cm) responderam por 50 % do C total do solo. Esses resultados corroboram com os encontrados neste estudo, em que se observou para a profundidade de 0 a 1 cm os maiores teores de C e N lábeis quando comparado as outras profundidades avaliadas (1-5 e 0-5 cm) (Figura 9 e 10). Os maiores teores de C e N lábeis encontrados para essa profundidade devem-se, provavelmente, ao maior aporte de resíduos sobre a superfície do solo. Resultados de pesquisas com frações de oxidação do C evidenciaram que culturas agrícolas, com sistemas de manejo que favorecem adições freqüentes de material orgânico ao solo, tendem a apresentar maior proporção de C na fração lábil, em detrimento das frações mais resistentes à oxidação (Blair et al., 1995; Chan et al., 2001), o que é consistente com a espécie florestal em questão e com o sistema de cultivo mínimo adotado na

área do experimento.

A fração leve da MOS é identificada por ser mais sensível à qualidade do “input” do que a MOS como um todo (Wander, 2004). Além disso, a fração leve apresenta uma taxa de ciclagem mais alta que a fração pesada (Balesdent, 1996), sendo assim, composta por grande parte de C lábil. O uso do método de oxidação do C por KMnO_4 para a determinação do C lábil do solo pode levar a interpretações errôneas, uma vez que a solução de KMnO_4 também pode oxidar compostos de maior complexidade, como a lignina e compostos similares, mostrando ser um método dependente do tipo de cobertura vegetal do solo (Tirol-Padre & Ladha, 2004). Nesse contexto, observou-se no presente trabalho que os maiores teores de C lábil ocorreram na presença de casca para a profundidade de 0 a 5 cm e, de C e N lábeis para a profundidade de 1 a 5 cm (Figura 9 e 10), confirmando a evidência do método relatado por Tirol-Padre & Ladha, (2004), tendo em vista o elevado aporte de resíduos da colheita de eucalipto (30 t/ha) utilizado nesse experimento. Esses resíduos apresentam relações C:N e lignina:N bastante elevadas; a relação C:N de galhos e cascas de eucalipto é de aproximadamente 258 e 125 dag/kg e de lignina solúvel:N, 30,0 e 12 dag/kg, respectivamente (Silva, 2008).

A MOS, como um todo, não tem sido bem correlacionada com a adubação nitrogenada (Mulvaney et al., 2001). Muitos estudos de curto prazo têm mostrado aumento na degradação da MOS, em resposta às elevadas doses de N, ao passo que poucos estudos de longo tempo revelam resposta oposta (Swanston et al., 2004). Neste estudo, foi observado aumento nos teores de C lábil (1 a 5 cm) e N lábil (em todas as profundidades avaliadas) quando da adubação nitrogenada (Figura 9 e 10). Vieira et al. (2007) também encontraram em estudo sobre a melhoria da qualidade de um Acrisol no sul do Brasil, sob sistema de cultivo mínimo e fertilizado com N (180 kg/ha/ano de N), aumento no teor de C lábil nos tratamentos com resíduos de aveia/milho e aveia + ervilhaca/milho e, conseqüentemente, nos valores de índice de manejo de C. Esses autores relataram ainda que tais resultados deviam-se, possivelmente, não somente ao enriquecimento na formação da matéria orgânica, como conseqüência do aumento na adição anual de C, mas, também, a mudanças na qualidade da MOS decorrentes da relação C:N, conteúdo de lignina, celulose, hemicelulose e proteínas, o quais apresentam sua labilidade diferenciada quando avaliadas por meio da oxidação por KMnO_4 (Tirol-Padre & Ladha, 2004).

CONCLUSÕES

1. Independente do bioma, a taxa de decomposição dos resíduos da colheita de eucalipto é maior, a estabilização do C derivado do resíduo menor e os teores de C e N lábeis menores nos solos de textura mais arenosa;
2. A adubação nitrogenada resulta em menor contribuição do resíduo de eucalipto para o efluxo de C-CO₂ (resultando em maior estabilização do C derivado do resíduo) e maiores teores de N lábil;
3. A incorporação de resíduos de eucalipto ao solo acelera sua decomposição e, na ausência de casca, aumenta a contribuição do resíduo para o CO₂ respirado, apontando para menor estabilização desses nos solos;
4. A presença de casca resulta em maior evolução de C-CO₂, mas, reduz a contribuição dos resíduos para o C-CO₂ respirado, indicando maior estabilização do C do resíduo na MOS, especialmente nos solos mais arenosos.

LITERATURA CITADA

- ÅGREN, G. I., BOSATTA, E & MAGILL, A. H., Combining theory and experiment to understand effects of inorganic nitrogen on litter decomposition. *Oecologia*, 128: 94-98, 2001.
- ALVAREZ, R. & ALVAREZ, C. R. Soil organic matter pools and their associations with carbon mineralization kinetics. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64: 184-189, 2000.
- ANDRADE, C. A.; OLIVEIRA, C. DE & CERRI, C. C. Qualidade da matéria orgânica e estoques de carbono e nitrogênio em Latossolo tratado com biossólido e cultivado com eucalipto, *R. Bras. Ci. Solo*, 29:803-816, 2005.
- AUSTIN, A. T. & VITOUSEK, P. M. Precipitation, decomposition, and litter decomposability of *Metrosideros polymorpha* on Hawaii. *J. Ecol.*, 88: 129–138, 2000.
- AUSTIN, A. T. & VIVANCO, L. Plant litter decomposition in a semi-arid ecosystem controlled by photodegradation. *Nature*, 442/3: 555-558, 2006.
- BALESDENT, J. The significance of organic separates to carbon dynamics and its modelling in some cultivated soils. *Eur. J. Soil Sci.* 47, 485–493, 1996.
- BALLESDENT, J.; CHENU, C. & BALABANE, M. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. *Soil Til. Res.*, 53: 215-230, 2000.
- BARROS, N. F & COMERFORD, N. B. Sustentabilidade da produção de florestas plantadas na região tropical. In: V. Alvarez, V. H; Schaefer, C. E. G. R.; Barros, N. F.; Mello, J. W. & Costa, L. M., ed. *Tópicos em ciência do solo*, v.1, Viçosa, SBCS, 2002. p 487-592.
- BERG, B. & MCCLAUGHERTY, C. *Plant litter: Decomposition, humus formation, carbon sequestration*. 2. ed. Germany, Springer, 2008. 337p.

- BERG, B. Litter decomposition and organic matter turnover in northern forest soils
For. Ecol. Manag., 33: 13-22, 2000.
- BLAIR, G. J., LEFROY, R. D. B., & LISLE, L. Soil carbon fractions, based on their
degree of oxidation, and the development of a carbon management index for
agricultural systems. Aust. J. Agric. Res. 46:1459-66, 1995.
- CARREIRO, M. M., SINSABAUGH, R. L., REPERT, D. A. & PARKHURST, D. F.
Microbial enzyme shifts explain litter decay responses to simulated nitrogen-
deposition. Ecology, 81: 2359-2365, 2000.
- CHAER, G. M. & TÓTOLA, M. R. Impacto do manejo de resíduos orgânicos
durante a reforma de plantios de eucalipto sobre indicadores de qualidade do
solo. R. Bras. Ci. Solo, 31: 1381-1396, 2007.
- CHAN, K. Y.; BOWMAN, A. & OATES, A. Oxidizable organic carbon fractions
and soil quality changes in an Oxic Paleustalf under different pasture leys.
Soil Sci. 166/1:61-67, 2001.
- CORREIA, M. E. F. & ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de
nutrientes In: SANTOS, G. A. & CAMARGO, F. A. O. eds. Fundamentos da
matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. 1. ed. Porto
Alegre, RS, Genesis, 1999. p. 197-225.
- COSTA, G.S.; GAMA-RODRIGUES, A.C. & CUNHA, G.M. Decomposição e
liberação de nutrientes da serapilheira foliar em povoamentos de *Eucalyptus
grandis* no Norte Fluminense. Rev. Ar., 29: 563-570, 2005.
- DAVIDSON, E. A. & JANSSENS, I. A. Temperature sensitivity of soil carbon
decomposition and feedbacks to climate change. Nature, 440/9: 165-173,
2006.
- DENEFF, K.; SIX, J.; MERCEX, R. & PAUSTIAN, K. Carbon sequestration in
microaggregates of no-tillage soils with different clay mineralogy. Soil Sci.
Soc. Am. J., 68: 1935-1944, 2004.

- DIJKSTRA, F. A.; HOBBIIE, S. E.; KNOPS, J. M. H. & REICH, P. B. Nitrogen deposition and plant species interact to influence soil carbon stabilization. *Ecol. Letters*, 7: 1192-1198, 2004.
- FOELKEL, C. Casca da árvore do eucalipto: Aspectos morfológicos, fisiológicos, florestais, ecológicos e industriais, visando à produção de celulose e papel. *Eucalyptus Online Book & Newsletter*, 2005, 109p. Disponível em <http://www.celsofoelkel.com.br/>. Acesso em: 14 de maio de 2009.
- FONTAINE, S.; BARDOUX, G.; ABBADIE, L. & MARIOTTI, A. Carbon input to soil may decrease soil carbon content. *Ecol. Letters*, 7: 314–320, 2004 a
- FONTAINE, S.; BARDOUX, G.; BENEST, D.; VERDIER, B.; MARIOTTI, A.; ABBADIE, L. Mechanisms of the priming effect in a Savannah soil Amended with cellulose. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 68:125-131, 2004 b.
- FONTAINE, S.; BAROT, S.; BARRÉ, P.; BDIQUI, N.; MARY, B. & RUMPEL, C. Stability of organic carbon in deep soil layers controlled by fresh carbon supply. *Nature*, 450/8:277-279, 2007.
- GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; SANTOS, G. A Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. *R. Bras. Ci. Solo*, 29: 893-901, 2005.
- HU, S; COLEMAN, D. C.; CARROL, C. R.; HENDRIX, P.F.; BEARE, M. H. Labile soil carbon pools in subtropical forest and agricultural ecosystems as influenced by management practices and vegetation types. *Agric., Ecos., Envir.*, 65:69-78, 1997.
- KANDELER, E. Physiological and biochemical methods for studying soil biota and their function. In: PAUL, E. A. 3. ed. *Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry*. Canada, Academic Press, 2007, p. 53-80.
- KEYSER, P., KIRK, T. K. & ZEIKUS, J. G., Ligninolytic enzyme system of *Phanerochaete chrysosporium* synthesized in the absence of lignin in response to nitrogen starvation. *J. Bact.*, 135: 790-797, 1978.

- LILLESKOV, E. A.; BRUNS, T. D. Nitrogen and ectomycorrhizal fungal communities: What we know, what need to know. *New Phytol.*, 149: 154–158, 2001.
- MAGILL, A. H. & ABER, J. D. Long-term effects of experimental nitrogen additions on foliar litter decay and humus formation in forest ecosystems. *Plant Soil*, 203: 301–311, 1998.
- MARRIOT, E. E. & WANDER, M. M. Total and labile soil organic matter in organical and conventional farming systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 70: 950–959, 2006.
- MCLAUHLAN, K. K. & HOBBIIE, S. E. Comparison of labile soil organic matter fractionation techniques. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 68: 1616-1625, 2004.
- MENDONÇA, E. S. & MATOS, E. S. *Matéria orgânica do solo: Métodos de análises*, Viçosa, Ed. 2005, 77p.
- MICHEL, K. & MATZNER, E. Nitrogen content of forest floor Oa layers affects carbon pathways and nitrogen mineralization. *Soil Biol. & Biochem.*, 34: 1807-1813, 2002.
- MORAN, K. K.; SIX, J; HORWATH W.R & van KESSEL, C. Role of mineral-nitrogen in residue decomposition and stable soil organic matter formation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 69: 1730-1736, 2005.
- MULVANEY, R.L., S.A. KHAN, R.G. HOEFT, & H.M. BROWN. A soil organic nitrogen fraction that reduces the need for nitrogen fertilization. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 65:1164–1172, 2001.
- NEFF, J. C.; TOWNSEND, A. R.; GLEIXNER, G.; LEHMAN, S. J.; TURNBULL, J. & BOWMAN, W. D. Variable effects of nitrogen additions on the stability and turnover of soil carbon. *Nature*, 419: 915-917, 2002.
- NIEROP, K. G. Origin of aliphatic compounds in a forest soil. *Org. Geochem.*, 29: 1009-1016, 1998.

- PAUSTIAN, K., SIX, J., ELLIOTT, E.T. & HUNT, H.W. Management options for reducing CO₂ emissions from agricultural soils. *Biogeochemistry*, 48: 147-163, 2000.
- PLANTE, A. F.; SIX, J.; PAUL, E. A.& CONANT, R. T. Does physical protection of soil organic matter attenuate temperature sensitivity? *Soil Sci. Soc. Am. J.* 73: 1168-1172, 2009.
- RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; GUIMARÃES, P. T. G. & GUILHERME, L. R. G. Frações oxidáveis do carbono orgânico de Latossolo cultivado com cafeeiro em diferentes espaçamentos de plantio. *Ciênc. Agrotec., Lavras*, 32/2: 429-437, 2008.
- RUSSEL, A. E.; RAICH, J. W.; VALVERDE-BARRANTES, O. J. & FISHER, R. F. Tree species effects on soil properties in experimental plantations in tropical moist Forest. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 71: 1389-1397, 2007.
- SAHRAWAT, K. L. Assay of nitrogen supplying capacity of tropical Rice soils. *Plant Soil*, 65: 111- 121, 1982.
- SANTANA, R.C. Predição de biomassa e alocação de nutrientes em povoamentos de eucalipto no Brasil. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2000. 71 p. (Tese de Doutorado)
- SHANG, C. & TIESSEN, H. Organic matter lability in a tropical Oxisol: evidence from shifting cultivation, chemical oxidation, particle size, density, and magnetic fractionations. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 162:795-807, 1997.
- SILVA, I. R. & MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; 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, 2007. p. 275-374.
- SILVA, E. F. 2008. Frações da matéria orgânica e decomposição de resíduos da colheita de eucalipto em solos de tabuleiros costeiros da Bahia. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2008, 110 p. (Tese de Doutorado)

- SIX, J.; ELLIOTT, E. T. & PAUSTIAN, K. Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. *Soil Biol. & Biochem.*, 32: 2099-2103, 2000.
- SIX, J.; FELLER, C.; DENEFF, K.; OGLE, S. M.; MORAES SA, J. C. & ALBRECHT, A. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils – Effects of no-tillage. *Agronomie*, 22:755–775, 2002.
- SJOBERG, G.; NILSSON, S. I.; PERSSON, T. & KARLSSON, P. Degradation of hemicellulose and lignin in decomposing spruce needle litter in relation to N. *Soil Biol. Biochem.*, 36: 1761-1768, 2004.
- SJOBERG, G.; BERGKVIST, B.; BERGGRENA, D.; NILSSON, S. I. Long-term N addition effects on the C mineralization and DOC production in mor humus under spruce. *Soil Biol. & Biochem.*, 35: 1305–1315, 2003.
- SMITH, J. L. & COLLINS, H. P. Management of microorganisms and their processes in soils. In: PAUL, E. A. ed. *Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry*. Canadá, Elsevier, 2007. p. 471-500.
- STEVENSON, F. J., *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. 2. ed. New York, John Wiley & Sons, Inc, 1994. 496 p.
- SWANSTON, C.; HOMANN, P. S.; CALDWELL, B.; MYROLD, D. D.; GANIO, L. & SOLLINS, P. Long-term effects of elevated nitrogen on forest soil organic matter stability. *Biogeochemistry*, 70: 227–250, 2004.
- TANEVA, L & GONZALEZ-MELER, M.A. Decomposition kinetics of soil carbon of different age from a forest exposed to 8 years of elevated atmospheric CO₂ concentration. *Soil Biol. & Biochem.*, 40: 2670–2677, 2008.
- TAYLOR, B.R.; PARKINSON, D. & PARSONS, W.F.J. Nitrogen and Lignin content as predictors of litter decay rates: A microcosm test. *Ecology*, 70: 97-104, 1989.

- TIROL-PADRE, A. & LADHA, J.K. Assessing the reliability of permanganate-oxidizable carbon as an index of soil labile carbon. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 68, 969–978, 2004.
- TÓTOLA, M. R. & CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos In: V. ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. & COSTA, L. M., ed. *Tópicos em ciência do solo*, v.1. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2002. p. 487-592.
- VIEIRA, F.C.B.; BAYER, C.; ZANATTA, J.A.; DIECKOWB, J.; MIELNICZUK, J.; HE, Z.L. Carbon management index based on physical fractionation of soil organic matter in an Acrisol under long-term no-till cropping systems. *Soil & Tillage Research*, 96:195–204, 2007.
- VIVANCO, L. & AUSTIN, A. T. Tree species identify alters forest litter decomposition through long-term plant and soil interactions in Patagonia, Argentina. *J. of Ecol.*, 96: 727-736, 2008.
- WANDER, M.M.. Soil organic matter fractions and their relevance to soil function. p. 67–102. In F. Magdoff & R. Weil eds. *Advances in agroecology*. CRC Press, Boca Raton, FL, 2004. Disponível em : [http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=djZpKk4k8HoC&oi=fnd&pg=PA67&dq=WANDER,+M.M..+Soil+organic+matter+fractions+and+their+relevance+to+soil+function.+p.+67+%E2%80%93102.+In+F.+Magdoff+and+R.+Weil+\(ed.\)+Advances+in+agroecology.+CRC+Press,+Boca+Raton,+FL,+2004&ots=dElsKtW5Ln&sig=pu9qzY7h0uq-aCzzCPeWdbYZ80#v=onepage&q=&f=false](http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=djZpKk4k8HoC&oi=fnd&pg=PA67&dq=WANDER,+M.M..+Soil+organic+matter+fractions+and+their+relevance+to+soil+function.+p.+67+%E2%80%93102.+In+F.+Magdoff+and+R.+Weil+(ed.)+Advances+in+agroecology.+CRC+Press,+Boca+Raton,+FL,+2004&ots=dElsKtW5Ln&sig=pu9qzY7h0uq-aCzzCPeWdbYZ80#v=onepage&q=&f=false). Acesso em 5 de fevereiro de 2010.
- WERTH, M.; SUBBOTINA, I.& KUZYAKOV, Y. Three-source partitioning of CO₂ efflux from soil planted with maize by ¹³C abundance fails due to inactive microbial biomass. *Soil Biol. & Biochem.*, 38: 2772-2781, 2006.

APÊNDICE

Quadros das ANOVAS

Quadro 1. Análise de variância para a estimativa da matéria seca remanescente dos resíduos da colheita de eucalipto, ao longo de 360 dias, em seis regiões do Brasil.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	p
Local	5	942,3	4,65	0,01**
Tempo	3	9627,9	47,47	0,00**
Local*Tempo (Erro A)	15	202,8	16,42	0
N	1	26,1	2,11	0,15 ^{ns}
Manejo	1	3284,6	265,95	0**
Resíduo	1	26502,2	2145,82	0**
N*Resíduo	1	23,1	1,87	0,17 ^{ns}
N*Manejo	1	14,4	1,17	0,28 ^{ns}
Manejo*Resíduo	1	53,8	4,36	0,04*
N*Manejo*Resíduo	1	12,5	1,01	0,32 ^{ns}
Tempo*N	3	17,7	1,43	0,23 ^{ns}
Tempo*Resíduo	3	575,8	46,62	0**
Tempo*Manejo	3	306,4	24,81	0**
Tempo*N*Resíduo	3	0,6	0,05	0,99 ^{ns}
Tempo*N*Manejo	3	7,3	0,59	0,62 ^{ns}
Tempo*Manejo*Resíduo	3	6,1	0,49	0,69 ^{ns}
Tempo*N*Manejo*Resíduo	3	1	0,08	0,97 ^{ns}
Erro B	716	12,4		
Total	767			

ns, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1 %, pelo Teste F, respectivamente

Quadro 2. Médias gerais e erros padrões resultante da estimativa da matéria seca remanescente dos resíduos da colheita de eucalipto, referentes aos fatores que evidenciaram significância pela ANOVA: seis regiões do Brasil, ao longo de 360 dias, com a incorporação ou a manutenção de resíduos em superfície, na presença ou ausência de casca.

Fatores	Média geral	Erro padrão
Local	(%)	
Aracruz	37,0325	0,821273
Eunápolis	32,89102	0,995444
Três Marias	33,58805	0,915016
João Pinheiro	33,10703	0,981866
Virginópolis	38,43414	0,712954
Belo oriente	38,62047	0,736258
Tempo		
0 dias	44,62099	0,592724
90 dias	37,68505	0,5692
180 dias	31,40927	0,593784
360 dias	28,73349	0,561518
Manejo		
Superfície	37,68026	0,45222
Incorporado	33,54414	0,551794
Resíduo		
Com casca	41,48656	0,496064
Sem casca	29,73784	0,32409

Quadro 3. Análise de variância, realizada para cada região em estudo, para a estimativa da matéria seca remanescente dos resíduos da colheita de eucalipto, ao longo de 360 dias.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado Médio					
		Aracruz	Eunápolis	Três Marias	João Pinheiro	Virginópolis	Belo Oriente
Tempo	3	1265,3**	2737,2**	2523**	2601**	698**	817,2**
N	1	1,8 ^{ns}	0,7 ^{ns}	20,6 ^{ns}	1,4 ^{ns}	12,3 ^{ns}	37,8**
Manejo	1	235,3**	1734,1**	578,6**	1366,2**	193,5**	71,9**
Resíduo	1	5311,5**	3515,9**	3270,1**	3996,9**	5306,9**	5378,1**
Tempo*N	3	3,9 ^{ns}	16,8 ^{ns}	8,2 ^{ns}	7,4 ^{ns}	1 ^{ns}	3,2 ^{ns}
Tempo*Manejo	3	30,9*	210**	43,4*	155,2**	12,8*	11*
N*Manejo	1	41,6 ^{ns}	1,7 ^{ns}	1,2 ^{ns}	0 ^{ns}	2,2 ^{ns}	1,3 ^{ns}
Tempo*Resíduo	3	60,4**	143,4**	164,9**	159,3**	50**	65,5**
N*Resíduo	1	0,8 ^{ns}	20,5 ^{ns}	8,9 ^{ns}	29,4 ^{ns}	0 ^{ns}	46,2**
Manejo*Resíduo	1	42,1 ^{ns}	38,4 ^{ns}	8,6 ^{ns}	17,4 ^{ns}	10 ^{ns}	11,3 ^{ns}
Tempo*N*Manejo	3	11,6 ^{ns}	9 ^{ns}	19 ^{ns}	2,9 ^{ns}	4,8 ^{ns}	2,6 ^{ns}
Tempo*N*Resíduo	3	9,2 ^{ns}	9,1 ^{ns}	3,8 ^{ns}	10 ^{ns}	5,9 ^{ns}	17,3**
Tempo*Manejo*Resíduo	3	17,3 ^{ns}	1,4 ^{ns}	1,8 ^{ns}	18,6 ^{ns}	1,2 ^{ns}	7,6 ^{ns}
N*Manejo*Resíduo	1	15,6 ^{ns}	2,6 ^{ns}	28,5 ^{ns}	55,8*	7,3 ^{ns}	47,6**
Tempo*N*Manejo*Resíduo	3	13,7 ^{ns}	4,2 ^{ns}	12,9 ^{ns}	8,4 ^{ns}	7,4 ^{ns}	21,6**
Erro	96	11,2	14,6	14,2	13,7	4	4
Total	127						

ns, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente

Quadro 4. Análise de variância para a estimativa do tempo de meia-vida dos resíduos da colheita de eucalipto, em seis regiões diferentes do país.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	p
Local	5	1604588,157	24,83	0**
N	1	56586,25421	0,87	0,35101 ^{ns}
Manejo	1	4145949,635	64,14	0**
Resíduo	1	416015,5196	6,43	0,01224*
Local*N	5	33623,7616	0,52	0,7607 ^{ns}
Local*Manejo	5	80765,11853	1,24957	0,2892 ^{ns}
N*Manejo	1	477,90333	0,00739	0,9316 ^{ns}
Local*Resíduo	5	83154,1698	1,28653	0,2729 ^{ns}
N*Resíduo	1	121170,8176	1,87471	0,1731 ^{ns}
Manejo*Resíduo	1	28222,69469	0,43665	0,5098 ^{ns}
Local*N*Manejo	5	68026,64434	1,05248	0,3894 ^{ns}
Local*N*Resíduo	5	60348,32468	0,93369	0,4611 ^{ns}
Local*Manejo*Resíduo	5	161395,7474	2,49706	0,03348*
N*Manejo*Resíduo	1	144738,2481	2,2393	0,1367 ^{ns}
Local*N*Manejo*Resíduo	5	100512,5096	1,55509	0,1765 ^{ns}
Erro	144	64634,32834		
Total	191			

ns, * e **: não significativo, significativo 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente

Quadro 5. Médias gerais e erros padrões resultante da estimativa do tempo de meia-vida dos resíduos da colheita de eucalipto, referentes aos fatores que evidenciaram significância pela ANOVA: seis regiões do Brasil, com a incorporação ou a manutenção de resíduos em superfície, na presença ou ausência de casca.

Fatores	Média geral	Erro padrão
Local	(dias)	
Aracruz	728,4584	44,94244
Eunápolis	462,9384	44,94244
Três Marias	454,5987	44,94244
João Pinheiro	495,9893	44,94244
Virginópolis	965,6146	44,94244
Belo Oriente	871,5867	44,94244
Manejo		
Superfície	810,1449	25,94753
Incorporado	516,2504	25,94753
Resíduo		
Com casca	616,6493	25,94753
Sem Casca	709,746	25,94753

Quadro 6. Análise de variância, realizada para cada região em estudo, para a estimativa do tempo de meia-vida dos resíduos da colheita de eucalipto.

		Quadrado médio					
Fonte de variação	Grau de liberdade	Aracruz	Eunápolis	Três Marias	João Pinheiro	Virginópolis	Belo Oriente
N	1	48557 ^{ns}	20112 ^{ns}	84189 ^{ns}	3274 ^{ns}	3438 ^{ns}	65136 ^{ns}
Manejo	1	1069248*	1258332**	337180**	1235091**	308371 ^{ns}	341553**
Resíduo	1	62993 ^{ns}	14388 ^{ns}	183770**	286856*	179324 ^{ns}	104455 ^{ns}
N*Manejo	1	276945 ^{ns}	3057 ^{ns}	30572 ^{ns}	6634 ^{ns}	23334 ^{ns}	70 ^{ns}
N*Resíduo	1	140991 ^{ns}	93978 ^{ns}	63059 ^{ns}	6150 ^{ns}	58860 ^{ns}	59875 ^{ns}
Manejo*Resíduo	1	392150 ^{ns}	1349 ^{ns}	30395 ^{ns}	370351**	40689 ^{ns}	268 ^{ns}
N*Manejo*Resíduo	1	182730 ^{ns}	9326 ^{ns}	137 ^{ns}	23944 ^{ns}	97726 ^{ns}	333438**
Erro	24	148140	53584	23768	44888	86448	30978
Total	31						

ns, * e **: não significativo, significativo 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente.

Quadro 7. Análise de variância da estimativa da evolução de C-CO₂ de solos e resíduos da colheita de eucalipto (evolução bruta), ao longo de 360 dias, em seis diferentes regiões do Brasil.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	p
Local	5	2928,72	2,10531	0,1481
Tempo	2	11149,56	8,01487	0,00837**
Local*Tempo (Erro a)	10	1391,11	38,206	0
N	1	9,28	0,255	0,61388 ^{ns}
Manejo	1	490,5	13,472	0,00026**
Resíduo	2	10059,95	276,295	0**
N*Resíduo	2	8,63	0,237	0,78913 ^{ns}
N*Manejo	1	7,88	0,216	0,64196 ^{ns}
Manejo*Resíduo	2	52,52	1,442	0,23697 ^{ns}
N*Manejo*Resíduo	2	84,38	2,318	0,09916 ^{ns}
Tempo*N	2	11,59	0,318	0,72745 ^{ns}
Tempo*Resíduo	4	1355,89	37,239	0**
Tempo*Manejo	2	211,01	5,795	0,00317**
Tempo*N*Manejo	2	76,97	2,114	0,12141 ^{ns}
Tempo*N*Resíduo	4	11,99	0,329	0,85837 ^{ns}
Tempo*Manejo*Resíduo	4	90,86	2,495	0,04158*
Tempo*N*Manejo*Resíduo	4	48,48	1,331	0,25646 ^{ns}
Erro	813	36,41		
Total	863			

ns, * e **: não significativo, significativo 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente.

Quadro 8. Médias gerais e erros padrões resultante da estimativa da evolução de C-CO₂ de solos e resíduos de eucalipto (evolução bruta), referentes aos fatores que evidenciaram significância pela ANOVA: efeito do tempo, com a incorporação ou a manutenção de resíduos em superfície, na presença ou ausência de casca.

Fatores	Média	Erro padrão
Tempo	(mg C/ dm ³ solo/dia)	
90 dias	9,56786	0,61996
180 dias	16,84469	0,733307
360 dias	4,46402	0,338778
Manejo		
Superfície	9,53872	0,494721
Incorporado	11,04566	0,576778
Resíduo		
Com casca	15,22037	0,799082
Sem casca	11,91652	0,622225
Sem resíduo	3,73968	0,193724

Quadro 9. Análises de variâncias da estimativa da evolução de C-CO₂ de solos e resíduos de eucalipto (evolução bruta), realizada para cada região em estudo, ao longo de 360 dias.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio					
		Aracruz	Eunápolis	Três Marias	João Pinheiro	Virginópolis	Belo Oriente
Tempo	2	1088,563**	800,96**	6578,31**	6189,76**	593,859**	2853,649**
N	1	6,863 ^{ns}	0,47 ^{ns}	5,99 ^{ns}	0,88 ^{ns}	34,067 ^{ns}	9,451 ^{ns}
Manejo	1	2,341 ^{ns}	0,12 ^{ns}	6,84 ^{ns}	1687,55**	218,609**	9,245 ^{ns}
Resíduo	2	665,552**	3750,22**	3812,42**	2893,82**	488,323**	500,315**
Tempo*N	2	0,923 ^{ns}	9,28 ^{ns}	7,04 ^{ns}	11,37 ^{ns}	34,834 ^{ns}	9,272*
Tempo*Manejo	2	20,941 ^{ns}	57,91*	12,83 ^{ns}	647,74**	120,9**	4,164 ^{ns}
N*Manejo	1	9,365 ^{ns}	4,13 ^{ns}	2,24 ^{ns}	69,67 ^{ns}	6,544 ^{ns}	0,38 ^{ns}
Tempo*Resíduo	4	134,494**	126,67**	808,93**	1001,74**	73,548**	348,702**
N*Resíduo	2	11,663 ^{ns}	5,9 ^{ns}	7,14 ^{ns}	21,74 ^{ns}	4,243 ^{ns}	4,607 ^{ns}
Manejo*Resíduo	2	62,808*	16,29 ^{ns}	29,07 ^{ns}	339,68**	26,926 ^{ns}	23,011**
Tempo*N*Manejo	2	13,384 ^{ns}	72,54*	93,46 ^{ns}	13,96 ^{ns}	13,025 ^{ns}	0,148 ^{ns}
Tempo*N*Resíduo	4	8,261 ^{ns}	11,18 ^{ns}	17,95 ^{ns}	8,9 ^{ns}	5,129 ^{ns}	8,575*
Tempo*Manejo*Resíduo	4	29,739 ^{ns}	28,28 ^{ns}	29,15 ^{ns}	154,06**	31,526 ^{ns}	16,387**
N*Manejo*Resíduo	2	4,908 ^{ns}	109,88**	20,61 ^{ns}	44,81 ^{ns}	5,975 ^{ns}	0,082 ^{ns}
Tempo*N*Manejo*Resíduo	4	6,646 ^{ns}	22,32 ^{ns}	57,32 ^{ns}	40,5 ^{ns}	5,148 ^{ns}	0,494 ^{ns}
Erro	108	16,725	17,99	46,05	40,4	16,685	2,739
Total	143						

ns, * e **: não significativo, significativo 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente.

Quadro 10. Análise de variância da estimativa da evolução de C-CO₂ dos resíduos da colheita de eucalipto (evolução líquida), ao longo de 360 dias, em seis diferentes regiões do Brasil.

Fonte variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	p
Local	5	4,8175	1,930	0,1758 ^{ns}
Tempo	2	13,4184	5,377	0,0000**
Local*Tempo (Erro a)	10	2,4953	27,68	0
N	1	0,0417	0,462	0,4967 ^{ns}
Manejo	1	0,7081	7,854	0,0052**
Resíduo	1	0,0053	0,058	0,8093 ^{ns}
N*Resíduo	1	0,0391	0,433	0,5105 ^{ns}
N*Manejo	1	0,047	0,522	0,4704 ^{ns}
Manejo*Resíduo	1	0,032	0,355	0,5518 ^{ns}
N*Manejo*Resíduo	1	0,2788	3,093	0,0792 ^{ns}
Tempo*N	2	0,0323	0,358	0,6994 ^{ns}
Tempo*Resíduo	2	0,1267	1,405	0,246 ^{ns}
Tempo*Manejo	2	0,6614	7,337	0,0007**
Tempo*N*Resíduo	2	0,0478	0,53	0,5886 ^{ns}
Tempo*N*Manejo	2	0,2604	2,889	0,0565 ^{ns}
Tempo*Manejo*Resíduo	2	0,1333	1,479	0,2288 ^{ns}
Tempo*N*Manejo*Resíduo	2	0,058	0,644	0,5256 ^{ns}
Erro b	537	0,0901		
Total	575			

ns e **: não significativo, significativo a 1 % pelo Teste F, respectivamente.

Quadro 11. Médias gerais e erros padrões resultante da estimativa da evolução de C-CO₂ dos resíduos da colheita de eucalipto (evolução líquida), referentes aos fatores que evidenciaram significância pela ANOVA: efeito do tempo, com a incorporação ou a manutenção de resíduos em superfície.

Fatores	Média	Erro Padrão
Tempo	(mg C-CO ₂ / dm ³ solo/dia/ g C)	
90 dias	0,451363	0,032861
180 dias	0,710926	0,035768
360 dias	0,18223	0,02004
Manejo		
Superfície	0,413112	
Incorporado	0,483234	

Quadro 12. Análises de variâncias da estimativa da evolução de C-CO₂ dos resíduos da colheita de eucalipto (evolução líquida), realizada para cada região em estudo, ao longo de 360 dias.

Fonte variação	Grau de liberdade	Quadrado médio					
		Aracruz	Eunápolis	Três Marias	João Pinheiro	Virginópolis	Belo Oriente
Tempo	2	1,723345**	0,96613**	8,88058**	10,21116**	0,617581**	3,496177**
N	1	0,022611 ^{ns}	0,07276 ^{ns}	0,08528 ^{ns}	0,10421 ^{ns}	0,007558 ^{ns}	0,021651*
Manejo	1	0,007667 ^{ns}	0,0165 ^{ns}	0,01862 ^{ns}	4,58024**	0,210569*	0,034367 ^{ns}
Resíduo	1	0,142643 ^{ns}	0,04874 ^{ns}	0,0179 ^{ns}	0,00364 ^{ns}	0,120002 ^{ns}	0,021893 ^{ns}
Tempo*N	2	0,008647 ^{ns}	0,04368 ^{ns}	0,12981 ^{ns}	0,06197 ^{ns}	0,011796 ^{ns}	0,043078**
Tempo*Manejo	2	0,067368 ^{ns}	0,12066 ^{ns}	0,31377 ^{ns}	1,86354**	0,245109*	0,023906*
N*Manejo	1	0,044884 ^{ns}	0,01807 ^{ns}	0,0132 ^{ns}	0,3886 ^{ns}	0,024437 ^{ns}	0,000713 ^{ns}
Tempo*Resíduo	2	0,051049 ^{ns}	0,06061 ^{ns}	0,06661 ^{ns}	0,10909 ^{ns}	0,045489 ^{ns}	0,029659*
N*Resíduo	1	0,056771 ^{ns}	0,01107 ^{ns}	0,01512 ^{ns}	0,10057 ^{ns}	0,010576 ^{ns}	0,005527 ^{ns}
Manejo*Resíduo	1	0,236385*	0,07736 ^{ns}	0,13577 ^{ns}	0,20945 ^{ns}	0,01176 ^{ns}	0,062049**
Tempo*N*Manejo	2	0,052187 ^{ns}	0,2929*	0,51539*	0,08516 ^{ns}	0,01348 ^{ns}	0,002343 ^{ns}
Tempo*N*Resíduo	2	0,038779 ^{ns}	0,02097 ^{ns}	0,06021 ^{ns}	0,03373 ^{ns}	0,012638 ^{ns}	0,010311 ^{ns}
Tempo*Manejo*Resíduo	2	0,076407 ^{ns}	0,09795 ^{ns}	0,03277 ^{ns}	0,22602 ^{ns}	0,014531 ^{ns}	0,04335**
N*Manejo*Resíduo	1	0,017074 ^{ns}	0,40503*	0,0662 ^{ns}	0,01412 ^{ns}	0,027704 ^{ns}	0,000261 ^{ns}
Tempo*N*Manejo*Resíduo	2	0,005919 ^{ns}	0,02568 ^{ns}	0,01639 ^{ns}	0,10759 ^{ns}	0,014226 ^{ns}	0,002143 ^{ns}
Erro	72	0,0603		0,13572	0,14853	0,053176	0,007436
Total	95						

ns, * e **: não significativo, significativo 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente.

Quadro 13. Análise de variância da estimativa da contribuição relativa do resíduo de eucalipto para o C-CO₂ evoluído, ao longo de 360 dias, em seis diferentes regiões do Brasil.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	p
Local	5	3840,1	2,24069	0,130004 ^{ns}
Tempo	2	15526,3	9,05958	0,000009**
Local*Tempo (Erro a)	10	1713,8	5,01	0,000001**
N	1	4389,3	12,831	0,000372**
Manejo	1	219	0,64	0,423963 ^{ns}
Casca	1	2796,2	8,174	0,004414**
N*Casca	1	0,5	0,001	0,970845 ^{ns}
N*Manejo	1	296,2	0,866	0,35254 ^{ns}
Manejo*Casca	1	1643,9	4,806	0,028795*
N*Manejo*Casca	1	532	1,555	0,212926 ^{ns}
Tempo*N	2	277,8	0,812	0,444479 ^{ns}
Tempo*Casca	2	208,2	0,609	0,544438 ^{ns}
Tempo*Manejo	2	6075,6	17,761	0**
Tempo*N*Casca	2	28,3	0,083	0,920488 ^{ns}
Tempo*N*Manejo	2	961	2,809	0,061133 ^{ns}
Tempo*Manejo*Casca	2	629	1,839	0,159999 ^{ns}
Tempo*N*Manejo*Casca	2	293,7	0,858	0,424379 ^{ns}
Erro b	537	342,1		
Total	575			

ns, * e **: não significativo, significativo 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente.

Quadro 14. Médias gerais e erros padrões resultante da estimativa da contribuição relativa do resíduo de eucalipto para o C-CO₂ evoluído, referentes aos fatores que evidenciaram significância pela ANOVA: períodos avaliados, incorporação ou manutenção de resíduos em superfície, na presença ou ausência de casca.

Fatores	Média	Erro padrão
Tempo	(%)	
90 dias	43,62948	1,22875
180 dias	40,14856	1,560242
360 dias	26,60796	1,669559
N		
Com N	34,03483	1,359363
Sem N	39,55584	1,208853
Casca		
Com casca	38,99864	1,324149
Sem casca	34,59203	1,25503

Quadro 15. Análises de variâncias da estimativa da contribuição relativa do resíduo de eucalipto para o C-CO₂ evoluído, realizada para cada região em estudo, aos 90, 180 e 360 dias.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio					
		Aracruz	Eunápolis	Três Marias	João Pinheiro	Virginópolis	Belo Oriente
Tempo	2	980,2*	1174,8	3718,2**	7155,4**	4391,94**	6674,8**
N	1	277 ^{ns}	21,4 ^{ns}	2977**	32,2 ^{ns}	5848,05**	18,5 ^{ns}
Manejo	1	427,2 ^{ns}	9 ^{ns}	97,9 ^{ns}	2816,7**	719,48 ^{ns}	837,7**
Casca	1	4102,4**	229,6 ^{ns}	107,2 ^{ns}	565,3 ^{ns}	153,75 ^{ns}	1162,7**
Tempo*N	2	288,6 ^{ns}	542,8 ^{ns}	485 ^{ns}	499,5 ^{ns}	1132,52*	162,6 ^{ns}
Tempo*Manejo	2	780,9*	4098,6**	417,3 ^{ns}	2887,3**	3109,26**	30,6 ^{ns}
N*Manejo	1	447,1 ^{ns}	717,9 ^{ns}	159,2 ^{ns}	965,6 ^{ns}	141,02 ^{ns}	38,1 ^{ns}
Tempo*Casca	2	646,2*	219,7 ^{ns}	985,9 ^{ns}	22,8 ^{ns}	910,05*	35,2 ^{ns}
N*Casca	1	582,9 ^{ns}	0 ^{ns}	325,7 ^{ns}	3,7 ^{ns}	73,51 ^{ns}	119,9 ^{ns}
Manejo*Casca	1	1691,4**	489,7 ^{ns}	1099,5 ^{ns}	595,4 ^{ns}	99,5 ^{ns}	163,4 ^{ns}
Tempo*N*Manejo	2	21,9 ^{ns}	143,4 ^{ns}	10,6 ^{ns}	81,1 ^{ns}	2166,65**	305,1 ^{ns}
Tempo*N*Casca	2	247,8 ^{ns}	899,8 ^{ns}	107,2 ^{ns}	22,6 ^{ns}	8,67 ^{ns}	50,3 ^{ns}
Tempo*Manejo*Casca	2	1310,5**	119 ^{ns}	1797,3**	431,2 ^{ns}	281,22 ^{ns}	208 ^{ns}
N*Manejo*Casca	1	298,2 ^{ns}	33,9 ^{ns}	335,7 ^{ns}	581,1 ^{ns}	226,28 ^{ns}	36,3 ^{ns}
Tempo*N*Manejo*Casca	2	557,6 ^{ns}	379,5 ^{ns}	229,1 ^{ns}	222 ^{ns}	15,15 ^{ns}	186,9 ^{ns}
Erro	72	205,1	495,6	334,7	372,3	238,31	114,8
Total	95						

ns, * e **: não significativo, significativo 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente.

Quadro 16. Análise de variância do efluxo de C-CO₂ relativo à proporção do resíduo de eucalipto aplicado, ao longo de 360 dias, em seis diferentes regiões do Brasil.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	p
Local	5	6570,9	1,4141 9	0,299111 ns
Tempo	2	25039,9	5,3891	0,02582*
Erro a (Local*Tempo)	10	4646,4	16,112	0
N	1	795,4	2,758	0,0973 ^{ns}
Resíduo	1	423,5	1,4684	0,2263 ^{ns}
Manejo	1	3246,6	11,258	0,0008**
N*Resíduo	1	83,2	0,2883	0,5915 ^{ns}
N*Manejo	1	157,3	0,5455	0,46047 ^{ns}
Manejo*Resíduo	1	356,8	1,2373	0,2665 ^{ns}
N*Manejo*Resíduo	1	3,9	0,0136	0,9070 ^{ns}
Tempo*N	2	45,5	0,1576	0,8542 ^{ns}
Tempo*Resíduo	2	145,6	0,505	0,6038 ^{ns}
Tempo*Manejo	2	2851,6	9,8882	0,0000**
Tempo*N*Resíduo	2	32	0,111	0,8949 ^{ns}
Tempo*N*Manejo	2	384,5	1,3333	0,26447 ^{ns}
Tempo*Manejo*Resíduo	2	946,6	3,2826	0,03828*
Tempo*N*Manejo*Resíduo	2	62,2	0,2158	0,80595 ^{ns}
Erro	537	288,4		
Total	575			

ns, * e **: não significativo, significativo 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente.

Quadro 17. Médias gerais e erros padrões resultante do efluxo de C-CO₂ relativo à proporção do resíduo de eucalipto aplicado, referentes aos fatores que evidenciaram significância pela ANOVA: períodos avaliados, incorporação ou manutenção de resíduos em superfície.

Fatores	Média	Erro padrão
(% C-CO ₂ derivado do resíduo)		
Tempo		
90 dias	20,46289	1,57511
180 dias	30,62432	1,795622
360 dias	7,82897	1,030714
Manejo		
Superfície	17,26459	1,150167
Incorporado	22,01286	1,498767

Quadro 18. Análises de variâncias do efluxo de C-CO₂ relativo à proporção do resíduo de eucalipto aplicado, realizada para cada região em estudo, aos 90, 180 e 360 dias.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado Médio					
		Aracruz	Eunápolis	Três Marias	João Pinheiro	Virginópolis	Belo Oriente
Tempo	2	3299,19**	3900,08**	14678,74**	13271,32**	1760,43**	11362,2**
N	1	29,25 ^{ns}	5,28 ^{ns}	856,95 ^{ns}	701,66 ^{ns}	243,11 ^{ns}	99,59 ^{ns}
Manejo	1	13,24 ^{ns}	29,22 ^{ns}	98,64 ^{ns}	15510,52**	292,37 ^{ns}	189,59*
Resíduo	1	19,12 ^{ns}	1344,34 ^{ns}	259,94 ^{ns}	92,11 ^{ns}	72,03 ^{ns}	61,85 ^{ns}
Tempo*N	2	24,12 ^{ns}	482,43 ^{ns}	362,16 ^{ns}	246,59 ^{ns}	352,57*	141,59*
Tempo*Manejo	2	299,79 ^{ns}	2213,97**	388,78 ^{ns}	5531,74**	797,42**	115,02*
N*Manejo	1	164,52 ^{ns}	215,04 ^{ns}	95,64 ^{ns}	1903,88 ^{ns}	54,97 ^{ns}	5,98 ^{ns}
Tempo*Resíduo	2	117,65 ^{ns}	40,58 ^{ns}	1124,6*	12,11 ^{ns}	118,39 ^{ns}	62,56 ^{ns}
N*Resíduo	1	165,09 ^{ns}	3,64 ^{ns}	399,78 ^{ns}	0,95 ^{ns}	9,83 ^{ns}	84,09 ^{ns}
Manejo*Resíduo	1	1442,03**	964,93 ^{ns}	20,12 ^{ns}	1099,82 ^{ns}	40,36 ^{ns}	290,12**
Tempo*N*Manejo	2	144,82 ^{ns}	302,57 ^{ns}	287,24 ^{ns}	446,05 ^{ns}	180,58 ^{ns}	3,38 ^{ns}
Tempo*N*Resíduo	2	198,17 ^{ns}	424,92 ^{ns}	251,4 ^{ns}	142 ^{ns}	18,03 ^{ns}	93,69 ^{ns}
Tempo*Manejo*Resíduo	2	439,6*	101,69 ^{ns}	439,34 ^{ns}	1224,15 ^{ns}	38,35 ^{ns}	241,85**
N*Manejo*Resíduo	1	54,24 ^{ns}	235,9 ^{ns}	189,15 ^{ns}	27,98 ^{ns}	30,31 ^{ns}	0,47 ^{ns}
Tempo*N*Manejo*Resíduo	2	19,82 ^{ns}	294,48 ^{ns}	156,75 ^{ns}	83,75 ^{ns}	20,93 ^{ns}	1,28 ^{ns}
Erro	72	129,67	388,73	246,21	594,57	74,57	31,13
Total	95						

ns, * e **: não significativo, significativo 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente.

Quadro 19. Análise de variância do teor de C lábil de solos (0 a 1 cm) sob a aplicação dos resíduos da colheita de eucalipto, na época de implantação do experimento (0 dia) e aos 360 dias, após implantação do experimento, em seis locais do Brasil.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	p
Região	5	38,3756	15,814	0,0044**
Tempo	1	7,4833	3,08386	0,13942 ^{ns}
Erro a (Região*Tempo)	5	2,4266	0	0
N	1	0,0001	0	0,98726 ^{ns}
Resíduo	2	1,0068	3,779	0,02409*
N*Resíduo	2	0,1175	0,441	0,64382 ^{ns}
Tempo*N	1	0,0013	0,005	0,94459 ^{ns}
Tempo*Resíduo	2	0,9336	3,504	0,03148*
Tempo*N*Resíduo	2	0,3583	1,345	0,26235 ^{ns}
Erro b	266	0,2664		
Total	287			

ns, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1 %, pelo Teste F, respectivamente

Quadro 20. Médias gerais e erros padrões resultante dos teores de C lábil dos solos (0 a 1 cm) sob a aplicação dos resíduos da colheita de eucalipto, na época de implantação do experimento (0 dia) e aos 360 dias, após implantação do experimento, em seis locais do Brasil, referentes aos fatores que evidenciaram significância pela ANOVA: períodos de avaliação, incorporação ou manutenção de resíduos em superfície.

Fatores	Média geral	
	(g/kg)	Erro Padrão
Região		
Aracruz	1,600784	0,090626
Eunápolis	1,659813	0,078934
Três Marias	0,837196	0,058994
João Pinheiro	0,577489	0,064381
Virginópolis	3,069455	0,102461
Belo Oriente	2,063012	0,09842
Resíduo		
Com casca	1,634119	0,094817
Sem casca	1,737286	0,112189
Sem resíduos	1,532469	0,098459

Quadro 21. Análises de variâncias dos teores de C lábil dos solos (0 a 1 cm) sob a aplicação dos resíduos da colheita de eucalipto, na época de implantação do experimento (0 dia) e aos 360 dias, após implantação do experimento, em seis locais do Brasil, realizada para cada região em estudo.

Quadrado médio							
Fonte de variação	Grau de liberdade	Aracruz	Eunápolis	Três Marias	João Pinheiro	Virginópolis	Belo Oriente
Tempo	1	9,8883**	1,3311*	2,31688**	0,46634 ^{ns}	5,5941**	0,0195 ^{ns}
N	1	0,0364 ^{ns}	0,1157 ^{ns}	0,02126 ^{ns}	0,49977 ^{ns}	0,3279 ^{ns}	0,3165 ^{ns}
Resíduo	2	0,0515 ^{ns}	1,9822**	0,28432 ^{ns}	0,18528 ^{ns}	0,5257 ^{ns}	1,0267 ^{ns}
Tempo*N	1	0,0073 ^{ns}	0,1622 ^{ns}	0,00474 ^{ns}	1,11116*	0,2349 ^{ns}	0,8203 ^{ns}
Tempo*Resíduo	2	1,3689**	0,2829 ^{ns}	0,13971 ^{ns}	0,20654 ^{ns}	0,8558 ^{ns}	1,0753 ^{ns}
Tempo*N*Resíduo	2	0,5817**	0,0212 ^{ns}	0,01438 ^{ns}	0,22305 ^{ns}	0,327 ^{ns}	0,9882 ^{ns}
N*Resíduo	2	0,4199*	0,2138 ^{ns}	0,06572 ^{ns}	0,3088 ^{ns}	0,259 ^{ns}	0,0802 ^{ns}
Erro	36	0,1042	0,2069	0,12501	0,15073	0,3776	0,3988
Total	47						

ns, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1 %, pelo Teste F, respectivamente

Quadro 22. Análise de variância do teor de C lábil de solos (1 a 5 cm) sob a aplicação dos resíduos da colheita de eucalipto, na época de implantação do experimento (0 dia) e aos 360 dias, após implantação do experimento, em seis locais do Brasil.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	p
Região	5	34,9006	15,766	0,0044**
Tempo	1	0,4294	0,1939	0,67801 ^{ns}
Erro a (Região*Tempo)	5	2,2136	0	0
N	1	2,1271	8,992	0,00297**
Resíduo	2	0,1896	0,802	0,44966 ^{ns}
N*Resíduo	2	0,7096	2,999	0,0515 ^{ns}
Tempo*N	1	1,907	8,061	0,00487**
Tempo*Resíduo	2	0,2599	1,099	0,33481 ^{ns}
Tempo*N*Resíduo	2	2,0679	8,741	0,00021**
Erro b	266	0,2366		
Total	287			

ns, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1 %, pelo Teste F, respectivamente

Quadro 23. Médias gerais e erros padrões resultante dos teores de C lábil dos solos (1 a 5 cm) sob a aplicação dos resíduos da colheita de eucalipto, na época de implantação do experimento (0 dia) e aos 360 dias, após implantação do experimento, em seis locais do Brasil, referentes aos fatores que evidenciaram significância pela ANOVA: períodos avaliados, incorporação ou manutenção de resíduos em superfície.

Fatores	Média geral (g/kg)	Erro Padrão
Região		
Aracruz	0,838772	0,084959
Eunápolis	1,29208	0,045998
Três Marias	0,710872	0,032097
João Pinheiro	0,625383	0,085092
Virginópolis	2,892456	0,077681
Belo Oriente	1,597854	0,118315
N		
Com N	1,412178	0,075841
Sem N	1,240295	0,082113

Quadro 24. Análises de variâncias dos teores de C lábil dos solos (1 a 5 cm) sob a aplicação dos resíduos da colheita de eucalipto, na época de implantação do experimento (0 dia) e aos 360 dias, após implantação do experimento, em seis locais do Brasil.

Quadrado Médio							
Fonte de variação	Grau de liberdade	Aracruz	Eunápolis	Três Marias	João Pinheiro	Virginópolis	Belo Oriente
Tempo	1	5,28952**	0,31047 ^{ns}	0,40322**	1,40471*	0,004 ^{ns}	4,0853**
N	1	0,11034 ^{ns}	0,11613 ^{ns}	0,00957 ^{ns}	1,19725*	1,2813*	13,814**
Resíduo	2	0,34609 ^{ns}	0,42434*	0,09237 ^{ns}	0,15473 ^{ns}	0,089 ^{ns}	0,2424 ^{ns}
Tempo*N	1	0,00183 ^{ns}	0,00202 ^{ns}	0,01131 ^{ns}	0,07204 ^{ns}	0,7659 ^{ns}	0,365 ^{ns}
Tempo*Resíduo	2	0,00222 ^{ns}	0,05685 ^{ns}	0,02367 ^{ns}	0,13484 ^{ns}	0,1876 ^{ns}	6,6654**
Tempo*N*Resíduo	2	2,16449**	0,06015 ^{ns}	0,01041 ^{ns}	1,15521*	0,1566 ^{ns}	0,4124 ^{ns}
N*Resíduo	2	0,52789*	0,02533 ^{ns}	0,16099*	0,66347 ^{ns}	0,0521 ^{ns}	0,0375 ^{ns}
Erro	36	0,13336	0,0892	0,03681	0,26234	0,2942	0,1362
Total	47						

ns, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1 %, pelo Teste F, respectivamente

Quadro 25. Análise de variância do teor de C lábil de solos (0 a 5 cm) sob a aplicação dos resíduos da colheita de eucalipto, na época de implantação do experimento (0 dia) e aos 360 dias, após implantação do experimento, em seis locais do Brasil.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	p
Região	5	44,8351	20,78	0,00233**
Tempo	1	0,0246	0,011	0,9191095 ^{ns}
Erro a (Região*Tempo)	5	2,1572	7,265	0,000002
N	1	0,7497	2,525	0,113253 ^{ns}
Resíduo	2	1,0259	3,455	0,033004*
Tempo*N	1	0,117	0,394	0,530644 ^{ns}
Tempo*Resíduo	2	1,0374	3,494	0,031783*
Tempo*N*Resíduo	2	0,404	1,361	0,258263 ^{ns}
N*Resíduo	2	0,3929	1,323	0,267978 ^{ns}
Erro b	266	0,2969		
Total	287			

ns, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1 %, pelo Teste F, respectivamente

Quadro 26. Médias gerais e erros padrões resultante dos teores de C lábil dos solos (0 a 5 cm) sob a aplicação dos resíduos da colheita de eucalipto, na época de implantação do experimento (0 dia) e aos 360 dias, após implantação do experimento, em seis locais do Brasil, referentes aos fatores que evidenciaram significância pela ANOVA: períodos de avaliação, incorporação ou manutenção de resíduos em superfície.

Fatores	Média geral (g/kg)	Erro padrão
Região		
Aracruz	0,854495	0,079151
Eunápolis	1,582233	0,075293
Três Marias	0,794783	0,046186
João Pinheiro	0,616912	0,089121
Virginópolis	3,219415	0,059913
Belo Oriente	1,66017	0,130852
Resíduo		
Com casca	1,568547	0,101647
Sem casca	1,428721	0,109152
Sem resíduos	1,366735	0,112593

Quadro 27. Análises de variâncias dos teores de C lábil dos solos (0 a 5 cm) sob a aplicação dos resíduos da colheita de eucalipto, na época de implantação do experimento (0 dia) e aos 360 dias, após implantação do experimento, em seis locais do Brasil.

Quadrado Médio							
Fonte de variação	Grau de liberdade	Aracruz	Eunápolis	Três Marias	João Pinheiro	Virginópolis	Belo Oriente
Tempo	1	2,37348**	2,8726**	0,18884 ^{ns}	0,37494 ^{ns}	0,6537 ^{ns}	4,3469**
N	1	0,3993 ^{ns}	0,0159 ^{ns}	0,8338**	0,47922 ^{ns}	0,3012 ^{ns}	11,5349**
Resíduo	2	0,22873 ^{ns}	0,0395 ^{ns}	0,12415 ^{ns}	0,89426*	0,0476 ^{ns}	1,5209**
Tempo*N	1	0,10772 ^{ns}	0,0949 ^{ns}	0,0604 ^{ns}	2,26702**	0,0311 ^{ns}	6,5416**
Tempo*Resíduo	2	0,22327 ^{ns}	0,6235 ^{ns}	0,00811 ^{ns}	0,1931 ^{ns}	0,2463 ^{ns}	1,8712**
Tempo*N*Resíduo	2	1,40019**	0,1604 ^{ns}	0,23122 ^{ns}	0,64636 ^{ns}	0,0897 ^{ns}	1,2346**
N*Resíduo	2	0,78856*	0,2754 ^{ns}	0,06184 ^{ns}	0,73735 ^{ns}	0,1082 ^{ns}	0,537*
Erro	36	0,16588	0,2113	0,07996	0,27376	0,1702	0,1632
Total	47						

ns, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1 %, pelo Teste F, respectivamente

Quadro 31. Análises de variâncias dos teores de N lábil dos solos (1 a 5 cm) sob a aplicação dos resíduos da colheita de eucalipto, na época de implantação do experimento (0 dia) e aos 360 dias, após implantação do experimento, em seis locais do Brasil.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	p
Região	5	0,05742	5,51056	0,042215138*
Tempo	1	0,022249	2,13522	0,203791598
Local*Tempo	5	0,01042		
N	1	0,001032	5,337	0,02164*
Resíduo	2	0,00092	4,758	0,009322**
Tempo*N	1	0,004922	25,463	0,000001**
Tempo*Resíduo	2	0,000099	0,512	0,600009ns
Tempo*N*Resíduo	2	0,0004	2,069	0,128373ns
N*Resíduo	2	0,000091	0,471	0,625113ns
Erro	266	0,000193		
Total	287			

ns, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente

Quadro 32. Médias gerais e erros padrões resultante dos teores de N lábil dos solos (1 a 5 cm) sob a aplicação dos resíduos da colheita de eucalipto, na época de implantação do experimento (0 dia) e aos 360 dias, após implantação do experimento, em seis locais do Brasil, referentes aos fatores que evidenciaram

significância pela ANOVA: local, presença ou ausência de adubação nitrogenada, ausência de resíduos ou casca e presença de casca.

Fatores	Média geral (g/kg)	Erro padrão
<hr/>		
Local		
<hr/>		
Aracruz	0,069084	0,00165
Eunápolis	0,068505	0,002191
Três Marias	0,043244	0,002467
João Pinheiro	0,032687	0,001414
Virginópolis	0,131193	0,002671
Belo Oriente	0,081483	0,006081
<hr/>		
N		
<hr/>		
Com N	0,072925	0,00323
Sem N	0,06914	0,003162
<hr/>		
Resíduo		
<hr/>		
Com casca	0,073047	0,003871
Sem casca	0,072583	0,004137
Sem resíduo	0,067468	0,003736
<hr/>		

Quadro 33. Análises de variâncias dos teores de N lábil dos solos (1 a 5cm) sob a aplicação dos resíduos da colheita de eucalipto, na época de implantação do experimento (0 dia) e aos 360 dias, após implantação do experimento, em seis locais do Brasil.

		Quadrado médio					
Fonte de variação	Grau de liberdade	Aracruz	Eunápolis	Três Marias	João Pinheiro	Virginópolis	Belo Oriente
Tempo	1	0,000318 ^{ns}	0,000003 ^{ns}	0,003159**	0,000154 ^{ns}	0,001525*	0,069188**
N	1	0,000064 ^{ns}	0,000049 ^{ns}	0,001185**	0,000469**	0,000252 ^{ns}	0,001405*
Resíduo	2	0,000139 ^{ns}	0,000292 ^{ns}	0,000725**	0,000074 ^{ns}	0,000089 ^{ns}	0,000504 ^{ns}
Tempo*N	1	0,000043 ^{ns}	0,000401 ^{ns}	0,003503**	0,001767**	0,001623*	0,001918**
Tempo*Resíduo	2	0,000015 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000085 ^{ns}	0,000083 ^{ns}	0,000018 ^{ns}	0,000722*
Tempo*N*Resíduo	2	0,00036 ^{ns}	0,000258 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000034 ^{ns}	0,000393 ^{ns}	0,000178 ^{ns}
N*Resíduo	2	0,000011 ^{ns}	0,000038 ^{ns}	0,000169 ^{ns}	0,000006 ^{ns}	0,000093 ^{ns}	0,000384 ^{ns}
Erro	36	0,00013	0,000256	0,000109	0,000048	0,00032	0,000204
Total	47						

ns, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente

Quadro 34. Análises de variâncias dos teores de N lábil dos solos (0 a 5 cm) sob a aplicação dos resíduos da colheita de eucalipto, na época de implantação do experimento (0 dia) e aos 360 dias, após implantação do experimento, em seis locais do Brasil.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	p
Região	5	0,052233	13,2369	0,00657**
Tempo	1	0,049703	12,5958	0,0164*
Local*Tempo	5	0,003946	18,973	0
N	1	0,023583	113,393	0**
Resíduo	2	0,000093	0,448	0,639 ^{ns}
Tempo*N	1	0,020599	99,044	0**
Tempo*Resíduo	2	0,000131	0,631	0,533 ^{ns}
Tempo*N*Resíduo	2	0,000394	1,893	0,152 ^{ns}
N*Resíduo	2	0,000538	2,586	0,0772 ^{ns}
Erro	266	0,000208		
Total	287			

ns, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente

Quadro 35. Médias gerais e erros padrões resultante dos teores de N lábil dos solos (0 a 5 cm) sob a aplicação dos resíduos da colheita de eucalipto, na época de implantação do experimento (0 dia) e aos 360 dias, após implantação do experimento, em seis locais do Brasil, referentes aos fatores que evidenciaram significância pela ANOVA: local, tempo de avaliação e presença ou ausência de adubação nitrogenada.

Fatores	Média Geral (g/kg)	Erro Padrão
Região		
Aracruz	0,075389	0,003509
Eunápolis	0,075482	0,002522
Três Marias	0,050612	0,003881
João Pinheiro	0,042378	0,002738
Virginópolis	0,136069	0,002612
Belo Oriente	0,084259	0,005278
Tempo (dia)		
0	0,090502	0,003285
365	0,064228	0,002792
N		
Com N	0,086414	0,003292
Sem N	0,068316	0,003002

Quadro 36. Análises de variâncias dos teores de N lábil dos solos (0 a 5cm) sob a aplicação dos resíduos da colheita de eucalipto, na época de implantação do experimento (0 dia) e aos 360 dias, após implantação do experimento, em seis locais do Brasil.

		Quadrado médio					
Fonte de variação	Grau de liberdade	Aracruz	Eunápolis	Três Marias	João Pinheiro	Virginópolis	Belo Oriente
Tempo	1	0,008706**	0,006042**	0,011336**	0,000667**	0,001608**	0,041075**
N	1	0,008912**	0,001504**	0,004473**	0,004675**	0,001783**	0,004291**
Resíduo	2	0,000073 ^{ns}	0,00005 ^{ns}	0,000042 ^{ns}	0,000093 ^{ns}	0,000124 ^{ns}	0,000155 ^{ns}
Tempo*N	1	0,002622**	0,00002 ^{ns}	0,011264**	0,007878**	0,004175**	0,002049*
Tempo*Resíduo	2	0,00022 ^{ns}	0,000066 ^{ns}	0,000128 ^{ns}	0,000125 ^{ns}	0,000685*	0,000395 ^{ns}
Tempo*N*Resíduo	2	0,00035 ^{ns}	0,000012 ^{ns}	0,000453*	0,000064 ^{ns}	0,000505*	0,000524 ^{ns}
N*Resíduo	2	0,000085 ^{ns}	0,000543*	0,000334 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,000041 ^{ns}	0,000239 ^{ns}
Erro	36	0,00017	0,000151	0,000139	0,000081	0,000142	0,000356
Total	47						

ns, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente

Quadro 37. Análise de correlação de Pearson para o $t_{1/2}$ e contribuição dos resíduos de eucalipto para a evolução de C-CO₂ com os valores de fração areia, precipitação e temperatura

Variáveis correlacionadas	significância	Correlação de Pearson
$t_{1/2}$ *areia	0,0001**	-0,5362
$t_{1/2}$ *temperatura	0**	-0,2771
$t_{1/2}$ *precipitação	0,0003**	-0,2415
contribuição do resíduo * areia	0,0002**	0,2481
contribuição do resíduo * temperatura	0,1442 ^{ns}	0,0768
contribuição do resíduo*precipitação	0,0036**	-0,1915

ns, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente

Quadro 38. Análise de correlação de Pearson para o $t_{1/2}$ e contribuição dos resíduos de eucalipto para a evolução de C-CO₂ (considerando os tratamentos com casca), com os valores de fração areia, precipitação e temperatura

Variáveis correlacionadas	significância	Correlação de Pearson
Com casca		
$t_{1/2}$ *areia	0,0001**	-0,5015
$t_{1/2}$ *temperatura	0,0053**	-0,2546
$t_{1/2}$ *precipitação	0,0022**	-0,2821
contribuição do resíduo * areia	0,0041**	0,2628
contribuição do resíduo * temperatura	0,2138 ^{ns}	0,0815
contribuição do resíduo*precipitação	0,0317*	-0,188

ns, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente

Quadro 39. Análise de correlação de Pearson para o $t_{1/2}$ e contribuição dos resíduos de eucalipto para a evolução de C-CO₂ (considerando os tratamentos sem casca), com os valores de fração areia, precipitação e temperatura

Variáveis correlacionadas	significância	Correlação de
		Pearson
Sem casca		
$t_{1/2}$ *areia	0,0001**	-0,5848
$t_{1/2}$ *temperatura	0,0009**	-0,3071
$t_{1/2}$ *precipitação	0,0229*	-0,2018
contribuição do resíduo * areia	0,0071**	0,2452
contribuição do resíduo * temperatura	0,2308ns	0,0757
contribuição do resíduo*precipitação	0,0241*	-0,1997

ns, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente

Quadro 40. Análise de correlação de Pearson para o $t_{1/2}$ e contribuição dos resíduos de eucalipto para a evolução de C-CO₂ (considerando os tratamentos com a incorporação de resíduos), com os valores de fração areia, precipitação e temperatura

Variáveis correlacionadas	significância	Correlação de Pearson
Resíduos incorporados		
$t_{1/2}$ *areia	0,0001**	-0,7753
$t_{1/2}$ *temperatura	0,0001**	-0,4537
$t_{1/2}$ *precipitação	0,0006**	-0,3161
contribuição do resíduo * areia	0,0367*	0,1816
contribuição do resíduo * temperatura	0,3193ns	0,0484
contribuição do resíduo*precipitação	0,0389*	-0,179

ns, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente

Quadro 40. Análise de correlação de Pearson para o $t_{1/2}$ e contribuição dos resíduos de eucalipto para a evolução de C-CO₂ (considerando os tratamentos com a incorporação de resíduos), com os valores de fração areia, precipitação e temperatura

Variáveis correlacionadas	significância	Correlação de Pearson
Resíduos em superfície		
$t_{1/2}$ *areia	0,0001**	-0,4397
$t_{1/2}$ *temperatura	0,0346*	-0,1842
$t_{1/2}$ *precipitação	0,0127*	-0,2247
contribuição do resíduo * areia	0,0008**	0,3112
contribuição do resíduo * temperatura	0,1578ns	0,103
contribuição do resíduo*precipitação	0,0202*	-0,2069

ns, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1 % pelo Teste F, respectivamente