

MATEUS MATOS DE CASTRO

**ESTOQUE MÉDIO DE CARBONO EM PASTO DE SISTEMAS
AGROFLORESTAIS, VIÇOSA, MG**

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
JUNHO – 2014

MATEUS MATOS DE CASTRO

**ESTOQUE MÉDIO DE CARBONO EM PASTO DE SISTEMAS
AGROFLORESTAIS, VIÇOSA, MG**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Graduação em Engenharia Florestal.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
JUNHO – 2014

MATEUS MATOS DE CASTRO

**ESTOQUE MÉDIO DE CARBONO EM PASTO DE SISTEMAS
AGROFLORESTAIS, VIÇOSA, MG**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Graduação em Engenharia Florestal.

Aprovada em 16/06/2014

Prof. Laércio Antônio Gonçalves Jacovine
Orientador

Prof. Sílvio Nolasco de Oliveira Neto
Co-orientador

Prof. Carlos M. M. Eleto Torres
Co-orientador

AGRADECIMENTOS

Ao professor Laércio Antônio Gonçalves Jacovine, pela orientação durante a realização deste trabalho.

Ao co-orientador Carlos Moreira Miquelito Eleto Torres, pela orientação e apoio durante a realização deste trabalho.

Ao doutor Daniel Henrique Breda Binoti, pela orientação durante a realização deste trabalho.

Ao Departamento de Engenharia Florestal e à Universidade Federal de Viçosa, pela disponibilização dos laboratórios, carros e equipamentos.

Ao Grupo de Estudos em Economia Ambiental (GEEA), pelos ensinamentos e por ter disponibilizado estagiários para execução deste projeto.

À equipe de trabalho Samuel, Paulo, Breno, Lucas e Eliana pela execução e elaboração dessa pesquisa.

À minha família e amigos, pelo apoio.

BIOGRAFIA

MATEUS MATOS DE CASTRO, filho de Heleno de Castro e Silene Ioná de Matos, nasceu no dia 01 de fevereiro de 1991, no município de Cordisburgo, Minas Gerais.

Em dezembro 2008, concluiu o ensino médio no colégio Anglo de Sete Lagoas.

Em março de 2009, ingressou no curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

CONTEÚDO

	Página
AGRADECIMENTOS.....	i
BIOGRAFIA	ii
EXTRATO.....	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO.	4
3. METODOLOGIA.....	5
3.1. Localização da área de estudo	5
3.2. Caracterização da área de estudo	5
3.3. Descrição dos Sistemas Agroflorestais	6
3.4. Estoque médio de carbono em pasto	9
3.5. Estimativa do carbono fixado na biomassa.....	9
3.6. Quantificação da porcentagem de copa.....	10
4. RESULTADO E DISCUSSÕES.....	12
4.1. Quantificação do estoque médio de biomassa em pasto	12
4.2. Quantificação da porcentagem de copa	15

5. CONCLUSÕES	18
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

LISTA DE QUADROS

	Página
1 Quadro resumo das áreas de estudo	9
2 Estimativa do estoque médio de biomassa, carbono e CO_2e , em $t.ha^{-1}$, encontrados no pasto dos sistemas avaliados.....	14
3 Produtividade de forrageiras <i>B. brizantha</i> , cv. Marandu e Piatã e <i>B. decumbens</i> cv. Basilisk, aos 360 dias após implantação do Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Silvicultura com eucalipto e <i>Acacia Mangium</i> , em Viçosa - MG.....	15
4 Estimativa da porcentagem de copa e estoque médio de biomassa em $t.ha^{-1}$ na pastagem dos sistemas 1 e 7.....	16

LISTA DE FIGURAS

	Página
1	Sistemas agroflorestais implantados na propriedade 1..... 7
2	Sistema Silvistoril, iLP (pastagem 1) e monocultivo de braquiária (pastagem 2), implantados na propriedade 2..... 8
3	Lançamento de parcelas para coleta do pasto, em um sistema silvistoril 9
4	Imagem utilizada para a determinação da porcentagem de copa do sistema 1 15
5	Imagem utilizada para a determinação da porcentagem de copa do sistema 7 16

EXTRATO

CASTRO, Mateus Matos. Universidade Federal de Viçosa, abril de 2014. **Estoque Médio de Carbono em Pasto de Sistemas Agroflorestais, Viçosa, MG.** Orientador: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine. Co-Orientadores: Carlos Moreira Miquelino Eleto Torres; Sílvio Nolasco de Oliveira Neto.

A carência de estudos sobre o perfil das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e estoque de carbono em pastagens em Sistemas Agroflorestais (SAFs) no Brasil, motivou a execução deste estudo. Assim, o objetivo deste trabalho foi quantificar o estoque médio de carbono em pasto de SAFs. O estudo foi conduzido em duas propriedades no município de Viçosa, MG. Foram avaliados nove sistemas: um agrossilvipastoril, composto por Eucalipto+Milho+Braquiária, denominado sistema 1 (EMB 07); dois agrossilvipastoris, compostos por Eucalipto+Feijão+Braquiária, denominados sistemas 2 (EFB 08) e 5 (EFB 09); quatro sistemas silvipastoris, compostos por Eucalipto+Braquiária, denominados sistemas 3 (EB 08), 4 (EB 09), 6 (EBR 09) e silvipastoril; um sistema com integração lavoura-pecuária, composto por Feijão+Braquiária, denominado Pastagem 1 e um sistema composto apenas por braquiária, denominado Pastagem 2. O espaçamento utilizado nos sistemas para o componente florestal foi 8x3m, exceto no EBR 09 que foi de 9x1m e no sistema silvipastoril que foi de 12x3m. Empregou-se o método direto para quantificação da biomassa em pasto. Os dados foram coletados em julho de 2012, abril de 2013 e outubro de 2013. O estoque de carbono fixado na biomassa foi estimado por meio da multiplicação dos valores de biomassa obtidos pelo fator 0,5. Para a transformação em toneladas de CO₂e., foi utilizado o fator de 3,67. Para quantificar a porcentagem de copa, foi utilizada uma câmera fotográfica, colocada em nível, com a parte superior da câmera na direção norte. As fotos de cada ponto, com melhor contraste entre o dossel e o

céu, foram submetidas ao Programa NeuroDic. Foi utilizado Redes Neurais Artificiais para a quantificação da porcentagem de copa. Na determinação do estoque médio de biomassa em pasto encontrou-se valor de $7,26 \text{ t.ha}^{-1}$, que corresponde ao estoque médio de carbono estimado de $3,74 \text{ tC.ha}^{-1}$ e, transformado em toneladas de CO_2e , tem-se $13,72 \text{ tCO}_2\text{e ha}^{-1}$. A implantação de SAFs constitui uma alternativa para recuperação de pastos degradados. O plantio de feijão anterior à implantação do pasto, permitiu uma maior produção de biomassa em pasto. No sistema com menor porcentagem de copa (sistema 7), a produção de biomassa em pasto foi 9,14% superior ao sistema com maior porcentagem de copa (sistema 1). Os resultados deste estudo fornecem informações que poderão servir de base para políticas relacionadas às mudanças climáticas, visando a adoção de medidas de mitigação de carbono relacionadas às mudanças do uso solo.

1. INTRODUÇÃO

O aumento dos gases de efeito estufa (GEE) e as consequentes mudanças climáticas vêm se tornando uma das maiores preocupações ambientais dos últimos tempos. A elevação no nível do mar e perdas na agricultura são possíveis danos causados pelas mudanças climáticas (IPCC, 2007). Devido à essas evidências vem ocorrendo uma série de reuniões internacionais, no intuito de elaborar políticas públicas para minimizar os problemas causados pelos Gases de Efeito Estufa (GEE).

Neste âmbito destaca-se a conferência das partes realizada em Quioto (COP 3), no Japão, em 1997, na qual foi estabelecido o Protocolo de Quioto. O protocolo definiu, dentre outras providências, que os países industrializados deveriam reduzir a emissão dos GEE, em pelo menos, 5,2 % em relação aos níveis de 1990, no período entre 2008 e 2012. Em 2009, durante a 15ª Conferências das Partes (COP 15), realizada em Copenhague, Dinamarca, países em desenvolvimento se comprometeram, de maneira voluntária, a

reduzir suas emissões. Na COP 18 ocorrida em 2012 na cidade de Doha, no Qatar, foi estabelecido um segundo período de compromisso do protocolo até 2020. Neste acordo, além de alguns países industrializados, ou anexo 1 da Convenção, reafirmarem seu compromisso, alguns países em desenvolvimento também se comprometeram a reduzir suas emissões de GEE.

Diante dos compromissos voluntários dos países, o Brasil estabeleceu uma meta audaciosa de reduzir as emissões de GEE, entre 36,1% e 38,9%, dos níveis de 2005, até 2020 (Brasil, 2011). Para atender essa meta o governo tem implementado várias medidas, entre elas, o estabelecimento do Programa ABC (Agricultura de baixo Carbono). Um dos objetivos do Programa ABC é incentivar a adoção de práticas sustentáveis que garantem a redução de emissões de GEE, aliadas ao aumento de renda dos produtores rurais (BRASIL, 2011).

A integração Lavoura-Pecuária (iLP) é uma das atividades mitigadoras nacionalmente apropriadas (NAMAs - Nationally Appropriate Mitigation Actions). O governo se propôs a implantar essa tecnologia em 4 milhões de hectares, com um impacto esperado de redução da ordem de 18 a 22 milhões de toneladas de CO_{2e}, até o ano de 2020. Além disso, faz parte da proposta, recuperar 15 milhões de ha de áreas de pastagens degradadas, o que reduziria de 83 a 104 milhões de toneladas de CO_{2e}. (MRE, 2010).

Pastagens (nativas e cultivadas) representam a segunda maior fonte potencial global de sequestro de carbono (C), com capacidade de drenar da atmosfera 1,7 bilhão de toneladas por ano (FAO, 2006). O uso de práticas de manejo adequadas em pastagens, sobretudo de reposição da fertilidade do

solo, possibilita o acúmulo de C no solo a uma taxa de 0,3 t C/ha/ano, o que corresponde, aproximadamente, à mitigação de 1,1 t CO_{2e}/ha/ano (IPCC, 2000).

A inclusão do componente arbóreo em pastagens aumentaria significativamente esse efeito mitigador de carbono atmosférico, com potencial para anular ou mesmo deixar o balanço de carbono positivo nesses sistemas (captações de CO_{2e} maiores do que as emissões). Dessa forma, a associação de pastagens bem manejadas com o componente arbóreo, por meio dos Sistemas Agroflorestais (SAFs) seria uma estratégia mitigadora de grande impacto para sistemas de produção agropecuários (Junior et al., 2010).

Segundo OELBERMANN et al., (2004) os SAFs proporcionam a união da produção alimentar com fontes de sumidouros do gás carbônico atmosférico (CO₂), além de contribuir com a prevenção de desmatamento em países tropicais, como o Brasil.

Vários estudos vem sendo desenvolvidos sobre a estocagem de carbono em florestas, entretanto, ainda são poucos em SAFs, podendo citar os seguintes trabalhos: Santos et al (2010), Mota et al (2009), Nair (2011), Castro Neto (2013). Dessa forma, é necessário realizar estudos que determinem o potencial dos SAFs em estocar carbono, sobretudo determinar o potencial do componente pasto em estocar carbono. Além de conhecer o real potencial de estoque de carbono no pasto, é preciso também verificar se existe uma relação entre a cobertura de copa das árvores e a produção de biomassa no pasto.

Estes estudos servirão para avaliar a real contribuição destes sistemas para diminuição da concentração de GEE na atmosfera e, com isso, balisar as políticas de mudanças climáticas do Brasil.

2. OBJETIVO

Objetivou-se com este estudo quantificar o estoque médio de carbono em pasto de Sistemas Agroflorestais (SAFs), no município de Viçosa, MG.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Localização da área de estudo

O estudo foi realizado em duas propriedades rurais, denominadas propriedade 1 e 2, em que foram implantados SAFs e iLP, na cidade de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

3.2. Caracterização da área de estudo

O clima na região de Viçosa é do tipo Cwa, segundo o sistema de Köppen, ou seja, mesotérmico com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos. A temperatura média anual é de 21,8 °C e a precipitação anual de 1.221,4 mm (Brasil, 1992). De acordo com Golfari (1975), pelo balanço hídrico de Thornthwaite e Mather verifica-se a ocorrência de um período de déficit hídrico e retirada de água do solo de maio até setembro. O tipo de solo

na área de pesquisa se caracteriza como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. A topografia é fortemente ondulada a altitude média é 689,7 m.

3.3. Descrição dos Sistemas Agroflorestais

Todos os sistemas foram plantados usando o plantio direto em áreas de pastos degradados. Os Sistemas Agrossilvipastoris foram estabelecidos utilizando a produção de culturas agrícolas (milho e feijão) no primeiro ano, seguido de pasto de braquiária. O gado foi introduzido a partir do segundo ano de plantio, com o eucalipto já estabelecido.

Na propriedade 1 foram desenvolvidos estudos em seis sistemas (Figura 1), conforme descritos à seguir:

- ✓ Sistema 1 (EMB 07): Milho (*Zea mays*) + pastagem (*Brachiaria decumbens*) + eucalipto clone (*Eucalyptus saligna*), implantado em 2007.
- ✓ Sistema 2 (EFB 08): Feijão (*Phaseolus vulgaris*) + pastagem (*Brachiaria decumbens*) + eucalipto clone (*Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*), implantado em 2008.
- ✓ Sistema 3 (EB 08): Pastagem (*Brachiaria decumbens*) + eucalipto clone (*Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*), implantado em 2008.
- ✓ Sistema 4 (EB 09): Pastagem (*Brachiaria decumbens*) + eucalipto clone (*Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*), implantado em 2009.
- ✓ Sistema 5 (EFB 09): Feijão (*Phaseolus vulgaris*) + pastagem (*Brachiaria decumbens*) + eucalipto clone (*Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*), implantado em 2009.

- ✓ Sistema 6 (EBR 09): Pastagem (*Brachiaria decumbens*) + eucalipto clone (*Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*), implantado em 2009.

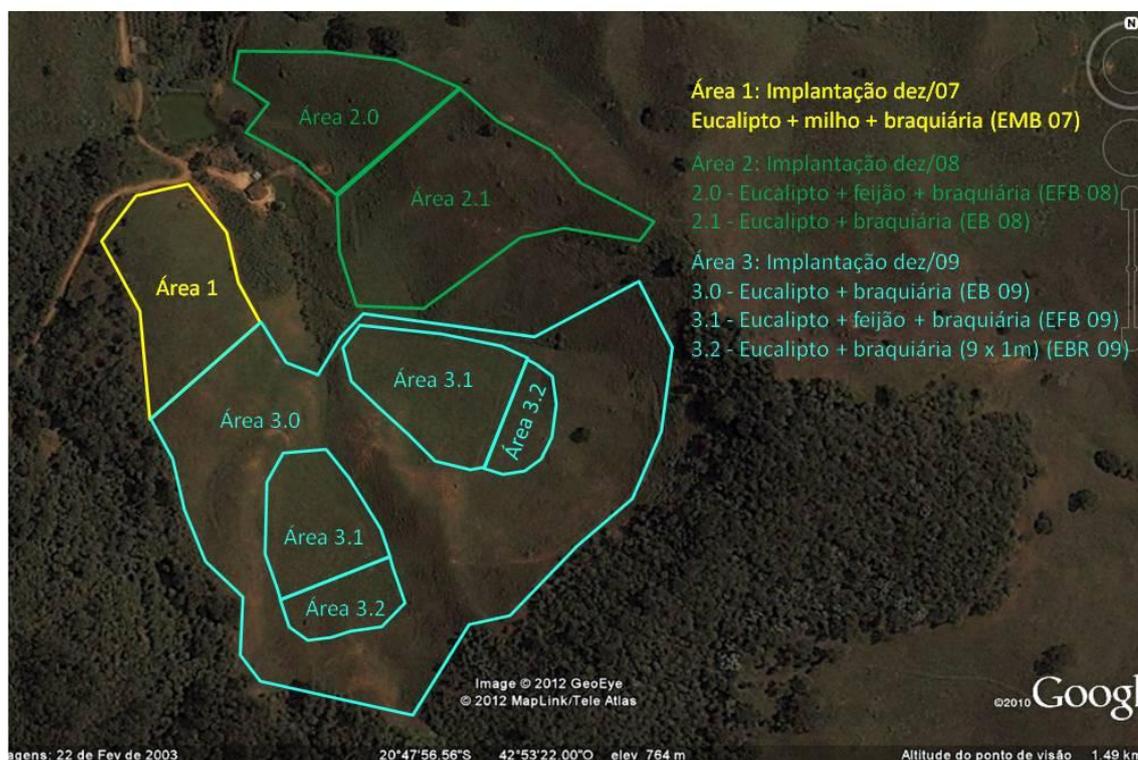


Figura 1. Sistemas agroflorestais implantados na propriedade 1.

Na propriedade 2, os estudos foram desenvolvidos em três sistemas (Figura 2). Os sistemas implantados são descritos à seguir:

- ✓ Sistema 7 (Sistema Silvipastoril): Pastagem (*Brachiaria decumbens*) + eucalipto (*Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*), implantado em 2009.
- ✓ Sistema 8 (Pastagem 2): Feijão (*Phaseolus vulgaris*) + pastagem (*Brachiaria decumbens*).
- ✓ Sistema 9 (Pastagem 1): Pastagem (*Brachiaria brizantha*).

Sítio Morro Grande

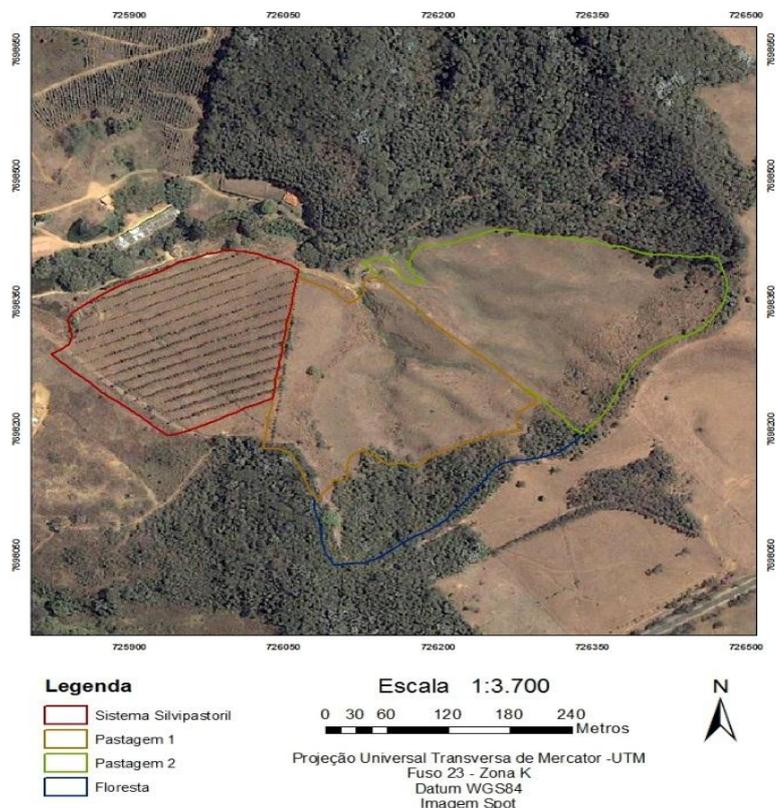


Figura 2. Sistema Silvipastoril, iLP (pastagem 1) e monocultivo de braquiária (pastagem 2), implantados na propriedade 2.

Um resumo dos sistemas estudados está descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Quadro resumo das áreas de estudo

Propriedade	Sistema	Espécie florestal	Agrícola	FORAGEM	Área (ha)	Espaçamento (m)	Mês/Ano implantação do eucalipto
1	1 (EMB 07)	Eucalipto	Milho	Braquiária	0,93	8x3	Dez/2007
	2 (EFB 08)	Eucalipto	Feijão	Braquiária	0,73	8x3	Dez/2008
	3 (EB 08)	Eucalipto	-	Braquiária	1,9	8x3	Dez/2008
	4 (EB 09)	Eucalipto	-	Braquiária	4,23	8x3	Dez/2009
	5 (EFB 09)	Eucalipto	Feijão	Braquiária	0,72	8x3	Dez/2009
	6 (EBR 09)	Eucalipto	-	Braquiária	0,55	9x1	Dez/2009
2	7 (Silvipastoril)	Eucalipto	-	Braquiária	3,48	12x3	Nov/2009
	8 (Pastagem 1)	-	Feijão	Braquiária	4,46	-	-
	9 (Pastagem 2)	-	-	Braquiária	4,01	-	-

3.4. Estoque médio de carbono em pasto

Os dados foram coletados em julho de 2012, abril de 2013 e outubro de 2013, com o objetivo de caracterizar a média do estoque de carbono no pasto dos sistemas avaliados.

No pasto de cada área foram lançadas, de forma aleatória, 10 parcelas de 1m², posicionadas nas entrelinhas de plantio do componente arbóreo (Figura 3).



Figura 3. Lançamento de parcelas para coleta do pasto

As parcelas foram delimitadas com o auxílio de um gabarito e todo material vegetal verde, em cada uma delas, foi cortada com uma tesoura de poda. O material foi acomodado em sacos de polietileno e pesado em campo. Após isso, amostras, de aproximadamente 25,0 g, de cada parcela, foram

separadas e pesadas. Estas amostras foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 65°C, até a estabilização da massa de matéria seca.

A determinação da biomassa seca foi obtida por meio do método da proporcionalidade, utilizado também em trabalhos realizados por TEIXEIRA et al. (1994), SOARES et al. (1996) e CARMO et al. (2004).

3.5. Estimativa do carbono fixado na biomassa

O estoque de carbono fixado na biomassa foi estimado por meio da multiplicação dos valores de biomassa obtidos pelo fator 0,5, já que a biomassa seca é formada, em média, por 50 % de carbono (IPCC, 2006). Já para a transformação em toneladas de CO_{2e}, foi utilizado o fator de 3,67.

3.6. Quantificação da porcentagem de copa

Para avaliação da porcentagem de copa foram utilizados os sistemas 1 e 7. Os dados foram coletados em janeiro de 2014 e foram estabelecidos 10 pontos, de forma a representar toda a área do sistema. Cada ponto foi estabelecido no centro da entre linha. Para isso foi usada uma trena métrica. Em cada ponto foi fixado, no solo, um cano de pvc pintado com spray branco na ponta. As coordenadas geográficas dos pontos foram medidas com um GPS. Quanto a análise da cobertura de copa, foi usada uma máquina fotográfica de 8 megapixels, colocada em nível, com a parte superior da câmera na direção norte, a 20 cm do solo. As fotos de cada ponto, com melhor

contraste entre o dossel e o céu, foram submetidas ao Programa NeuroDic. Foi utilizado Redes Neurais Artificiais para a quantificação da porcentagem de copa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Quantificação do estoque médio de biomassa em pasto

Na determinação do estoque médio de biomassa em pasto encontrou-se valor de 7,26 t.ha⁻¹, que corresponde ao estoque médio de carbono estimado de 3,74 tC.ha⁻¹ e, transformado em toneladas de CO_{2e}, tem-se 13,72 tCO_{2e} ha⁻¹ (Tabela 2). Os valores encontrados são superiores aos de outros estudos. Queiroz et al (2006), encontrou valores médios de biomassa de matéria seca no pasto de 1,871 t.ha⁻¹, em um estudo realizado em área de pasto natural, representativo da região da zona da mata mineira, apresentando alta declividade, sinais claros de degradação, com cobertura predominante de capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e de espécies invasoras, como capim-sapé (*Imperata brasiliensis*) e vassoura-branca (*Sida sp.*). Ribeiro (2007) observou que a média de biomassa em pastagem foi de 0,84 t.ha⁻¹, em pasto degradado, localizado na Zona da Mata Mineira.

Tabela 2. Estimativa do estoque médio de biomassa, carbono e CO_{2e}, em t.ha⁻¹, encontrados em pasto dos sistemas avaliados

Propriedade	Sistema	Espaçamento (m)	Mês/Ano implantação do eucalipto	Biomassa em pasto (t.ha ⁻¹)	Carbono (t.ha ⁻¹)	CO _{2e} (t.ha ⁻¹)
1	1 (EMB 07)	8x3	Dez/2007	6,56	3,28	12,04
	2 (EFB 08)	8x3	Dez/2008	10,29	5,15	18,88
	3 (EB 08)	8x3	Dez/2008	8,74	4,37	16,04
	4 (EB 09)	8x3	Dez/2009	6,54	3,27	12,00
	5 (EFB 09)	8x3	Dez/2009	7,26	3,63	13,32
	6 (EBR 09)	9x1	Dez/2009	7,52	3,76	13,80
2	7 (Silvipastoril)	12x3	Nov/2009	7,22	3,61	13,25
	8 (Pastagem 1)	-	-	7,55	3,78	13,85
	9 (Pastagem 2)	-	-	5,60	2,80	10,28
Média				7,26	3,74	13,72

Observou-se, de modo geral, que os sistemas com feijão tiveram maiores médias de estocagem de carbono, principalmente, o sistema 2 (EMB 08). Segundo Oliveira Neto (2010) no SAF's, o feijão, quando antecede o pasto em sistema de rotação de culturas, colabora com maior liberação de nutrientes para a forrageira, uma vez que seus restos culturais decompõem-se rapidamente. Isso também explica a diferença entre a estocagem de biomassa nos sistemas 8 (Feijão e pastagem) e sistema 9 (somente com pastagem).

Em um estudo de renovação de pasto degradado com iLPF, conduzido no município de Viçosa - MG, Santos et al., (2010) estudaram a consorciação de eucalipto e, ou *Acacia mangium*, plantados no espaçamento 12x2 m, com as forrageiras *B. brizantha* cv. Marandu e Piatã, e *B. decumbens* cv. Basilisk + milho, comparando-os com seus respectivos monocultivos (Tabela 2).

Tabela 2. Produtividade de forrageiras *B. brizantha*, cv. Marandu e Piatã e *B. decumbens* cv. Basilisk, aos 360 dias após implantação do Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Silvicultura com eucalipto e *Acacia Mangium*, em Viçosa - MG. Adaptado de Santos et al., (2010)

Sistema	Biomassa em pasto (t.ha ⁻¹)	Carbono (t.ha ⁻¹)	CO _{2e} (t.ha ⁻¹)
Milho + Marandu + Eucalipto	6,44	3,22	11,82
Milho + Marandu + Eucalipto + Acácia	6,36	3,18	11,67
Milho + Basilisk + Eucalipto	7,16	3,58	13,14
Milho + Basilisk + Eucalipto + Acácia	6,92	3,46	12,70
Milho + Piatã + Eucalipto	7,68	3,84	14,09
Milho + Piatã + Eucalipto + Acácia	7,77	3,89	14,26
Marandu em monocultivo	6,65	3,33	12,21
Basilisk em monocultivo	6,95	3,47	12,75
Piatã em monocultivo	7,65	3,83	14,04

Os valores de estoque de carbono em pasto, encontrados por Santos et al., (2010) foram muito próximos aos encontrados neste estudo.

Em outro experimento realizado no município de Montes Claros - MG, no intuito de avaliar a recuperação de um pasto degradada por meio da iLPF e do plantio direto, Mota et al. (2009) estudaram o desempenho da espécie forrageira *B. brizantha* cv. Xaraés, aos 290 dias após implantação do sistema Lavoura-Pecuária-Floresta com Eucalipto e, ou *Acacia mangium*, com espaçamento de 10 x 2 m. Os autores concluíram que a implantação de SAFs em plantio direto, com a associação desses cultivares mais adaptados, constitui uma alternativa para recuperação de pastos degradadas. Isso também foi percebido neste estudo, uma vez que, a produção de biomassa em pasto nos SAFs foi igual ou maior que a produzida no monocultivo de pasto (sistema 9).

4.2. Quantificação da porcentagem de copa

Na determinação da porcentagem de copa no sistema 1, encontrou-se um valor médio de 52% (Figura 4), já para o sistema 7 encontrou-se o valor médio de 36,2% (Figura 5).



Figura 4. Imagem utilizada para a determinação da porcentagem de copa do sistema 1.



Figura 5. Imagem utilizada para a determinação da porcentagem de copa do sistema 7.

Os estoques médio de biomassa em pasto foram 6,56 e 7,22 t.ha⁻¹, nos sistemas 1 e 7 respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativa da porcentagem de copa, estoque médio de biomassa, carbono e CO_{2e} em t.ha⁻¹ em pasto dos sistemas 1 e 7

Sistema	Idade eucalipto (meses)	Espaçamento (m)	Porcentagem de copa	Pasto		
				Biomassa (t.ha ⁻¹)	Carbono (t.ha ⁻¹)	CO _{2e} (t.ha ⁻¹)
1	73	8x3	52,00%	6,56	3,28	12,04
7	50	12x3	36,20%	7,22	3,61	13,25

A idade e o espaçamento do plantio de eucalipto foram determinantes na diferença de porcentagem de copa entre os dois sistemas. Houve uma redução

de 9,14% na produção de biomassa em pasto do sistema 1 (maior porcentagem de copa), em relação ao sistema 7.

Castro, et al. (1999) estudando a produção forrageira de gramíneas, cultivadas com 60% de sombreamento, constataram redução de 24, 26, 41 e 41% no rendimento forrageiro de *B. decumbens*, *A. gayanus*, *P. maximum* e *B. brizantha*, respectivamente.

Em outro estudo Carvalho et al. (2002) avaliando a produção e o valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural por árvores de angico vermelho, verificaram decréscimo de 43,6; 63,2; 52; 48,8% na produção forrageira de *B. brizantha* cv. Marandu, *P. maximum* cv. Aruana, Mombaça e Tanzânia, respectivamente, ao nível de 60% de sombreamento.

Segundo Carvalho (1997) a redução da luminosidade ocasionada pelo sombreamento das árvores pode ser prejudicial ou favorável, para as forrageiras, dependendo de sua intensidade e de outras condições, como concentração de nitrogênio no solo, tolerância das forragens ao sombreamento, características das espécies sombreadas e manejo da pastagem.

5. CONCLUSÕES

A implantação de SAFs constitui uma alternativa para recuperação de pastos, já que os valores de biomassa encontrados são superiores ao de outros estudos em pastagem degradadas.

O plantio de culturas agrícolas, principalmente o feijão, anterior à implantação do pasto, proporciona uma maior produção de massa para o gado.

No sistema com menor porcentagem de copa (sistema 7), a produção de biomassa em pasto foi maior. Isto indica que o espaçamento e o desbaste são fatores importantes a serem levados em consideração no manejo dos sistemas agroflorestais.

Os resultados deste estudo fornecem informações que poderão servir de base para políticas relacionadas às mudanças climáticas, visando a adoção de medidas de mitigação de carbono relacionadas às mudanças do uso solo.

São necessários estudos mais detalhados, incluindo, principalmente, os diferentes manejos da pastagem quanto à rotação do gado, de forma a verificar

o efeito de outras variáveis que não foram analisadas e que influenciam a estocagem de carbono.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR ISO 14.064. **Parte 1: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa.** Rio de Janeiro, RJ, 20p, 2007a.

ALBRECHT, A., KANDJI, S.T. **Carbon sequestration in tropical agroforestry systems.** Agric. Ecosyst. Environ. 99, 15–27. 2003.

QUEIROZ, D. S.; CARMO, C. A. F. S.; TOSTO, S. G.; ALVARENGA, A. P.; LIMA, J. A. S. Quantificação da biomassa e do carbono em pastagens naturais na Zona da Mata-MG. In: ALVARENGA, A. P.; CARMO, C. A. F. S. **Sequestro de carbono: Quantificação em seringais de cultivo e na vegetação natural.** Viçosa: Epamig, p. 180-189, 2006.

AMBIENTEBRASIL. Disponível em: <<http://www.guiaflorestal.com.br/pg=lerartigo=3/>>. Acesso em: 01 fev. 2014.

BERNARDINO, F., S.; GARCIA, R. **Sistemas Silvopastoris.** Revista Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, n.60, p. 77-87, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas (1961-1990).** Brasília: 1992. 84 p.

BRASIL. **Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura – Versão Preliminar.** 75 p., 2011

CARMO, C.A.F.S.; TOSTO, S.G.; ALVARENGA, A.P; MOTTA, P.E.F.; KINDEL, A.; MENEGUELI, N.A.; LIMA, J.A.S. **Estimativa do estoque de carbono na**

biomassa de clones de seringueira em solos da Zona da Mata/MG. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, EXPOBOR, 2004. 14 p.

CARVALHO, M.M. Utilização de sistemas silvipastoris. In.: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV/UNESP, p. 164-208, 1997.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; XAVIER, D.F. Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n. 5, p. 717-722, 2002.

CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A. **Arborização de pastagens: um caminho para sustentabilidade de sistemas animal a pasto.** In: Forragicultura e Pastagens: Temas em evidência, 3., 2012, Lavras. Anais... Lavras: Editora UFLA, 2012, p. 31 – 76.

CARVALHO, A. J. **Sistema de produção de feijão em consórcio com eucalipto ou braquiária.** 2009. 129 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.919-927, 1999.

CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. **Roteiro básico para a elaboração de um projeto do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL.** Rio de Janeiro, 2002. 52 p.

COTTA, M. K. **Quantificação de biomassa e análise econômica do consórcio seringueira-cacau para geração de créditos de carbono.** 2005. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Livestock's long shadow: environmental issues and options.** Roma: FAO, 2006. 391p. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM>. Acesso em: 12 mar. 2014.

CASTRO NETO, F. **Balço de carbono em uma propriedade com diferentes sistemas agroflorestais localizada na Zona da Mata de Minas Gerais.** 2013, 55f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1975. 65p.

GODINHO, T. de O. **Quantificação de biomassa e de nutrientes na serapilheira em trecho de Floresta Estacional Semidecidual Submontana,**

Cachoeiro de Itapemirim, ES. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.

GUENNI, O.; SEITER, S; FIGUEROA, R. **Growth responses of three Brachiaria species to light intensity and nitrogen supply.** Tropical Grasslands, v.42, p. 75-87, 2008.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Land use, land use change and forestry.** A special report of the IPCC. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2000. Disponível em: http://www1.ipcc.ch/ipccreports/sres/land_use/index.htm. Acesso em: 05 fev. 2014.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: the physical basis.** Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>>. Acesso em: 01 nov. 2013.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Agriculture, forestry and other land use.** Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES), 2006.v.4.

JUNIOR, R. G.; MARCHÃO, R.L.; PULROLNIK, K.; VILELA, L.; PEREIRA, L. G. R. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Uma alternativa para a produção animal sustentável.** Instituto de ciências agrárias da UFMG, p. 57-62, 2010.

MELLO, L. M. M.; YANO, E. H.; NARIMATSU, K. C. P.; TAKAHASHI, C. M.; BORGHI, É. **Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo.** Engenharia Agrícola. Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 121-129, 2004.

MOTA, V. A. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na recuperação de pastagens degradadas no norte de Minas Gerais.** 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2009.

MRE - Ministério das Relações Exteriores. **Notificação ao UNFCCC sobre as ações brasileiras de redução de emissões.** Nota no 31 - 29/01/2010. Disponível em: http://www.mre.gov.br/portugues/imprensa/notadetalhe3.asp?ID_RELEASE=7811. Acesso em: 20 abr. 2014.

NAIR, P. K. R. **An Introduction to Agroforestry.** Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 499 p., 1993.

NAIR, P. K. R.; TONUCCI, R. G.; GARCIA, R.; NAIR, V. D. Silvopasture and carbon sequestration with special reference to the Brazilian savanna (Cerrado). In: KUMAR, B.M.; NAIR, P.K.R. (Ed.). **Carbon sequestration potential of**

agroforestry systems: opportunities and challenges. London: New York: Springer, 2011. p.145-162.

OELBERMANN, M.; VORONEY, R. P.; GORDON, A. M. Carbon sequestration in tropical and temperate agroforestry systems: a review with examples from Costa Rica and southern Canada. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.104, p.359–377, 2004.

OLIVEIRA NETO, S. N.; VALE, A. B.; NACIF, A. P.; VILAR, M. B.; ASSIS, J. B. **Sistema Agrossilvipastoril: integração lavoura, pecuária e floresta**. 1 ed. Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais. 190p. 2010.

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T. de; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R. O. P. **Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 43, p. 917-923, 2008.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B. DE; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R. O. P. **Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, p. 573-579, 2007.

PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F.; JUNIOR, J. D. M.; FILHO, A. M.; RODRIGUEZ, N. M.; MORENZ, M. J. F.; AROEIRA, L. J. M. **Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 44, p. 1.528-1.535, 2009.

PROTOCOLO DE QUIOTO. **Protocolo de Quioto**. Publicado pelo Secretariado da Convenção sobre Mudança do clima. Editado e traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, com o apoio do Ministério das Relações Exteriores da República Federativa do Brasil, 1997.

RIBEIRO, S. C. **Quantificação do estoque de biomassa e análise econômica da implementação de projetos visando a geração de créditos de carbono em pastagem, capoeira e floresta primária**. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2007.

SANTOS, L. D. T.; SALES, N. L. P.; DUARTE, E. R.; OLIVEIRA, F. L. R.; MENDES, L. R. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: alternativa para a produção sustentável nos trópicos**. Montes Claros: Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, 142p. 2010.

SOARES, C. P. B; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L.; LEITE, H. G. **Modelos para estimar a biomassa da parte aérea em um povoamento de *Eucalyptus grandis* na região de Viçosa, Minas Gerais**. Revista Árvore, Viçosa, v.20, n.2, p. 179-189, 1996.

TEIXEIRA, L.B.; BASTOS, J.B.; OLIVEIRA, R.F. **Biomassa vegetal em agroecossistemas de seringueira consorciada com cacaueteiro no Nordeste Paranaense**. Belém: EMBRAPA CPATU, 1994. 15 p. (Boletim de Pesquisa, 153).

TORRES, C. M. M. E.; **Ánálises técnica e econômica da geração de créditos de carbono em projetos florestais na região de viçosa, MG**. 2010. 126p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2010.