

# IMPACTO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS SOBRE A MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO: MODELAGEM DE CARBONO E NITROGÊNIO

Emerson Ferreira Vilela<sup>1</sup>, Eduardo Sá Mendonça<sup>2</sup>

(Recebido: 14 de junho de 2012; aceito: 19 de abril de 2013)

**RESUMO:** Os modelos de simulação são ferramentas essenciais para o entendimento da dinâmica da matéria orgânica do solo e da transformação de seus compartimentos em solos tropicais. Objetivou-se, neste estudo, ajustar o modelo Century para as condições de sistemas agroflorestais (café consorciado com Ingá há 13 anos) desenvolvidos na Zona da Mata de Minas Gerais visando à simulação da dinâmica da matéria orgânica e comparando os estoques de carbono orgânico (CO) e nitrogênio (N) total, em diferentes compartimentos do solo (ativo, lento, passivo). A área estudada, originalmente sob a Floresta Atlântica, foi desmatada em 1957 e deixada como pastagem durante 23 anos, sendo que, após esse período, a área foi usada no cultivo de arroz e feijão (7 anos). Atualmente, a área está sob café (*Coffea arabica* L.) em sistema agroflorestal e em monocultivo convencional. O plantio do café foi efetuado no espaçamento 3,0 x 1,0 m. O compartimento ativo foi representado pela biomassa microbiana, a fração leve foi usada como estimativa do compartimento lento, o compartimento passivo da matéria orgânica foi calculado pela diferença entre CO total e a soma dos compartimentos ativo e lento. Os valores simulados pelo modelo Century estimaram o impacto do sistema agroflorestal estudado sobre a matéria orgânica do solo. O sistema agroflorestal não foi capaz de recuperar os estoques de CO e N do solo, em um período de 13 anos. O C microbiano e o C fração-leve foram mais sensíveis ao impacto do sistema agroflorestal sobre a matéria orgânica do solo. O modelo Century apresentou grande potencialidade para simular a dinâmica de C e N em sistemas agroflorestais implantados em ambiente tropical.

**Termos para indexação:** Century, *Coffea arabica*, simulação.

## IMPACT OF AGROFORESTRY SYSTEMS ON THE SOIL ORGANIC MATTER: A CARBON AND NITROGEN MODELING

**ABSTRACT:** The simulation models are essential tools to study the soil organic matter dynamic and the transformation of its pools in tropical soils. The aim of this study was to adjust the CENTURY model for the conditions of agroforestry systems (coffee intercropped with Ingá) developed in the Zona da Mata of Minas Gerais simulating the dynamic of organic matter, comparing the total organic carbon (OC) and nitrogen (N) stocks in different pools (active, slow and passive). The studied area, originally under Atlantic Forestry, was deforested in 1957 and left as pasture (during 23 years), after this period was cultivated with rice and beans (for 7 years). Nowadays, part of the area is under coffee (*coffea arabica*) in agroforestry system and the other one is under conventional coffee. The coffee plantation was performed in 3.0 x 1.0 m spacing. The active pool was represented by the microbial biomass, the light fraction was used as estimative of the slow pool, and the passive pool was calculated by the difference between of total organic C and the active and slow pools together. The values simulated by the model were able to estimate the impact of agroforestry system on the soil organic matter. The studied agroforestry system was not able to recuperate the soil C and N stocks. The microbial C and the light-fraction C were more sensible to the impact of the agroforestry system on the soil organic matter. The Century model presented great potentiality to simulate the C and N dynamic in complex tropical agroforestry systems.

**Index terms:** Century, *coffea arabica*, simulation.

### 1 INTRODUÇÃO

A matéria orgânica do solo (MOS) está diretamente relacionada com a qualidade do solo. Em solos de ambientes tropicais e subtropicais, a matéria orgânica tem grande importância como fonte de nutrientes para as culturas, na retenção de cátions, complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, estabilidade da estrutura, infiltração e retenção de água, aeração, e serve como fonte de carbono (C) e energia aos microrganismos heterotróficos, constituindo-se, assim, num componente fundamental do potencial produtivo desses ambientes. Além disso, a MOS

pode contribuir para o sequestro de C e mitigação de mudanças climáticas (IZAURRALDE et al., 2006; LAL, 2004). Mudanças no manejo do solo podem levar à alterações na MOS (CALONEGO et al., 2012) e nas emissões de gases para a atmosfera.

Modelos de simulação de MOS são importantes ferramentas para avaliar os efeitos a longo prazo de sistemas de manejo do solo e dinâmica de C e nitrogênio (N), e estimar mudanças climáticas, testar cenários específicos e desenvolver estratégias que mitiguem os impactos negativos dessas mudanças (LEITE; MENDONÇA, 2007).

<sup>1</sup>Universidade Federal de Viçosa/UFV - Departamento de Fitotecnia/DFT - Cx. P. 36.570-000 - Viçosa - MG - efvilela@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Universidade Federal do Espírito Santo/UFES - Departamento de Produção Vegetal/DPV - Cx. P. 16 - 29500-000 - Alegre - ES - eduardo.mendonca@ufes.br

Entre os modelos mais usados, está o Century, que foi testado em ecossistemas tropicais, indicando grande potencialidade para simular a dinâmica de C e N em solos dessa região (CERRI et al., 2004; LIMA et al., 2011).

O modelo Century (PARTON et al., 1987) foi desenvolvido para simular a dinâmica de C e de nutrientes, em ambientes de clima temperado. Esse modelo tem sido amplamente testado e aplicado em diversos biomas naturais e cultivados, especialmente sob solos de clima temperado (FALLOON; SMITH, 2002). O seu uso em ecossistemas tropicais (CERRI et al., 2003; LEITE et al., 2004a, 2004b; LEITE; MENDONÇA, 2003) e subtropicais (FERNANDES, 2002), tem apresentado boa capacidade para simular os efeitos de diferentes usos e manejos, sendo um dos mais utilizados para quantificar a dinâmica de C, além dos nutrientes N, P e S (BARIONI; ALBERTINI; MEDEIROS, 2011).

Avaliando os efeitos de sistemas de produção de milho sobre a dinâmica da matéria orgânica, Leite et al. (2004b) observaram que os estoques de CO total medidos e o simulado pelo modelo Century apresentaram boa correlação, assim como para o C do compartimento ativo, lento e passivo. Também para os estoques de N total a correlação foi alta. Os autores também observaram redução nos estoques de C e N do solo, quando o sistema mudou de floresta para agricultura convencional. Leite et al. (2004a), em simulação da dinâmica de MO utilizando o modelo Century, apontaram o impacto negativo de sistemas de cultivo somente com adubação química na redução dos estoques de C e N do solo, concluíram que sistemas com adubação orgânica recuperaram os estoques de C e N. Não existem evidências científicas sobre o uso de modelos matemáticos na simulação da dinâmica do CO do solo em sistemas agroflorestais (SAF), em ambiente tropical.

Objetivou-se, neste trabalho, ajustar o modelo CENTURY para as condições de sistemas agroflorestais desenvolvidos na Zona da Mata de Minas Gerais, visando à simulação da dinâmica

da matéria orgânica e nutriente, comparando-se os estoques de C orgânico e N total, em seus diferentes compartimentos (ativo, lento e passivo).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em uma propriedade de agricultura familiar localizada na Zona da Mata mineira, sudeste de Minas Gerais, no bioma Mata Atlântica, no município de Araponga. A área possui temperatura média anual de 18°C e precipitação média anual variando de 1.200 a 1.800 mm, apresentando um período seco de 2 a 4 meses. O relevo regional é montanhoso, com declividade variando de 20 a 45 % e altitude de 900 a 1800 m (ENGEVIX, 1995).

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, de textura argilosa (AGUIAR, 2008).

Utilizou-se mata nativa (Mata Atlântica), adjacente ao SAF e sob o mesmo microclima, como referência e para calibração inicial do modelo, e café sob sistema convencional em propriedade vizinha sob as mesmas condições ambientais, para comparação com o SAF estudado. As propriedades químicas e físicas do solo, na camada de 0-20 cm, foram determinadas em trabalhos feitos na área por diferentes autores (AGUIAR, 2008; XAVIER, 2009), (Tabela 1). Para a caracterização e avaliação das propriedades do solo, foram coletadas amostras em diferentes profundidades, sendo as áreas delimitadas de forma aleatória, formando quatro subáreas (consideradas repetições), de aproximadamente 30 m<sup>2</sup>. Para formar uma amostra composta foram usadas três amostras simples. Essas amostras foram coletadas nas entrelinhas de cultivo. Os resultados foram analisados estatisticamente dentro de um esquema experimental em parcelas subdivididas, em que os usos constituíram os tratamentos (parcelas) e as camadas, com restrições à casualização representaram os tratamentos da subparcela. Assim, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e o desdobramento das interações uso *versus* camadas foi realizado independentemente da significância, de modo a confirmar os efeitos do

**TABELA 1** – Propriedades químicas e físicas do solo na camada de 0-20 cm.

Tratamento	COT	NT	Argila	Areia	Silte	Ds
	.....g Kg <sup>-1</sup> .....		..... dag Kg <sup>-1</sup> .....			.....Mg m <sup>-3</sup> .....
Mata	11,72	0,684	4,02	4,75	1,23	0,79
Saf	7,377	0,565	4,99	3,88	1,13	0,98
Convencional	7,438	0,512	4,22	4,43	1,35	1,13

COT = carbono orgânico total, NT = nitrogênio total, Ds = densidade do solo. Fonte: Aguiar (2008) e Xavier (2009).

uso, mediante contrastes ortogonais, dentro dessas camadas do perfil do solo.

Dessa forma, o trabalho estatístico dos dados seguiu o delineamento utilizado pelos autores, inteiramente casualizado, com três repetições.

Os sistemas de manejo foram caracterizados em trabalhos feitos na área de estudo (SOUZA, 2006). A área estudada, originalmente sob Floresta Atlântica, foi desmatada em 1957 e deixada como pastagem, durante 23 anos, em seguida a pastagem foi queimada e foi cultivado milho por 1 ano, e depois rotação de arroz e feijão por 7 anos, no sistema de preparo convencional (aração seguida de gradagem). Todos os cultivos foram tratados com adubo químico 4-14-8 (nitrogênio-fosforo(P)-potássio(K)), na quantidade de 100 a 150 g m<sup>-2</sup>, sendo capinado de 2 a 3 vezes ao ano. Em 1991, plantou-se capim napier (*Pennisetum purpureum Schum. cv. Napier*), onde é o SAF, e a área de café convencional ficou em repouso, juntamente com os ingás *Inga sessilis (Vell.) Mart.*. Outras plantas como uva-do-Japão (*Hovenia dulcis Thunb.*) e sobrasil (*Colubrina glandulosa Perkins*) foram introduzidas no período de 1995/96, sem espaçamento definido. O manejo atual nas duas áreas é de roçada do mato 2 a 3 vezes ao ano e uma capina próxima da colheita do café. Nas duas áreas aplica-se de 150-200 g/cova/ano do formulado 20-5-20 (N-P-K).

O compartimento ativo da MOS foi representado pela biomassa microbiana, sendo determinada utilizando-se o método descrito por Islam e Weil (1998), a fração leve (FL) foi usada como estimativa do compartimento lento (LEITE; MENDONÇA, 2007), sendo determinado utilizando-se o método descrito por Sohi et al. (2001). O compartimento passivo da MO foi calculado pelo CO total, menos a soma dos compartimentos ativo e lento.

Os valores de densidade do solo, apresentados neste trabalho, foram utilizados para calcular os estoques de COT e NT e de compartimentos de C e N em equivalência com a massa de solo (LEITE et al., 2004b).

O modelo Century foi desenvolvido originalmente para simular a dinâmica da MO do solo, em pastagens naturais nas Planícies Norte Americanas (PARTON et al., 1987; PARTON; STEWART; COLE, 1988). O modelo Century consiste de vários submodelos: o submodelo de dinâmica da MO, o submodelo de água e o submodelo de produção vegetal. O funcionamento desse modelo, bem como dos seus submodelos, suas equações e pressupostos e a maneira como os coeficientes foram determinados podem ser obtidos com maiores detalhes em outros trabalhos (LEITE; MENDONÇA, 2003; PARTON et al., 1987; PARTON; STEWART; COLE, 1988).

As variáveis de entrada (Tabela 2) específicas do local, tais como: textura do solo (teores de areia, silte e argila), densidade do solo e teores de COT e NT e dos compartimentos de C, as médias mensais das precipitação (Figura 1) e as médias mensais das temperaturas máxima e mínima do ar, (Figura 2) foram obtidas através de pesquisa em trabalhos feitos nos sistemas de café agroflorestal, café convencional e Mata Atlântica, no local do experimento (AGUIAR, 2008; XAVIER, 2009). As variáveis de entrada de solo para as áreas quando havia pastagem, milho, arroz, feijão e capim napier não foram consideradas, pois não foram encontrados dados de solo dessas épocas, no local do experimento.

Para a simulação de equilíbrio, considerou-se a produção primária da floresta de 6,0 Mg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, produção essa, semelhante à encontrada para florestas tropicais (SILVEIRA et al., 2000). Depois desses ajustes, o modelo foi rodado simulando um período de 10000 anos, possibilitando a estabilização dos compartimentos de COS. A simulação para os tratamentos foi iniciada com os dados gerados pela simulação de equilíbrio. Antes da calibração do estoque de C e N no solo foi realizado um ajuste na produção de biomassa do ingá no SAF, na produção de grãos para o café para os sistemas SAF, e café em monocultivo convencional. Para o cálculo de biomassa do ingá considerou-se 100 plantas por hectare no SAF

**TABELA 2** – Variáveis de entrada usadas nas simulações com o modelo Century v.4.5.

Variáveis	Mata Atlântica	SAF	Convencional
Areia (g/kg)	475,00	388,00	443,00
Silte (g/kg)	123,00	113,00	135,00
Argila (g/kg)	402,00	499,00	422,00
Ds (0 -20 cm)	0,79	0,98	1,13

Ds = densidade do solo (kg dm<sup>-3</sup>). SAF = Sistema agroflorestal.

(SOUZA, 2006). Para todas as áreas e culturas, o submodelo de produção de planta, bem como a produtividade das culturas foram mantidas de acordo com dados de campo ou literatura. Esse procedimento chama-se simulação invertida, pois não se podem esperar bons resultados para o submodelo de dinâmica da MOS se o submodelo de produção vegetal estiver gerando valores irreais (WENDLING, 2007).

Os estoques de COT, NT e dos compartimentos de C (ativo, lento e passivo) foram obtidos por meio dos dois métodos: indireto e direto. No método indireto, esses estoques foram estimados por meio de simulação de equilíbrio de longo prazo (10000 anos) e usados como variáveis de entrada para as simulações que estimaram as mudanças no uso da terra.

Para cada tratamento, o modelo simulou a dinâmica da MOS, por um período de 32 anos (1958-1990), representando a derrubada da floresta até a conversão para café, e, subsequentemente, por um período de 18 anos (1990-2008), caracterizando a transição de café convencional e o SAF. No método direto, os valores iniciais para os compartimentos de C foram obtidos no solo sob Floresta Atlântica, por meio de métodos de

laboratório e usados de forma similar ao método indireto. Todas as estimativas feitas pelo modelo Century foram baseadas na camada de 0-20 cm.

Os valores estimados pelo modelo, para o ano de 2009, nos sistemas café convencional, SAF e Mata Atlântica foram comparados com os obtidos no campo via métodos laboratoriais, permitindo testar a validade do modelo.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a simulação de equilíbrio foram necessárias algumas alterações no arquivo de variáveis fixas do modelo, (Tabela 3).

A produção de biomassa da floresta foi estabilizada em 5,953 Mg/ha/ano (Figura 3), próxima à encontrada para florestas tropicais que é 6 Mg/ha/ano (SILVEIRA et al., 2000). Após essa calibração foi realizada a calibração de C e N do solo.

Os estoques de COT e de C nos compartimentos passivo, lento e ativo aumentaram durante a simulação de equilíbrio até se estabilizarem conforme os valores apresentados na Tabela 4 (Figura 4). Para COT e seus compartimentos, os valores simulados foram próximos dos medidos.

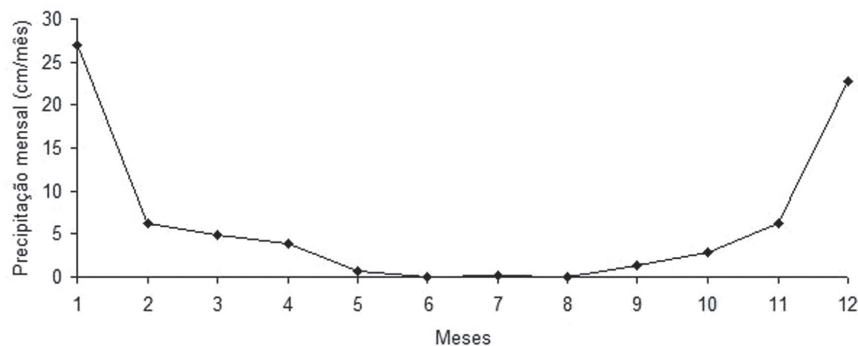


FIGURA 1 – Precipitação média mensal usada nas simulações com o modelo Century v.4.5.

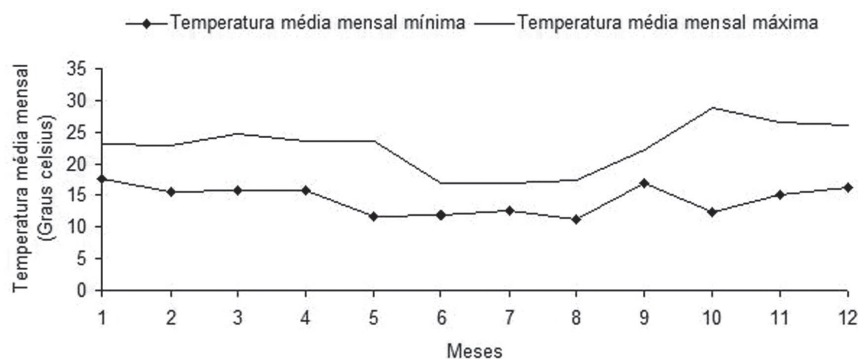
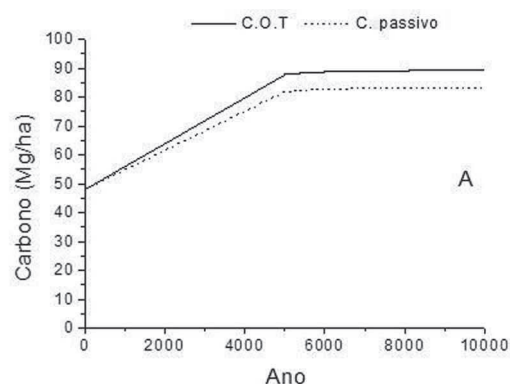
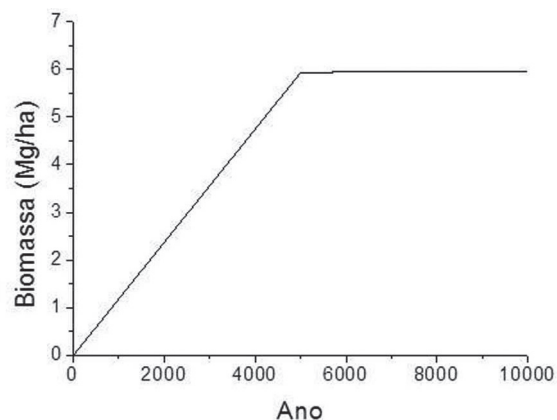


FIGURA 2 – Temperatura média mensal mínima e máxima usada nas simulações com o modelo Century v.4.5.



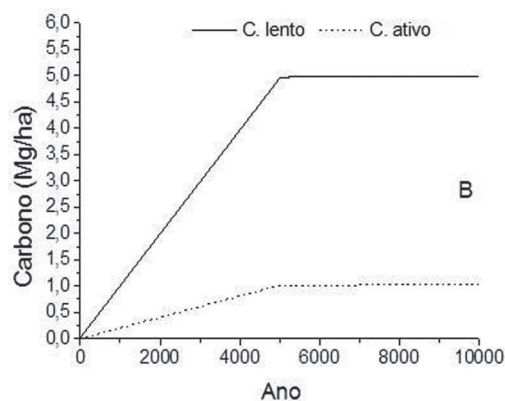
**TABELA 3** – Valores alterados nos arquivos dos parâmetros fixos do modelo Century v4.5 para a área .

Parametros	Valores	Parametros	Valores
'DEC3(2)'	45.5000	'PS2S3(1)'	0.05480
'DEC4'	0.00528	'PS1S3(1)'	0.00310
'DEC5'	1.21090	'PS2S3(1)'	0.05480
'P1CO2A(1)'	0.17000	'VARAT3(2,1)'	2.500000
'P1CO2A(2)'	0.50000	'VARAT3(2,1)'	35.60000
'P1CO2B(2)'	0.70000		

**FIGURA 3** – Produção primária da floresta.

**TABELA 4** – Estoques medidos e simulados de carbono orgânico total (COT) e de carbono (C) nos compartimentos ativo, lento e passivo do solo sob a floresta Atlântica, café convencional e café agroflorestal. Os valores em parênteses representam a diferença entre os valores observados e simulados em porcentagem.

Compartimentos	Estoques (Mg ha <sup>-1</sup> )	
	Observado	Estimado
<b>Mata</b>		
COT	88,529	89,208 (0,76)
C ativo	0,359	1,019 (183,72)
C lento	4,639	4,995 (7,67)
C passivo	83,531	83,194 (0,40)
<b>Café convencional</b>		
COT	82,6505	82,8504 (0,23)
C ativo	0,3288	0,4707 (43,17)
C lento	4,2675	4,2873 (0,46)
C passivo	78,0642	78,0924 (0,03)
<b>Café agroflorestal</b>		
COT	73,2577	73,3678 (0,15)
C ativo	0,2891	0,2951 (2,09)
C lento	3,4430	3,4794 (1,05)
C passivo	69,5256	69,5933 (0,09)

**FIGURA 4** – Estoques de carbono orgânico total e do compartimento passivo (A), e dos compartimentos lento e ativo (B) de um Latossolo, obtidos por meio da simulação de equilíbrio realizada pelo modelo Century.

Partindo-se dos valores obtidos pelas simulações de equilíbrio da mata para a pastagem houve aumento no estoque de C e N no solo, mas poucos anos depois os estoques ficaram próximos aos originais (Figura 5). Resultado semelhante foi encontrado por Wendling (2007), ao usar o modelo Century para avaliar o desmatamento de uma floresta tropical e introdução de pastagem. Esse resultado indica que os aumentos iniciais nos estoques de C com a pastagem estão relacionados à

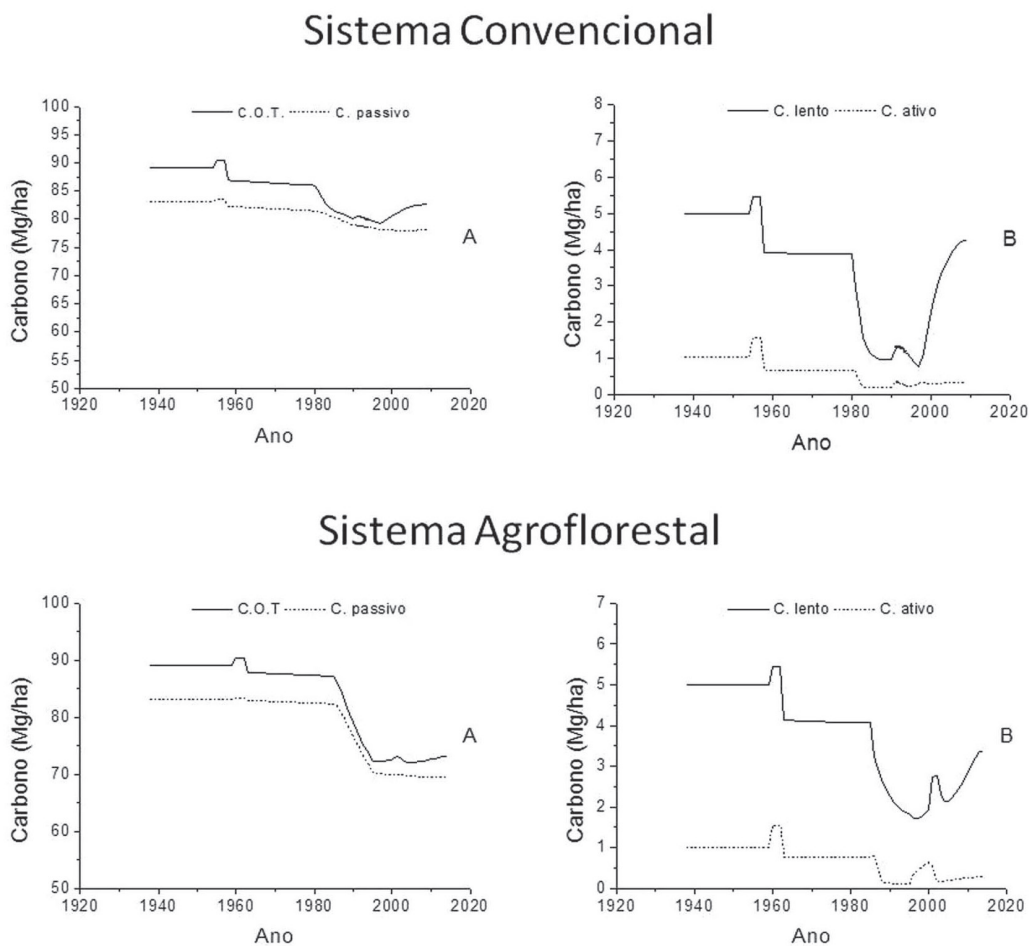
dinâmica elevada do sistema radicular fasciculado da pastagem, que não se sustentou devido ao manejo precário da mesma. A pastagem pode ser um importante dreno de C, minimizando, anulando ou invertendo o fluxo líquido de gases de efeito estufa no sistema produtivo (NEELY; BUNNING; WILKES, 2009).

Os estoques de COT e de C nos compartimentos (lento e passivo), tanto por meio da simulação de equilíbrio quanto por meio dos valores medidos, foram reduzidos após a mudança da pastagem para a agricultura graças, principalmente, ao sistema de preparo do solo convencional, com aração e gradagem. Essas alterações no estoque de C estão de acordo com outros trabalhos (LÓPESEtal., 2008; WENDLING, 2007) que mostram que a conversão para sistemas de agricultura (com aração e gradagem), em geral, provoca reduções do estoque de C.

No ano de 1957, o estoque de  $_1C$  era de 89,20 Mg ha<sup>-1</sup> e chegou a 80,06 Mg ha<sup>-1</sup> em 1995

(Figura 5), quando foi implantado o café na área de sistema convencional, indo para 72,71 Mg ha<sup>-1</sup> na área em que foi implantado o SAF, similarmente ao observado nos trabalhos de Leite et al. (2004a, 2004b), em que constataram-se diminuição nos compartimentos de C e N, quando houve mudança da floresta para agricultura. Esse decréscimo pode ser atribuído ao manejo adotado pelo agricultor, baseado em sistemas de preparo convencional, envolvendo aração e gradagem, que maximizam a oxidação do C devido à quebra dos agregados do solo, e aos sistemas de culturas, com reduzido aporte de resíduos, que diminuem o aporte de C no solo.

Em 2008, o Century simulou para o SAF e o café convencional, um aumento no estoque de C chegando a 82,8 Mg ha<sup>-1</sup> (0,23% menos que o real) e 73,36 Mg ha<sup>-1</sup> (0,15% a mais que o real), respectivamente (Figura 5). Esses resultados indicam recuperação dos estoques de C, quando houve mudança de sistemas convencionais para



**FIGURA 5** – Estoques de carbono orgânico total e do compartimento passivo (A), e dos compartimentos lento e ativo (B) de um Latossolo sob sistema de café convencional e agroflorestal, estimados pelo modelo Century.

sistemas com adubação orgânica (LEITE, 2004b). As diferenças observadas entre os estoques de C do solo sob SAF e café convencional devem ser interpretadas com cuidado, pois, embora os dois ecossistemas estejam próximos sob o mesmo microclima, a menor densidade do solo sob SAF leva a menores estoques de C no solo. Similarmente ao COT, o modelo Century estimou diminuição nos estoques de C no compartimento lento e passivo (Figura 5) após a derrubada da Floresta Atlântica. No ano de 2008, o estoque de C no compartimento lento no SAF foi de 3,479 Mg ha<sup>-1</sup> (1,05 % a mais que o analisado em laboratório) e no sistema convencional foi de 4,287 Mg ha<sup>-1</sup> (0,46 % a mais que o analisado em laboratório). O estoque de C no compartimento ativo no SAF e convencional foi de 4,707 e 0,2951 Mg ha<sup>-1</sup>, apresentando variação de 2,09% e 43,17%, respectivamente. As diferenças entre os valores medidos e simulados foram muito semelhantes aos encontrados em outros trabalhos (LEITE et al., 2004a, 2004b; WENDLING, 2007) com exceção do compartimento ativo da mata que apresentou variação de 183% em relação ao analisado em laboratório. Essa maior variação pode ser explicada devido a esse compartimento variar constantemente no solo em função de mudanças na umidade, na temperatura e no estágio de desenvolvimento das culturas (WENDLING, 2007). O C associado à biomassa microbiana representa um dos compartimentos da MOS com menor tempo de ciclagem (SILVA; MENDONÇA, 2007). Para o compartimento lento os valores simulados e observados ficaram próximos, variando em 7,67% para mata, 0,46% para o café convencional e 1,05% para o SAF.

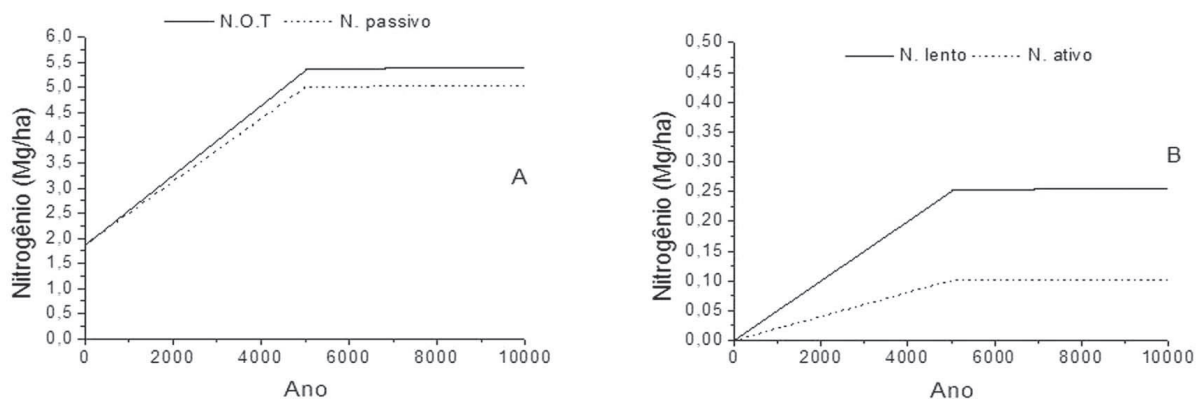
No modelo Century, o compartimento ativo, associado à biomassa microbiana, apresentou curto tempo de reciclagem e maior sensibilidade às ações antrópicas e às alterações de manejo do que o COT (POWLSON; BROOKES; CHRISTENSEN, 1987), o que contribuiu para perdas de maior magnitude.

No entanto, a adoção do pousio de 1991 a 1994 e a implantação do café em 1996, aumentou os estoques de C, especialmente no compartimento lento, tanto no SAF como no convencional, em razão da maior influência das mudanças no manejo nesse compartimento (Figura 5).

Os estoques de N T e de N nos compartimentos passivo, lento e ativo estabilizaram durante a simulação de equilíbrio realizada pelo modelo Century (Figura 6).

As diferenças entre os estoques de N T e os compartimentos passivo, lento e ativo, medidos e simulados pelo modelo Century na floresta, foram pequenas, ficando com 0,6, 0,08, 5,79 e 11,37%, respectivamente (Figura 6, Tabela 5), corroborando com os resultados dos estudos desenvolvidos por Leite et al. (2004a, 2004b). Esses resultados enfatizam a grande possibilidade do modelo em simular a dinâmica do N em solos de clima tropical.

A grande diferenciação dos estoques do compartimento de C e N ativo medidos e simulados nos sistemas com café está relacionado com a grande dinâmica desse compartimento ao longo do ano (LEITE et al., 2004b) e o processo de amostragem que acontece em apenas um período do ano. Assim, para se comparar esses compartimentos há necessidade de uma sistemática mais intensa de amostragem de solo.

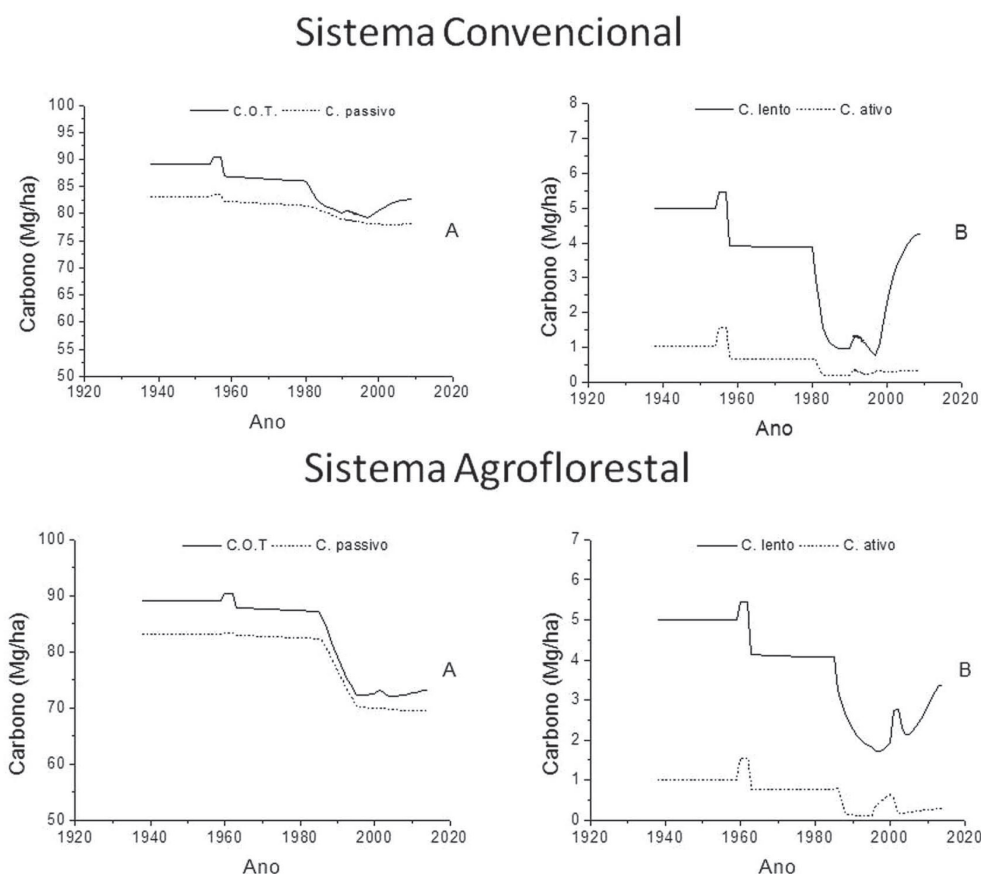


**FIGURA 6** – Estoques de nitrogênio e do compartimento passivo (A), e dos compartimentos lento e ativo (B) de um Latossolo, obtidos por meio da simulação de equilíbrio realizada pelo modelo Century.

**TABELA 5** – Estoques de nitrogênio medido e simulado pelo modelo. Os valores em parênteses representam a diferença entre os valores observados e simulados em porcentagem.

Compartimentos	Estoques (Mg ha <sup>-1</sup> )	
	Observado	Estimado
<b>Mata</b>		
NT	5,4100	5,4384 (0,60)
N ativo	0,1151	0,1020 (11,37)
N lento	0,2694	0,2537 (5,79)
N passivo	5,0283	5,0243 (0,08)
<b>Café convencional</b>		
NT	5,7350	5,0713 (11,57)
N ativo	0,0830	0,1806 (115,53)
N lento	0,2240	0,3443 (53,70)
N passivo	5,3515	4,5464 (14,71)
<b>Café agroflorestal</b>		
NOT	5,0300	4,5519 (9,47)
N ativo	0,0371	0,0948 (181,32)
N lento	0,3200	0,3834 (19,81)
N passivo	4,7689	4,0736 (14,60)

Os estoques de NT, similarmente ao observado nos estoques de COT, diminuíram após a substituição da floresta pela agricultura (Figura 5). O estoque de NT foi de 5,43 Mg ha<sup>-1</sup> (0.6% maior) em relação ao estoque estimado pelo modelo Century para o solo sob Floresta Atlântica. No entanto, a adoção do sistema de pousio possibilitou a recuperação dos estoques de NT. No ano de 2008, os estoques de NT nos solos sob café convencional e SAF foram de 5,735 (11,57% menor) e 5,03 (9,47% menor) Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. A diminuição nos estoques de N nos compartimentos durante o período em que a área estava sob uso de plantio convencional de arroz e feijão com aração e gradagem do solo (1981-1990), foi de maior intensidade decorrente do maior revolvimento do solo, enfatizando a sensibilidade do N quanto a resposta ao manejo. No início, o estoque de N no compartimento ativo foi de 1,151 Mg ha<sup>-1</sup>, aproximadamente 10 % superior ao do estoque estimado pelo modelo para o solo sob Floresta Atlântica (Figura 7).



**FIGURA 7** – Estoques de nitrogênio total e do compartimento passivo (A), e dos compartimentos lento e ativo (B) de um Latossolo sob sistema de café convencional e agroflorestal, estimados pelo modelo Century.



Embora as maiores diferenças entre o simulado e o medido fossem para o compartimento ativo, esse compartimento apresentou maior sensibilidade às mudanças no manejo.

#### 4 CONCLUSÕES

1. A simulação por meio do modelo Century indica redução nos estoques de matéria orgânica do solo, especialmente após a mudança da Floresta Atlântica para os sistemas agrícolas convencionais. Após o período de pousio as áreas recuperaram os estoques de C, especialmente no compartimento lento. O sistema agroflorestal estudado não é capaz de proporcionar recuperação nos estoques de C e N do solo em curto espaço de tempo.

O compartimento ativo é muito dinâmico, sendo muito sensível ao manejo e ambiente, o que dificultou a sua estimativa.

2. O modelo Century tem grande potencialidade para simular a dinâmica de C e N em sistemas agroflorestais complexos implantados em ambiente tropical.

3. As perdas estimadas em porcentual de C (ativo, lento e passivo) e COT no sistema convencional e SAF em relação à floresta de mata atlântica foram 53,80; 14,16; 6,13; 7,12 e 71,04; 30,34; 16,34; 17,75 respectivamente.

4. As perdas estimadas em porcentual de N (ativo, lento e passivo) e NT no sistema convencional e SAF em relação à floresta de Mata Atlântica foram -77,05; -35,71; 9,5; 6,75 e 7,05; -51,12; 18,92; 16,30 respectivamente.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela bolsa de iniciação científica e de produtividade em pesquisa dos autores. Ao Prof. Beno Wendling, da Universidade Federal de Uberlândia, pela ajuda com a utilização do modelo Century.

#### 6 REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. I. **Qualidade física do solo em sistemas agroflorestais**. 2008. 91 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

BARIONI, L. G.; ALBERTINI, T. Z.; MEDEIROS, S. R. Modelagem matemática do balanço de gases do efeito estufa na pecuária de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, p. 201-212, 2011.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A. et al. (Ed.). **Fundamentos de matéria orgânica do solo:**

ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 7-18.

CALONEGO, J. C. et al. Estoques de carbono e propriedades físicas de solos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 128-135, 2012.

CERRI, C. E. P. et al. Modeling changes in soil organic matter in Amazon forest to pasture conversion with the Century model. **Global Change Biology**, Oxford, v. 10, p. 815-832, 2004.

\_\_\_\_\_. Modeling soil carbon from forest and pasture ecosystems of Amazon, Brasil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 67, p. 1879-1887, 2003.

ENGEVIX. **Caracterização do meio físico da área autorizada para a criação do Parque Estadual da Serra do Brigadeira**: relatório técnico final dos estudos – 8296 – RG-H4-003/94. Versão 1. Brasília: IEF/BIRD/PRÓ-FLORESTA/SEEPLAN, 1995. 34 p.

FALLOON, P.; SMITH, P. Simulating SOC changes in long term experiments with RothC and Century: model evaluation for a regional scale application. **Soil Use and Management**, Oxford, v. 18, p. 101-111, 2002.

FERNADES, F. F. **Uso do modelo Century para o estudo da dinâmica de carbono orgânico de solos do Rio Grande do Sul**. 2002. 195 f. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Microwave irradiation of soil for routine measure of microbial biomass carbon. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 27, p. 408-416, 1998.

IZAURRALDE, R. C. et al. Simulating soil C dynamics with EPIC: Model description and testing against long-term data. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 192, p. 362-384, 2006.

LAL, R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. **Geoderma**, Amsterdam, v. 123, p. 1-22, 2004.

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S. Perspectivas e limitações da modelagem da dinâmica da matéria orgânica dos solos tropicais. **Tópicos em Ciências do Solo**, Viçosa, v. 5, p. 181-218, 2007.

LEITE, L. F. C. et al. Simulação pelo modelo Century da dinâmica da matéria orgânica de um argissolo sob adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 347-358, 2004b.

- \_\_\_\_\_. Simulating trends in soil organic carbon of an Acrisol under no tillage and disc-plow systems using the Century model. **Geoderma**, Amsterdam, v. 120, p. 283-295, 2004a.
- LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S. Modelo century de dinâmica da matéria orgânica do solo: equações e pressupostos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, p. 679-686, 2003.
- LIMA, A. M. N. et al. Modeling changes inorganic carbon stocks for distinct soils in southeastern Brazil after four eucalyptus rotations using the century model. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, p. 833-847, 2011.
- LOPES, F. et al. Simulação da dinâmica do carbono do solo numa microbacia rural pelo modelo Century. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 6, p. 745-753, jun. 2008.
- NEELY, C.; BUNNING, S.; WILKES, A. **Review of evidence on dry lands pastoral systems and climate change**. Rome: FAO, 2009. 39 p.
- PARTON, W. J. et al. Analysis of factors controlling soil organic matter levels in great plains grasslands. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 51, p. 1173-1179, 1987.
- PARTON, W. J.; STEWART, J. W. B.; COLE, C. V. Dynamics of C, N, P and S in grassland soils: a model. **Biochemistry**, Oxford, v. 5, p. 109-131, 1988.
- POWLSON, D. S.; BROOKES, P. C.; CHRISTENSEN, B. T. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 19, p. 159-164, 1987.
- SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 275-374.
- SILVEIRA, A. M. et al. Simulação dos efeitos das mudanças do uso da terra na dinâmica de carbono no solo na bacia do rio Piracicaba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 389-399, 2000.
- SOHI, S. et al. A procedure for isolating soil organic matter fractions suitable for modeling. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 65, p. 1121-1128, 2001.
- SOUZA, H. N. **Sistematização da experiência participativa com sistemas agroflorestais: rumo à sustentabilidade de agricultura familiar na Zona da Mata mineira**. 2006. 145 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- WENDLING, B. **Carbono e nitrogênio no solo sob diferentes usos e manejos e sua modelagem pelo century**. 2007. 132 f. Dissertação (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- XAVIER, F. A. S. **Soil organic matter stock and quality in agroforestry and full sun coffee systems**. 2009. 168 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.