II Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER - PDVAgro 2017

SEQUESTRO DE CARBONO EM ÁREAS CULTIVADAS COM EUCALIPTO EM DIFERENTES IDADES NA REGIÃO OESTE DA BAHIA

Apresentação: Comunicação Oral

Vandayse Abades Rosa¹; Erlane Souza de Jesus²; Paulino Joaquim Soares Neto Sol³; Heliab Bomfim Nunes⁴; Joaquim Pedro Soares Neto⁵

Resumo

A conversão de sistemas naturais em sistemas agrícolas envolve uma série de atividades que levam a perturbação do solo o que influencia diretamente nas taxas de decomposição da matéria orgânica e, por conseguinte ocasionando alterações nos estoques de carbono. Portanto objetivou-se com esse estudo, avaliar a influência do plantio de eucalipto com diferentes idades sobre os estoques de carbono no solo e CO₂ equivalente como também acumulo de carbono na biomassa vegetal e serrapilheira. O aumento das áreas com florestas, desde o início das discussões acerca das mudanças climáticas, tem sido recomendado como alternativa de ação para minimizar os efeitos causados pelo aumento das concentrações de gases do efeito estufa, em especial o CO₂, na atmosfera terrestre. O estudo foi realizado na fazenda São João que fica situada no município de Barreiras na Região Oeste do estado da Bahia. Foram selecionados talhões com plantio de eucalipto nas idades de três, cinco, sete e nove anos além da área de cerrado nativo. Foram determinados os estoques de carbono orgânico total (COT) no solo nas profundidades de 0,00-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30; 0,30-0,40 e 0,40-0,50 m, além do acumulo de carbono na biomassa e serrapilheira. As camadas superficiais os estoques de carbono são superiores quando comparados aquelas mais subsuperficiais, exceto para área de eucalipto com cinco anos de implantação. O aumento na idade da floresta mostrou que ocorre uma tendência de aumento de carbono com a maturidade da floresta. A região oeste captura em média 14,968 milhões Mg.ha⁻¹ de CO₂ equivalente.

Palavras-Chave: Efeito estufa, estoque de carbono, qualidade do solo.

Introdução

A conversão de sistemas naturais em sistemas agrícolas envolve uma série de atividades que levam a perturbação do solo o que influencia diretamente nas taxas de decomposição da matéria orgânica e, por conseguinte ocasionará alterações nos estoques de carbono do solo. O uso de sistemas que possam mitigar perdas de carbono vem sendo implantados na atualidade como é o caso de plantações de eucalipto.

¹ Graduanda em Engenharia Agrônoma, Universidade do Estado da Bahia (UNEB), deyseabades@hotmail.com

² Graduanda em Engenharia Agrônoma, Universidade do Estado da Bahia (UNEB), lannysouzadj@hotmail.com

³ Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade do Estado da Bahia (UNEB), paulinoagro@hotmail.com,

⁴ Mestre em microbiologia do solo, Universidade do Estado da Bahia (UNEB), heliabnunes@hotmail.com

⁵ Doutor em Geotecnia, Universidade do Estado da Bahia (UNEB), jpsneto@uneb.br

A área plantada de eucalipto no Brasil totaliza em torno de 5,1 milhões de hectares (ABRAF,2013)e no Oeste da Bahia, essa cultura ocupa uma área de 60 mil hectares, com uma produção de 13,2 milhões de m³ (AIBA, 2016).

O aumento das áreas com florestas, desde o início das discussões acerca das mudanças climáticas, tem sido recomendado como alternativa de ação para minimizar os efeitos causados pelo aumento das concentrações de gases do efeito estufa, em especial o CO₂ na atmosfera terrestre. Os ecossistemas florestais são os principais componentes do ciclo global do carbono (PAN et al., 2011)e destacam-se,pois são capazes de absorver e armazenar grandes quantidades deste elemento na parte aérea, raízes, camadas decompostas sobre o solo, no solo, entre outros, constituindo o maior reservatório de carbono de todos os ecossistemas terrestres.

O balanço de C no solo é dependente da relação entre as adições de C fotossintetizado pelas plantas (parte aérea e raízes) e as perdas de C para a atmosfera, resultantes da oxidação microbiana do C orgânico a CO₂. A reserva de carbono na matéria orgânica do solo é uma importante estratégia para atenuar a concentração de CO₂ na atmosfera (RUFINO, 2009). Portanto o monitoramento das alterações dos estoques de carbono no solo tem sido indicador dos efeitos do manejo e uso do solo (CONCEIÇÃO et al., 2008).

Portanto objetivou-se com esse estudo, avaliar a influência do plantio de eucalipto com diferentes idades sobre os estoques de carbono no solo e CO₂ equivalente como também acúmulo de carbono na biomassa vegetal e serrapilheira.

Fundamentação Teórica

No Brasil cerca de 7,74 milhões de hectares de árvores plantadas foram responsáveis no ano de 2014 pelo estoque de aproximadamente 1,69 bilhões de toneladas de CO₂ da atmosfera, representando incremento de 1,2% em relação ao ano anterior.

Os plantios de eucalipto ocupam 5,56 milhões de hectares da área de árvores plantadas no Brasil, o que representa 71,9% do total, e estão localizados principalmente nos estados de Minas Gerais (25,2%), São Paulo (17,6%) e Mato Grosso do Sul com 803.699 hectares representando 14,5% (IBÁ, 2015) e no Oeste da Bahia, essa cultura ocupa uma área de 60 mil hectares, com uma produção de 13,2 milhões de m³ (AIBA, 2016).

O aumento das áreas com florestas, desde o início das discussões acerca das mudanças climáticas, tem sido recomendado como alternativa de ação para minimizar os efeitos causados pelo aumento das concentrações de gases do efeito estufa, em especial o CO₂, na atmosfera terrestre.

Segundo La Scala et al., (2012)as plantações de eucalipto associadas a pastagens degradadas, podem absorver em cerca de até 28 toneladas de CO₂.ha⁻¹.ano⁻¹ contribuindo dessa

forma para mitigar o efeito estufa. As florestas de eucalipto estabelecidas em regiões tropicais têm o potencial de estocar cerca de 90 toneladas de matéria seca acima do solo por hectare, 49% do carbono, nos primeiros 6 anos. Isso corresponderia a 162 t CO₂ ha⁻¹ absorvido, incluindo o carbono seqüestrado nas raízes, que é aproximadamente 20% do que está acima do solo (IPCC, 2007).

O eucalipto é uma espécie florestal que, devido ao seu rápido crescimento, apresenta elevada produção de biomassa vegetal, desenvolvimento e ciclagem de raízes e deposição de serrapilheira, que irá contribuir na formação da matéria orgânica e, portanto, no incremento e manutenção dos reservatórios de carbono orgânico (CO) do solo (RODRIGUES *et al.*, 2013). A quantidade e qualidade da serrapilheira que é depositada no solo pelas plantações florestais são responsáveis pelo acúmulo de CO (BARRETO *et al.*, 2011). A idade da floresta proporciona uma variação no aporte e na contribuição de galhos, cascas, folhas na composição da serrapilheira (FARIA *et al.*, 2008) e na taxa de ciclagem das raízes.

Metodologia

O estudo foi realizado na fazenda São João que fica situada no município de Barreiras na Região Oeste da Bahia. Foram selecionados talhões com plantio de eucalipto nas idades de três, cinco, sete e nove anos além da área de cerrado nativo situadas nas seguintes coordenadas geográficas 11°57'36,1'' S e 45°08'37,7'' W; 11°59'27,1'' S e 45°08'23,9'' W; 11°58'158'' S e 45°09'10,4'' W; 11°57'35,6'' S e 45°11'1,7'' W; 11°57'31,4'' S e 45°09'39'' W respectivamente.

De acordo a classificação de Koppen o clima predominante da região é do tipo Aw, ou seja, tropical sub úmido com período chuvoso de outubro a abril e período seco de maio a setembro. O solo da área foi classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2006) a análise química e granulométrica das áreas encontram-se nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Propriedades químicas das áreas nas profundidades de 0,0 à 0,6 m. Barreiras, BA. 2017

Áreas	Prof(m)	Propriedades Químicas						
		pH	Ca	Mg	Al	H+Al	P	K
		(H ₂ O)	-----cmol _c dm ⁻³ -----			Mg.dm ⁻³		ppm
CN	0,00 – 0,20	4,42	0,07	0,35	0,9	9,7	1,48	16,93
	0,20 – 0,60	4,49	0,24	0,43	1,3	7,7	1,41	12,09
EUC 3	0,00 – 0,20	4,97	0,41	0,44	0,4	5,7	1,51	7,25

	0,20 – 0,60	4,44	0,07	0,41	0,7	4,9	0,87	4,84
EUC 5	0,00 – 0,20	4,67	0,24	0,21	0,5	4,07	2,85	7,25
	0,20 – 0,60	4,30	0,15	0,4	0,6	3,25	0,77	4,83
EUC 7	0,00 – 0,20	4,62	0,63	0,4	0,9	6,88	0,91	7,25
	0,20 – 0,60	4,60	0,08	0,38	1,3	6,05	0,74	2,42
EUC 9	0,00 – 0,20	6,9	0,32	0,5	0,0	8,69	1,97	7,25
	0,20 – 0,60	6,2	0,08	0,32	0,0	7,54	2,31	4,84

Tabela 2: Análise granulométrica das áreas em estudo.

Áreas Prof(m)	Granulometria		
	Areia	Silte	Argila
CN	-----g.kg ⁻¹ -----		
0,00 – 0,10	772,2	55,9	171,9
0,10 – 0,20	745,6	97,6	156,8
0,20 – 0,30	739,5	72,9	187,6
0,30 – 0,40	710,7	96,2	193,10
0,40 – 0,60	737,9	83,4	178,7
EUC 3			
0,00 – 0,10	862,0	32,7	105,3
0,10 – 0,20	856,6	29,8	113,6
0,20 – 0,30	845,5	37,4	117,1
0,30 – 0,40	813,2	45,0	141,8
0,40 – 0,60	802,4	45,4	152,2
EUC 5			
0,00 – 0,10	874,5	19,0	106,5
0,10 – 0,20	859,6	20,5	119,9
0,20 – 0,30	849,0	21,0	130,0
0,30 – 0,40	832,1	32,1	135,8
0,40 – 0,60	810,7	34,7	154,6
EUC 7			
0,00 – 0,10	857,6	38,7	103,7
0,10 – 0,20	837,8	42,5	119,7
0,20 – 0,30	841,1	34,3	124,6
0,30 – 0,40	839,6	30,0	130,4
0,40 – 0,60	821,6	51,3	12,71
EUC 9			
0,00 – 0,10	836,9	28,4	134,7
0,10 – 0,20	832,1	37,0	130,9
0,20 – 0,30	826,5	38,1	135,4
0,30 – 0,40	823,9	55,5	120,6

0,40 – 0,60	820,1	44,3	135,6
-------------	-------	------	-------

Amostragens

Foram abertos trincheiras em quatro pontos, distâncias com idades de três, cinco, sete e nove anos, além da área de cerrado nativo nas profundidades de 0 – 0,10; 0,10 – 0,20; 0,20 – 0,30; 0,30 – 0,40 e 0,40 – 0,50 m, nos quais foram coletadas amostras com estrutura indeformada e deformada. As amostras foram devidamente identificadas e encaminhadas para o laboratório de Física dos Solos da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), *Campus IX* para realização das seguintes análises:

Densidade do Solo

A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico segundo (EMBRAPA, 2011), em que coletou-se amostras de solo indeformadas em duplicata, totalizando 40 repetições, em anéis tipo Kopeckye. No laboratório foi pesado o conjunto (anel+solo). O conjunto foi levado à estufa de circulação forçada a 105 °C até peso constante. A densidade foi calculada pela relação massa de solo seco a 105 °C e seu volume.

Carbono orgânico total

O carbono orgânico total (COT) foi determinado por oxidação a quente com dicromato de potássio em meio sulfúrico (Embrapa, 2011) e foi estimado a partir da equação:

$$C(g/kg) = (40 - \text{volume gasto}) \times f \times 0,6$$

Sendo:

$f = (40 / \text{volume do sulfato ferroso gasto na prova em branco})$

Os estoques totais em cada camada foram corrigidos pelo método da massa equivalente segundo Carvalho et al. (2009) através da equação:

$$\text{EstC} = \text{COT} * D_s * (D_{ref} * e / D_s) / 10$$

Onde:

EstC = estoque de C orgânico em determinada profundidade (Mg.ha⁻¹)

COT = teor de C orgânico total na profundidade amostrada (g.kg⁻¹)

Ds= densidade aparente do solo na profundidade amostrada (kg.dm^{-3})

Dref = densidade do solo para profundidade amostrada na área de referência (kg.dm^{-3})

e = espessura da camada considerada (cm)

Carbono da biomassa vegetal

Dentre de cada talhão foram demarcadas parcelas de 10x10m com auxílio de uma trena e barbante. As plantas que se encontravam dentro da parcela tiveram a sua altura estimada com auxílio de uma régua graduada através de fotografias que foram utilizadas para estimativa da altura total, também foram medidas a circunferência e a altura do peito (CAP) utilizando uma régua e fita métrica para tal procedimento. Esse mesmo procedimento foi utilizado na área de cerrado nativo. A densidade da madeira utilizada foi baseada nos estudos realizados por Vital et al. (1992) que consideram a densidade básica da madeira de *Eucalipto grandis*, de $0,46 \text{ g/cm}^3$ e para a área de cerrado nativo a densidade básica utilizado foi de $0,63 \text{ Mg.m}^{-3}$. Por meios dos valores de altura total e diâmetro a altura do peito foi estimado o volume de madeira por hectare para cada talhão através do método de Huber que segundo (THIERSCH, 2002), é um dos principais métodos para realização da cubagem rigorosa. Este volume foi calculado pela equação:

$$V = (3,1416 * D^2/4) * H * 0,79$$

Onde:

V= volume de madeira (m^3)

D= diâmetro a altura do peito em metros

H= altura total estimada em metros

Com a obtenção do volume e densidade da madeira foi calculado a biomassa vegetal por hectare através da expressão:

Biomassa aérea (Mg.ha^{-1}) = Densidade * volume (m^3/ha)

Carbono e CO_2 Equivalente na Biomassa vegetal

O teor de Carbono na biomassa aérea e foi calculado multiplicando-se a biomassa/hectare por 0,45 (KAUFFMAN, 2012; DONATO, 2011). O CO_2 equivalente foi encontrado pela equação:

$$\text{CO}_2\text{Eq} = 3,76 \times \text{Carbono}$$

Carbono da serrapilheira

Em cada talhão foram coletados em dois pontos aleatórios a serrapilheira em $0,25 \text{ m}^2$. Essas amostras foram encaminhadas ao laboratório de física dos solos da Universidade do Estado da Bahia, as quais foram levadas a estufa de circulação forçada à 70° por 72 horas. Posteriormente as mesmas foram pesadas em balança eletrônica para obtenção do peso seco. O Carbono da serrapilheira acumulada sobre o solo foi calculado multiplicando-se a massa seca da amostra por 0,45 (DONATO, 2011; KAUFFMAN, 2012). O CO_2 equivalente foi encontrado pela equação:

$$\text{CO}_2\text{Eq} = 3,76 \times \text{Carbono}$$

Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância a 5% de probabilidade de erro e, se significativos foi aplicado o teste de média de Scott-Knott através do programa estatístico ASSISTAT.

Resultados e Discussão

Na Figura 1, pode-se notar que nas camadas superficiais os estoques de carbono são superiores as camadas da subsuperfície, mostrando uma tendência de redução do acúmulo de carbono com o aumento da profundidade. Certamente isso ocorre devido ao maior acúmulo de serapilheira, que ao longo do tempo vai sendo decomposta e o carbono vai se acumulando nessa camada.

Figura 1: Estoques de carbono nas profundidades de 0,00-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30; 0,30-0,40 e 0,40-0,50m de profundidade em área de cerrado e eucalipto com diferentes idades na região Oeste da Bahia, 2017.

O maior estoque nessas camadas foi encontrado nas áreas de eucalipto com nove anos, seguido da área de sete anos e posteriormente o cerrado nativo, as áreas que tiveram menores acúmulos na camada superficial foram o eucalipto com cinco e três anos. Para a área com 5 anos de idade não foi observado diferenças estatísticas entre as camadas estudadas. GATTO et al. (2010), analisando estoques de CO em plantações de eucalipto perceberam que os maiores estoques foram detectados na camada 0-20 cm decrescendo com o aumento da profundidade. RANGEL & SILVA (2007), estudando estoques de carbono de Latossolo submetidos a diferentes sistemas de uso e manejo, observaram que o estoque de CO nas áreas reflorestadas com eucalipto esteve próximo ou acima dos valores encontrados em mata nativa o que está de acordo com os valores encontrados no presente estudo. Rufino (2009) em seu estudo fala que o teor de carbono orgânico está diretamente

relacionado com a matéria orgânica do solo e, com o aumento da profundidade, diminui a aeração no solo e a atividade dos microrganismos decompositores por isso o carbono decresce com a profundidade.

Das áreas estudadas as que tiveram os menores estoques totais de carbono, foram as áreas com três e cinco anos. Esse fato pode ser explicado porque o acúmulo de carbono no solo não está relacionado apenas pela deposição de material orgânico, mas, também pela idade da cultura, pela qualidade do material depositado e pela textura do solo. O que pode ser demonstrado no presente estudo onde as áreas com três e cinco anos apresentaram um maior percentual de areia em relação às outras áreas (Tabela 2). Isso implica numa menor proteção do carbono do solo contra os agentes decompositores e contra a perda desse carbono pela própria movimentação do solo.

Figura 2: Estoque de carbono total de 0,00-0,50 m em área nativa(CN) e de eucalipto com 3 anos (EUC 3), com 5 anos (EUC 5), com 7 anos (EUC 7) e com 9 anos (EUC 9) no Oeste da Bahia, 2017.

A idade da floresta proporciona uma variação no aporte e na contribuição de galhos, cascas, folhas na composição da serrapilheira (BARRETO et al. 2008) e na taxa de ciclagem das raízes. No caso de plantações de eucalipto, as idades mais jovens possuem menores valores da relação celulose: N e lignina:N, havendo aumento desses índices quando atingirem a maturidade. O que confere maior nível de recalcitrância e consequentemente maior resistência à decomposição dos resíduos. Nesse sentido os maiores estoques nas idades de nove e sete anos é justificado, ou seja, quanto mais madura essa floresta maior a capacidade de acumular carbono no solo. WINK et al. (2015) estudando a dinâmica do Carbono e Nitrogênio em Plantações de Eucalipto no Rio Grande do Sul, encontraram valores de estoques de carbono para áreas com dois, cinco, sete anos e meio de cultivo de eucalipto superiores aos do presente trabalho.

Na figura 3 encontram-se os valores de acúmulo de carbono na biomassa aérea e serrapilheira na área nativa, EUC 3, EUC 5, EUC 7 e EUC 9 ANOS. Podemos destacar que com o aumento na idade da floresta a biomassa aérea aumentou como mostra a figura, com 4,59; 3,41; 7,23; 14,58 e 23,28 Mg.ha^{-1} de C respectivamente, o que por sua vez irá garantir maiores acúmulos de carbono e consequentemente maior sequestro de CO_2 da atmosfera.

Figura 3: Estoque de carbono total por compartimentos em áreas cultivadas com eucalipto em diferentes idades na região Oeste da Bahia, 2017.

PREGITZER E EUSKIRCHEN (2004) afirmam que, independente do ecossistema, o incremento de carbono ocorre com aumento da biomassa em função do aumento da idade. Sendo muito relevante destacar que o acúmulo de carbono na biomassa não está relacionado somente a idade mas, esse acúmulo pode variar de acordo com o tipo de solo, a nutrição e a disponibilidade de água (KÖRNER, 2003).

Outro compartimento que merece destaque é a serrapilheira, pois este pode acumular mais, ou menos carbono no solo a depender da qualidade do material depositado sobre o solo. Percebe-se pela Figura que o acúmulo de carbono pela serrapilheira é variável entre as áreas estudadas. As características da serrapilheira são condicionadas, entre outros fatores, à natureza do material que a constitui, como folhas, galhos e casca, que são os seus principais componentes. A proporção de cada um desses constituintes, bem como, o grau de decomposição destes, que por sua vez é afetado pelas características do clima e solo, condizionarão o teor de carbono da serrapilheira. GATTO *et al.* (2010) avaliando os estoques de carbono no solo e na biomassa em plantações de eucalipto

verificaram que o eucalipto aos 7 anos de idade acumula em média 64,15 t. ha⁻¹ e 34,89 t. ha⁻¹ de carbono na biomassa e resíduos respectivamente, o que difere dos encontrados no presente estudo.

O monitoramento do acúmulo de carbono em florestas como o eucalipto é de suma importância pois, através de tal procedimento é possível se verificar se este sistema funciona como fonte ou dreno de CO₂ para a atmosfera.

Quando junta-se o estoque de carbono no solo, na biomassa vegetal e na serrapilheira, verifica-se que o cultivo de eucalipto nas áreas estudadas sequestra em média 249,47Mg.ha⁻¹ de CO₂ equivalente, o que permite-se afirmar que mantendo as mesmas condições desse trabalho a região oeste da Bahia captura em média com a cultura do eucalipto 14,968 milhões Mg.ha⁻¹ de CO₂ equivalente mostrando assim, o potencial da cultura e da região em promover o desenvolvimento de uma agricultura de baixo carbono.

Conclusões

Em relação aos estoques de carbono por profundidade as camadas mais superficiais estocaram mais carbono em todas as áreas quando comparada com as camadas mais subsuperficiais exceto para a área de eucalipto com cinco anos.

Para o estoque de carbono total a área de eucalipto com 9 anos obteve um maior acúmulo seguido pela de 7 anos e posteriormente a área nativa. Os menores estoques totais foram observados na área de 3 e 5 anos.

As plantações de eucalipto na região oeste da Bahia constituem uma opção efetiva de captura de CO₂ equivalente da atmosfera nos três compartimentos solo-biomassa-serrapilheira os quais podem fixar em média 14,968 milhões Mg.ha⁻¹.

Referências

- ABRAF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF**: anobase 2011. Brasília: ABRAF, 2013, 150 p.
- AIBA- Associação dos irrigantes de barreiras, Anuário agropecuário, safra 2015/2016.
- BARRETO, P. A. B. *et al.* Atividade, carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em plantações de eucalipto, em uma seqüência de idades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 611–619, 2008.
- BARRETO, P. A. B. *et al.* Distribution of oxidizable organic C fractions in soils under cacao agroforestry systems in Southern Bahia, Brazil. **Agroforestry systems**, Heidelberg, v.81, n. 3, p. 213–220, 2011.
- CARVALHO, J.L.N. *etal.* Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazil Amazon. *Soil and Tillage Research*, v. 103, p.342-349, 2009.
- CONCEIÇÃO, P.C. *etal.* Fracionamento densimétrico com politungstato de sódio no estudo da proteção física da matéria orgânica em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.2, p.541-549, 2008.
- DONATO, D.K. J.B. *et al.* Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nat. Geosci.* 2011, 4, 293-297.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Revisada. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA Sistema brasileiro de classificação de solos 2º ed. Brasília, 2006.
- FARIA, G. E. *et al.* Carbono orgânico total e frações da matéria orgânica do solo em diferentes distâncias do tronco de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 80, p. 265–277, 2008.
- GATTO, A; BARROS *et al.* Estoques de carbono no solo e na biomassa em plantações de eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, vol.34, n.5, pp. 1069-1079, 2010.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. Relatório Ibá 2015. São Paulo, 2015.
- IPCC. Climate change 2007: mitigation of climate change. Summary for policymakers. Bangkok. 2007. 35p. Working Group III contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report.
- KAUFFMAN, J.B; DONATO, D.C. Protocols for the measurement, monitoring, and reporting of structure, biomass and carbon in mangrove forests; Working Paper 86; Center for International forest Research (CIFOR); Bogor, Indonésia, 2012.
- KÖRNER, C. Ecological impact of atmospheric CO₂ enrichment on terrestrial ecosystems. **Royal Society of London Transactions Series A**, v. 361, p. 2023-2041, 2003.

LA SCALA JR, N.; DE FIGUEIREDO, E. B.; PANOSSO, A. R. On the mitigation potential associated with atmospheric CO₂ sequestration and soil carbon accumulation in major Brazilian agricultural activities. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, v. 72, n. 3, p. 775-785, 2012.

PAN, Y. *etal.* A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, v. 333, n. 6045, 2011.

PREGITZER, K. S.; EUSKIRCHEN, E. S. Carbon cycling and storage in world forest: biome patterns related to forest age. **Global Change Biology**, Oxford, v. 10, n. 12, p. 2052-2077, 2004.

PULROLNIK, K. *etal.* Estoques de carbono e nitrogênio em frações lábeis e estáveis da matéria orgânica dos solos sob eucalipto, pastagem e cerrado no Vale do Jequitinhonha – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1125–1136, 2009.

RANGEL, O.J.P. & SILVA, C.A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. *R. Bras. Ci. Solo*, 31:1609-1623, 2007.

RODRIGUES, L. S. et al. Qualidade de solos cultivados com eucalipto em Itaporanga D'Ajuda-SE. *Revista brasileira de ciências agrárias*, Recife, v.8, n. 1, p. 95-101, 2013.

RUFINO, M. M. A; Estoque de carbono em solos sob plantios de eucalipto e fragmento de cerrado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de ciências agronômicas campus de Botucatu, 2009.

THIERSCH, C. R. Modelagem da densidade básica, do volume e do peso seco para plantios de clones de *Eucalyptus* spp. 2002. 197f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VITAL, B. R.; HASELEIN, C. R.; LUCIA, R. M. D. Efeito da geometria das partículas nas propriedades das chapas de madeira aglomeradas de *Eucalyptus grandis* (Hill exMaiden). *Árvore*, Viçosa, V. 16, n. 1, p. 88-96, 1992.

WINK, C. et al. Dinâmica do Carbono e Nitrogênio em Plantações de Eucalipto no Rio Grande do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 39:1623-1632, 2015.